



MINISTERO DELL'AMBIENTE
E DELLA SICUREZZA ENERGETICA

Sistema Integrato di Monitoraggio (SIM) AS IS

**ACCORDO QUADRO PER L'AFFIDAMENTO DI SERVIZI APPLICATIVI PER LE
PUBBLICHE AMMINISTRAZIONI – ID 1881 – LOTTO 6**

**AFFIDAMENTO DEL SERVIZIO PER LA REDAZIONE DEL PROGETTO PRELIMINARE
PER LA REALIZZAZIONE DI UN SISTEMA AVANZATO ED INTEGRATO DI
MONITORAGGIO E PREVISIONE- PNRR – M2C4_1.1**

CIG ACCORDO QUADRO (LOTTO 6): 7145103585

CIG DERIVATO: 9241912B0A

CUP: F53E22000230006



**Finanziato
dall'Unione europea**
NextGenerationEU

STORIA DEL DOCUMENTO

Versione	Data	Autore	Verifica	Autorizzato da	Descrizione modifiche
0,4	27/10/2022	GdL tavoli verticali	G.B. Andreani	G. B. Andreani	Prima bozza per condivisione, work in progress
0,5	10/11/2022	GdL tavoli verticali	G.B. Andreani	G. B. Andreani	Seconda bozza per condivisione, work in progress
0.6	10/11/2022	GdL tavoli verticali	G.B. Andreani	L. Grisi	Terza bozza per condivisione, work in progress
0.7	11/11/2022	GdL tavoli verticali	G.B. Andreani	L. Grisi	Quarta bozza per condivisione, work in progress
0.8	20/11/2022	GdL tavoli verticali	G.B. Andreani	L. Grisi	Quinta bozza per condivisione, work in progress
0.9	22/11/2022	GdL tavoli verticali	G.B. Andreani	L. Grisi	Sesta bozza per condivisione, work in progress
1.0	28/12/2022	GdL tavoli verticali	G.B. Andreani	L.Grisi	Versione finale
2.0	08/02/2023	GdL tavoli verticali	G.B. Andreani	L.Grisi	Versione emendata dopo le indicazioni della Committenza arrivate in data 19/1/2023. Cambio logo da MITE a MASE Alcune correzioni ortografiche
2.1	15/02/2023	GdL tavoli verticali	G.B. Andreani	L.Grisi	Alcune modifiche nel testo Recepite le segnalazioni ricevute dagli stakeholder fino al 21/2/2023

Indice

1. PREMESSA 1

2. INSTABILITÀ IDROGEOLOGICA 3

- 2.1 Riferimenti normativi 4
- 2.2 Analisi dei processi, degli attori e delle responsabilità 9
- 2.3 Descrizione della situazione attuale (AS IS) 26
 - 2.3.1 Pianificazione 26
 - 2.3.2 Piattaforme e sistemi 29
 - 2.3.3 Banche dati 58
 - 2.3.4 Modelli e applicativi idraulici, idrologici 60
 - 2.3.5 Modellistica previsionale meteo-climatica 73
 - 2.3.6 Modelli di moto ondoso, oceanografici e previsionali di marea 83
 - 2.3.7 Monitoraggio satellitare 84
 - 2.3.8 Reti di monitoraggio in situ 85
- 2.4 Censimento dei fabbisogni e delle richieste 85

3. AGRICOLTURA DI PRECISIONE 89

- 3.1 Riferimenti normativi 90
- 3.2 Analisi dei processi, degli attori e delle responsabilità 92
 - 3.2.1 Macro Aree Trasversali 93
 - 3.2.2 Applicazione in sistemi colturali erbacei 96
 - 3.2.3 Applicazione in sistemi colturali arborei 98
 - 3.2.4 Applicazione in viticoltura 98
 - 3.2.5 Ruolo delle politiche e delle istituzioni 99
- 3.3 Descrizione della situazione attuale (AS IS) 100
 - 3.3.1 Mappatura delle colture e caratteristiche del suolo 100
 - 3.3.2 Carta dei suoli d'Italia 114
 - 3.3.3 Stato Fenologico delle colture agricole 117
- 3.4 Censimento dei fabbisogni e delle richieste 119

4. INQUINAMENTO MARINO 120

- 4.1 Riferimenti normativi 121
- 4.2 Analisi dei processi, degli attori e delle responsabilità 123
- 4.3 Descrizione della situazione attuale (AS IS) 126
 - 4.3.1 Monitoraggio e previsioni marino costiere 126
 - 4.3.2 Prodotti specifici 133
 - 4.3.3 Servizio di sorveglianza di variazioni repentine del livello del mare 134
 - 4.3.4 Identificazione e previsione della dinamica di eventi di Oil spills 135
 - 4.3.5 Monitoraggio geomorfologico della fascia costiera 137
 - 4.3.6 Monitoraggio Habitat, Ecosistemi e servizi connessi 141
- 4.4 Censimento dei fabbisogni e delle richieste 142

5. ILLECITI AMBIENTALI 142

- 5.1 Riferimenti normativi 142
 - 5.1.1 Identificazione aree soggette a consumo di suolo, costruzione edifici abusivi 143
 - 5.1.2 Abusivismo edilizio: ambito urbanistico e relazioni con il demanio marittimo e i vincoli paesaggistici 144

5.1.3	<i>Identificazione aree conferimento di rifiuti</i>	145
5.1.4	<i>Sversamento di rifiuti liquidi al suolo ed in acque</i>	146
5.1.5	<i>Sversamento effluenti agricoli</i>	147
5.1.6	<i>Fattori di disturbo delle foreste</i>	150
5.1.7	<i>Inquinamento atmosferico</i>	150
5.1.8	<i>Tutela ambientale e delle biodiversità: la normativa specialistica in materia di pesca marittima</i>	152
5.2	<i>Analisi dei processi, degli attori e delle responsabilità</i>	152
5.3	<i>Descrizione della situazione attuale (AS IS)</i>	160
5.4	<i>Censimento dei fabbisogni e delle richieste</i>	167
6.	SUPPORTO ALLE EMERGENZE	169
6.1	<i>Riferimenti normativi</i>	169
6.2	<i>Analisi dei processi, degli attori e delle responsabilità</i>	170
6.2.1	<i>I soggetti di riferimento</i>	171
6.2.2	<i>Finalità del Servizio di protezione civile</i>	172
6.2.3	<i>Eventi di riferimento e la distribuzione delle competenze</i>	172
6.2.4	<i>Rischi di riferimento</i>	173
6.2.5	<i>Gli scenari di evento e il loro ruolo nel Sistema di protezione civile</i>	174
6.3	<i>Descrizione della situazione attuale (AS IS)</i>	176
6.3.1	<i>Il sistema di allertamento nazionale</i>	176
6.3.2	<i>Gli scenari attualmente utilizzabili</i>	178
6.3.3	<i>Le risorse disponibili</i>	179
6.4	<i>Censimento dei fabbisogni e delle richieste</i>	181
7.	INCENDI BOSCHIVI E DI INTERFACCIA	182
7.1	<i>Riferimenti normativi</i>	182
7.2	<i>Analisi dei processi, degli attori e delle responsabilità</i>	189
7.2.1	<i>Previsione</i>	191
7.2.2	<i>Prevenzione</i>	196
7.2.3	<i>Monitoraggio</i>	197
7.2.4	<i>Gestione delle emergenze</i>	199
7.2.5	<i>Attività post evento: Valutazione dei danni ed attività investigative</i>	204
7.3	<i>Descrizione della situazione attuale (AS IS)</i>	206
7.3.1	<i>Previsione a lungo periodo</i>	206
7.3.2	<i>Previsione dinamica – Sistema informativo del DPC</i>	214
7.3.3	<i>Vari sistemi previsionali regionali basati su indici</i>	220
7.3.4	<i>Prevenzione</i>	222
7.3.5	<i>Monitoraggio</i>	223
7.3.6	<i>Gestione delle emergenze</i>	232
7.3.7	<i>Attività post evento: Valutazione dei danni ed attività investigative</i>	236
7.4	<i>Censimento dei fabbisogni e delle richieste</i>	245
8.	FABBISOGNI COMPLESSIVI	247
9.	RETI DI MONITORAGGIO	247
9.1	<i>Descrizione della situazione attuale (AS IS)</i>	247
9.1.1	<i>Reti Geodetiche</i>	247
9.1.2	<i>Reti di monitoraggio meteorologico</i>	257

9.1.3 *Reti di osservazioni del suolo e dei movimenti franosi* 274

9.1.4 *Altre reti di monitoraggio locali* 286

10. DATI SATELLITARI 289

10.1 Il programma Copernicus 289

10.2 Missioni OT Agenzia Spaziale Italiana 290

10.2.1 *Cosmo – SkyMed* 290

10.2.2 *Prisma* 290

10.3 Report Missioni Spaziali 290

11. BIBLIOGRAFIA 303

12. SITOGRAFIA 307

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 - Specifiche informatiche della piattaforma IdroGEO	30
Figura 2 - Specifiche informatiche del Sistema Idro-Meteo-Mare	32
Figura 3 - Schema del sistema Fewes-Dews	51
Figura 4 - Schema dei modelli gestiti tramite il sistema Fewes-Dews	51
Figura 5 - Schema della rete della sede di Lucca	54
Figura 6 - Cluster VmWare di Firenze	55
Figura 7 - Sottoreti della sede di Firenze.....	56
Figura 8 - Schema di connessione tra le reti	56
Figura 9 - Esempio di dominio della catena modellistica COSMO 2I.....	79
Figura 10 - Esempio di dominio della catena modellistica COSMO 5M.....	79
Figura 11 - Schema del sistema di previsione numeriche operativo del Servizio Meteorologico dell'AM	80
Figura 12 - Sintesi delle esigenze e richieste espresse Verticale Instabilità Idrogeologica	87
Figura 13 - Mappa di dislocazione delle stazioni facente parte della RAN (dal portale RAN-Mipaaf)	103
Figura 14 - Home page del portale Irriframe, https://www.irriframe.it/irriframe	109
Figura 15 - Panoramica di riferimento, per la parte pubblica, delle missioni satellitari progettate per la misura dei flussi GHG. Estratto da GHG Monitoring from Space: A mapping of capabilities across public, private, and hybrid satellite missions. GEO, ClimateTRACE, WGIC (2021).....	111
Figura 16 - Network Europeo ICOS, stazioni di misura GHG (dal portale ICOS).	112
Figura 17 - Dislocazione stazioni di misura della rete ICOS Italia (dal portale ICOS).	113
Figura 18 - Stock globale di carbonio organico del suolo da 0 a 30 cm di profondità del suolo, FAO and ITPS. 2020. Global Soil Organic Carbon Map V1.5	114
Figura 19 - Carta dei Suoli d'Italia scala 1:1.000.000 (2012) disponibile in ESDAC: https://esdac.jrc.ec.europa.eu/content/carta-dei-suoli-ditalia-soil-map-italy	116
Figura 20 - Bollettino settimanale di analisi per Olea europaea, fonte Rete Rurale Nazionale.	119
Figura 21 - Rete Ondametrica Nazionale (RON).....	127
Figura 22 - Rete Mareografica Nazionale (RMN)	128
Figura 23 - Il riparto delle competenze nella pianificazione e gestione delle emergenze ai sensi del Codice della Protezione civile.....	173
Figura 24 - L'uso degli scenari nel ciclo di Protezione Civile	175
Figura 25 - Funzionamento della rete dei Centri Funzionali per il rischio idrometeo	177
Figura 26 - Funzionamento dei Centri Funzionali e delle SOUP per il rischio incendi.....	178
Figura 27 - Modello generale per il calcolo del rischio incendi boschivi.....	194
Figura 28 - Schema del sistema di allertamento	196
Figura 29 - Schema tratto dal Manuale operativo sui flussi delle attività e sui soggetti coinvolti	198
Figura 30 - Schema dei flussi informativi ed operativi della SOUP	202
Figura 31 - Schema delle fasi del processo	206
Figura 32 - Mappa estratta dal manuale RISICO 2018	208
Figura 33 - Corine Land Cover 2012	209
Figura 34 - Visualizzazione del Progetto Incendi nel Geoportale Nazionale	210
Figura 35 - Schema logico-sequenziale della cartografia tematica AIB	212
Figura 36 - Differenti livelli di pericolo in relazione all'area geografica	221
Figura 37 - Piano AIB Lombardia 2022-22	221
Figura 38 - Collegamento Rete INFC2015 - SIAN	227
Figura 39 - Elaborazione dei flussi informativi per la rete CON ECO FOR	228
Figura 40 - Elaborazione dei flussi informativi per la rete NEC.....	229
Figura 41 - SIAB Viewer geografico con dettaglio della scheda incendio	234
Figura 42 - Schermata dell'applicativo PESER da Manuale Utente.....	235
Figura 43 - Schermata del Risico Live.....	236
Figura 44 - Geoportale Incendi Boschivi	237

Figura 45 - Schema del Disaster Loss Database	241
Figura 46 - Schema dei processi legati al sistema Firemon.....	244
Figura 42 - Dislocazione delle stazioni RDN	249
Figura 47 - Attuali linee di livellazione di alta precisione suddivise per anni di intervento	254
Figura 48 - Localizzazione delle stazioni della rete FReDNet.....	256
Figura 49 - Distribuzione delle 39 stazioni della rete interregionale "SPIN3 GNSS" (fonte www.spingnss.it.) .	257
Figura 50 - Schema concettuale della rete dei CF (fonte: Scheda DPC).....	259
Figura 51 - Schema di dettaglio della rete RUPA (fonte: Scheda DPC)	259
Figura 52 - Schema DB Merged (fonte: Scheda DPC)	260
Figura 53 - La rete di monitoraggio meteo regionale	261
Figura 54 - Figura 42 Media di superficie (Kmq/stazione) coperta da ogni stazione	262
Figura 55 - Competenze per il monitoraggio meteo-idro (Fonte: ISPRA, 2019)	265
Figura 56 - Rete idrometrica (fonte: ISPRA, 2019).....	266
Figura 57 - Rete Radar Meteo Nazionale (Fonte: DPC) (in rosso temporaneamente non funzionanti)	267
Figura 58 - Rete Radar Meteo DPC (Fonte: DPC)	268
Figura 59 - Rete Meteo AM	272
Figura 60 - Localizzazione Stazioni Meteorivometriche manuali Tradizionali del SMT.....	273
Figura 61 - Localizzazione Stazioni Meteorivometriche automatiche	273
Figura 62 - Rete agrometeo nazionale (Fonte: CREA)	274
Figura 63 - Distribuzione delle stazioni permanenti della RAN sul territorio nazionale.....	275
Figura 64 - Rete OSS	276
Figura 65 - Mappa della Rete Accelerometrica Permanente INGV-OE	278
Figura 66 - Mappa della Rete Accelerometrica del Trentino	279
Figura 67 - Utilizzo del monitoraggio per la fase di studio e indagini e per la fase di esecuzione dell'intervento (https://www.snpambiente.it/2021/09/21/linee-guida-per-il-monitoraggio-delle-frane).....	280
Figura 68 - Sistemi di monitoraggio censiti nell'Anagrafe nazionale (in verde), in corso di censimento (in rosa) e le altre frane monitorate (in blu) (Fonte: ISPRA)	282
Figura 69 - Istogramma raffigurante la tipologia di strumentazione utilizzata nei sistemi di monitoraggio.	284
Figura 70 - Figura 42 Ubicazione delle stazioni della rete RING	286

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1 - Risorse esistenti e attualmente in uso da parte del DPC	15
Tabella 2 - Corrispondenze e fonti di dato per le diverse tipologie di evento definite dall'art.4, comma 2, della Direttiva Alluvioni	29
Tabella 3 - Componenti hardware dell'infrastruttura informatica UoM Brenta-Baccaglione	49
Tabella 4 - Server nella sede di Lucca	53
Tabella 5 - Server nella sede di Firenze	54
Tabella 6 - Elenco dei modelli numerici per previsioni meteo-climatiche	74
Tabella 7 - Impatto economico delle tecnologie	96
Tabella 8 - Requisiti dei dati per tipologia di operazione agronomica	97
Tabella 9 - Compatibilità piattaforma ed operazione agronomica	97
Tabella 10 - Locazione stazioni RAN	104
Tabella 11 - Locazione stazioni SIARL.....	105
Tabella 12 - Sintesi tabellare delle esigenze espresse dal verticale Agricoltura di precisione	119
Tabella 13 - Sintesi delle esigenze e delle richieste Verticale Illeciti Ambientali.....	168
Tabella 14 - Normativa generale supporto alle emergenze	169
Tabella 15 - I rischi di riferimento per il Servizio di protezione civile	173
Tabella 16 - Sintesi Normativa per il rischio incendi boschivi e di interfaccia	187
Tabella 17 - Schema delle competenze del D.O.S.	203
Tabella 18 - Quadro sintetico dei soggetti per ciascuna fase.....	205
Tabella 19 - Componenti informative disponibili per la fase previsionale	206
Tabella 20 - Elenco dei Parchi Nazionali non forniti di Cartografia AIB informatizzata.....	213
Tabella 21 - Elenco dei Parchi Nazionali non forniti di Cartografia delle infrastrutture AIB	213
Tabella 22 - Modello RISiCO	214
Tabella 23 - Classi di pericolo relazionate a indice FWI.....	215
Tabella 24 - Osservazioni disponibili sulla piattaforma MyDewetra	217
Tabella 25 - Previsioni disponibili sulla piattaforma MyDewetra	219
Tabella 26 - Layers statici disponibili sulla piattaforma MyDewetra	220
Tabella 27 - Risorse del CNVVF per LAIB	234
Tabella 28 - Classi di gravità degli incendi	241
Tabella 29 - Incendi boschivi: sintesi tabellare delle esigenze e delle richieste espresse.....	245
Tabella 30 - Esigenze risultanti dal Censimento ex DL120/2021	246
Tabella 31 - Coordinate cartesiane della RDN in ETRF2000 all'epoca 2008.0	249
Tabella 32 - Hardware installato su ciascuna stazione	251
Tabella 33 - Strutture regionali e provinciali (SIR) competenti in Italia per il monitoraggio idrologico. (Fonte: ISPRA).....	263
Tabella 34 - Reti di monitoraggio meteo dell'Aeronautica Militare	271
Tabella 35 - Localizzazioni epicentrali e ipocentrali dei sismi operate dall'INGV.....	276
Tabella 36: distribuzione sistemi di monitoraggio in Anagrafe ISPRA	283
Tabella 37 - Elenco delle principali missioni spaziali con relativa agenzia di riferimento e disponibilità del dato	291
Tabella 38 - Elenco delle missioni spaziali con associata tipologia di sensore e relativo scopo principale.....	294

1 1. PREMESSA

Il presente documento descrive la situazione AS IS in cui versano le infrastrutture (reti di monitoraggio, sistemi) e i processi relativi alle aree operative a cui si riferiscono i fabbisogni indicati dagli stakeholder coinvolti nel progetto.

SCOPO DEL DOCUMENTO

Lo scopo del presente documento è, oltre a costituire una base di conoscenza da cui partire per la valutazione degli impatti necessari per il soddisfacimento dei fabbisogni indicati e per la progettazione di massima del costituendo sistema nazionale di monitoraggio e previsione, anche quello di fornire le informazioni sufficienti ad una prima definizione del complesso di fabbisogni che verranno effettivamente presi in considerazione per la progettazione preliminare.

Le informazioni riportate nel presente documento sono state derivate:

- dall'analisi delle schede di fabbisogni inoltrate dai vari stakeholder
- dalle sessioni di analisi one-to-one realizzate durante la fase di analisi dal GdL di progetto e dai rappresentanti degli stakeholder
- dalla documentazione fornita dagli stakeholder
- da siti e documenti pubblici qualora indicati espressamente dagli stakeholder durante le sessioni di analisi come sorgenti aggiornate e rappresentative di quanto richiesto
- dal Capitolato di gara da cui è derivato l'incarico al nostro RTI di cui il presente documento è uno dei deliverables di progetto
- dall'esperienza degli scriventi relativamente alle varie Aree Verticali di indagine

ACRONIMI SPECIFICI UTILIZZATI NEL DOCUMENTO

Acronimo	Definizione
ADA	Active Deformation Area
AGRAMS-t	Air&Ground Risk Analysis and Monitoring System tool
AI	Artificial Intelligence
API	Application Program Interface
ASI	Agenzia Spaziale Italiana (Italian Space Agency)
AIB	Antincendio boschivo
APF	Aree percorse dal fuoco
CCTA	Comando Carabinieri Tutela Ambientale
CFC	Centro Funzionale Centrale
CFR	Centro Funzionale Regionale
CNR	Consiglio Nazionale delle Ricerche
CNVVF	Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco
CoMaP	Copernicus Marketplace
CREA	Consiglio per la Ricerca in agricoltura e l'analisi dell'Economia Agraria
CUFAA	Comando Unità forestali, ambientali e agroalimentari dell'Arma dei Carabinieri
DESI	Digital Economy and Society Index
DGPICPMI	Direzione generale per la politica industriale, la competitività e le Piccole e Medie Imprese
DG	Direzione Generale
DIAS	Data and Information Access Services
DL	Deep Learning
D.lgs	Decreto legislativo
D.L.	Decreto-legge
DPC	Dipartimento Protezione Civile
DPCM	Decreto del Presidente del Consiglio dei ministri
ECSS	European Cooperation for Space Standardization
EGMS	European Ground Motion Service
ENAC	Ente Nazionale per l'Aviazione Civile
ENEA	Agenzia Nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile
EPN	European Permanent Network

EU	European Union
FSC	Fondo per lo Sviluppo e la Coesione
GEO	Geosynchronous Equatorial Orbit
GHG	Greenhouse Gases
GN	Geoportale Nazionale
GNSS	Global Navigation Satellite System
IA-MSGS	Infrastruttura Abilitante per il Mercato dei Servizi GeoSpaziali
IFFI	Inventario Fenomeni Franosi d'Italia
INFC	Inventario Nazionale delle Foreste e dei serbatoi di Carbonio
INI	Infrastruttura Nazionale INSPIRE
ITU	International Telecommunication Union
ISPRA	Istituto Superiore per la Protezione e Ricerca Ambientale
MATTM	Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare
MASAF	Ministero dell'agricoltura, della sovranità alimentare e delle foreste
MASE	Ministero per l'ambiente e la sicurezza energetica
MEF	Ministero dell'Economia e delle Finanze
MIPAAF	Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali
MIBACT	Ministero per i Beni e le attività Culturali e del turismo
MISE	Ministero per lo Sviluppo Economico
MID	Ministero dell'Innovazione e della Digitalizzazione
MIT	Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
MD	Ministero Difesa
ML	Machine Learning
NIAB	Nucleo Informativo Antincendio Boschivo
O.P.C.M.	Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri
OT	Osservazione della Terra
PA	Pubblica Amministrazione
PMI	Piccole e Medie Imprese
PN	Parchi Nazionali
PNRR	Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza
PON	Piano Operativo Nazionale
Ppl	Partenariato per l'Innovazione
PPP	Partenariato Pubblico Privato
PPR	Partenariato Pubblico Rilevante
PST	Piano straordinario di Telerilevamento
RAN	Rete Accelerometrica Nazionale
RMN	Rete Meteorologica Nazionale
RNDT	Repertorio Nazionale dei Dati Territoriali
RPAS	Remotely Piloted Aircraft System
SAR	Synthetic Aperture Radar
SCC-PCN	Sistema Cartografico Cooperativo - Portale Cartografico Nazionale
SDG	Sustainable Development Goal
SIC	Siti di importanza comunitaria
SIGRIAN	Sistema Informativo Risorse In Agricoltura Nazionale
SINAnet	Sistema informativo nazionale ambientale
SIRA	Sistema Informativo Regionale Ambientale
SNPA	Sistema Nazionale della Protezione Ambientale
SNPC	Servizio Nazionale della Protezione Civile
SM	Stati Membri
TRL	Technology Readiness Level
TU	Testo unico
UAM	Urban Air Mobility
ZPS	Zone a protezione speciale

2 2. INSTABILITÀ IDROGEOLOGICA

Il dissesto idrogeologico costituisce un tema di particolare rilevanza per l'Italia a causa degli impatti su popolazione, ambiente, beni culturali, infrastrutture lineari di comunicazione e sul tessuto economico e produttivo.

Alla naturale propensione del territorio al dissesto, legata alle sue caratteristiche meteo-climatiche, topografiche, morfologiche e geologiche, si aggiunge il fatto che l'Italia è un paese fortemente antropizzato. L'incremento delle aree urbanizzate, verificatosi a partire dal secondo dopoguerra, spesso in assenza di una corretta pianificazione territoriale, ha portato ad un considerevole aumento degli elementi esposti a rischio, ovvero di beni e persone presenti in aree soggette a pericolosità per frane e alluvioni. Le superfici artificiali sono passate infatti dal 2,7% negli anni '50 al 7,11% del 2020 e allo stesso tempo l'abbandono delle aree rurali montane e collinari ha determinato un mancato presidio e manutenzione del territorio. Ciò si è spesso tradotto in un considerevole cambiamento delle condizioni naturali degli alvei con una conseguente rottura degli equilibri che i corsi d'acqua stessi avevano raggiunto. Tratti più o meno estesi dei corsi d'acqua sono stati cementificati a discapito della permeabilità dei terreni che ne costituiscono l'alveo, sezioni fluviali sono state ridotte dalla costruzione di argini artificiali e di opere di attraversamento (ponti, guadi, tombinature), ecc.

D'altra parte, le azioni antropiche che condizionano in maniera determinante i naturali processi di erosione, trasporto e sedimentazione fluviale sono innumerevoli. La sistemazione idrogeologica dei bacini montani, la realizzazione di briglie e di invasi artificiali che interrompono il trasporto dei sedimenti, la sottrazione delle portate naturali dei corsi d'acqua a fini irrigui e idroelettrici hanno determinato evidenti alterazioni morfologiche degli alvei con ripercussioni negative nei tratti di pianura, ove si osservano piene più rapide e distruttive, e lungo i litorali, ove le erosioni per carenza di sedimenti rappresenta un male endemico comune a molte regioni d'Italia.

I cambiamenti climatici in atto stanno inoltre determinando un aumento della frequenza degli eventi pluviometrici intensi che, impattando su un territorio i cui equilibri naturali sono stati profondamente stravolti negli ultimi decenni, hanno causato un aumento della frequenza delle frane superficiali, delle colate detritiche e delle piene rapide e improvvise (flash floods).

Inoltre, le attività agricole e forestali hanno rappresentato, nei secoli scorsi, il principale agente modellatore del territorio italiano, creando, in molti casi, paesaggi di straordinaria bellezza ma andando anche a incidere su territori spesso intrinsecamente predisposti a fenomeni di degrado dei suoli e di dissesto geomorfologico-idraulico. Tali fenomeni sono stati contrastati nel passato da specifiche pratiche agricole e silvicole e da una capillare rete di opere di regimazione delle acque e di stabilizzazione dei versanti.

Dal dopoguerra la forte espansione dei centri urbani e lo sviluppo industriale hanno determinato un abbandono delle attività agro-silvo-pastorali nel territorio montano-collinare con una progressiva riduzione del presidio e della manutenzione delle opere di protezione. Inoltre la meccanizzazione delle lavorazioni del suolo, che a partire dagli anni '50 ha visto l'impiego di una crescente potenza delle trattrici, ha determinato il raggiungimento di profondità di aratura considerevoli e l'esecuzione di livellamenti e di sbancamenti per la realizzazione di impianti specializzati a rittochino, esercitando una notevole pressione sul suolo e contribuendo alla genesi dei fenomeni di dissesto e degrado (es. frane superficiali, erosione, compattazione, perdita di sostanza organica, ecc.).

Per quanto sopra esposto, l'Italia è un paese a elevato rischio idrogeologico. Le frane e le alluvioni sono le calamità naturali che si ripetono con maggior frequenza e causano, dopo i terremoti, il maggior numero di vittime e di danni. Alcuni dati al riguardo:

- Solo negli ultimi dieci anni sono stati spesi oltre 3,5 Miliardi di Euro con Ordinanze di Protezione Civile per far fronte a eventi idrogeologici (Fonte: Dipartimento della Protezione Civile, 2013).
- Complessivamente le aree ad alta criticità idrogeologica da frana e alluvione sul territorio italiano risultano pari a 29.517 km² secondo quanto riportato nel documento "Il rischio idrogeologico in

Italia” redatto dal MATTM nel 2008 utilizzando i dati contenuti nei Piani di Assetto Idrogeologico (PAI) predisposti dalle Autorità di Bacino.

- Dal rapporto ISPRA 2021 risulta che il 18,4% (55.609 km²) del territorio nazionale è classificato a pericolosità frane elevata, molto elevata e/o a pericolosità idraulica media (tempo di ritorno tra 100 e 200 anni).
- Complessivamente il 93,9% dei comuni italiani (7.423) è a rischio per frane, alluvioni e/o erosione costiera. 1,3 milioni di abitanti sono a rischio frane (13% giovani con età < 15 anni, 64% adulti tra 15 e 64 anni e 23% anziani con età > 64 anni) e 6,8 milioni di abitanti a rischio alluvioni. Le regioni con i valori più elevati di popolazione a rischio frane e alluvioni sono Emilia-Romagna, Toscana, Campania, Veneto, Lombardia, e Liguria. Le famiglie a rischio sono quasi 548.000 per frane e oltre 2,9 milioni per alluvioni. Su un totale di oltre 14,5 milioni di edifici, quelli ubicati in aree a pericolosità da frana elevata e molto elevata sono oltre 565.000 (3,9%), quelli ubicati in aree inondabili nello scenario medio sono oltre 1,5 milioni (10,7%).

Gli obiettivi tendenziali al fine di mitigare il dissesto idrogeologico possono essere delineati come segue:

- Protezione del territorio e riduzione del dissesto idrogeologico
 - Misure e interventi a carattere estensivo finalizzati alla riduzione dell'erosione del suolo e dei fenomeni franosi superficiali, all'aumento dei tempi di corruzione con riduzione dei colmi di piena e degli eventi alluvionali, alla riduzione della quantità di sedimento immessa nel reticolo idrografico e dell'interrimento degli invasi artificiali.
- Conservazione della risorsa suolo, della naturalità e biodiversità del territorio
 - Mantenimento delle superfici coltivate, riduzione dell'erosione e dalla perdita di sostanza organica con conseguente miglioramento della fertilità dei suoli e diminuzione dell'uso di fertilizzanti, erbicidi e antiparassitari; supporto e conservazione delle aree agricole ad alto valore naturalistico (HNVF); riqualificazione degli ecosistemi degradati tramite la conservazione ed il potenziamento dei corridoi ecologici e degli ecotoni.
 - Mantenimento della copertura forestale in buono stato di efficienza ecologica; aumento dell'efficacia dei boschi sul controllo dell'idrologia superficiale e dell'erosione dei versanti, tramite il mantenimento e l'incentivazione della gestione attiva dei soprassuoli forestali.
- Supporto alla riduzione delle emissioni di gas serra e alla mitigazione dei cambiamenti climatici mediante l'incremento dell'assorbimento di CO₂
 - Miglioramento della struttura e funzionalità dei boschi, valorizzando il contributo forestale al ciclo del carbonio, mantenendo attive le pratiche colturali e recuperando i turni di gestione, valorizzando anche le aree marginali e a macchiatico negativo.
 - Diffusione di suoli integri e/o inerbiti, con presenza di siepi e filari arborei, fasce vegetazionali lungo i corsi d'acqua, mantenimento della sostanza organica nei suoli, sviluppo dell'agricoltura conservativa.

2.1 Riferimenti normativi

Il tema del dissesto idrogeologico costituisce una problematica di grande rilievo per l'impatto sul costruito e sulla popolazione in un paese come l'Italia particolarmente predisposto al fenomeno data la sua conformazione geologica, idrografica e geomorfologica. A ciò si aggiungono gli effetti derivanti dal cambiamento climatico i quali introducono un'ulteriore variabile di imprevedibilità in termini di fenomeni estremi.

La normativa nazionale ha di conseguenza subito una progressiva evoluzione strettamente legata ad una crescente consapevolezza del legislatore nei confronti della tematica che è oggetto di legislazione concorrente.

Il **Regio Decreto (R.D.) n. 3918/1877** è tra i primi interventi normativi in materia di vincoli specifici per la salvaguardia dei boschi, riassunti all'interno della dicitura "vincolo forestale". Nei decenni successivi, il progressivo spopolamento delle aree collinari a vantaggio delle zone vallive, fa crescere la necessità di tutelare le aree boschive e forestali attraverso una serie di interventi normativi. Con il **R.D. 27 luglio 1904, n. 523** "Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie" si accresce l'attenzione sulle tematiche ambientali mentre, con le **Leggi 277/1910** e

744/1911 rispettivamente si definisce il demanio forestale e vengono diversificati sotto l'aspetto economico gli interventi di sistemazione idraulica in aree di pianura e montane. La prima norma nella quale si introduce il concetto di pianificazione arriva nel 1923 con il **R.D. n. 3267** "Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e terreni montani" con il quale si disciplina e si limita l'azione antropica nelle aree vincolate previa autorizzazione da parte delle autorità competenti. Fanno seguito il **R.D. 17 maggio 1926, n. 1126** che definisce i criteri per la delimitazione delle aree soggette a vincolo e per il rilascio delle autorizzazioni e il **R.D. n. 215/1933** che definisce le opere di bonifica in aree dissestate.

A partire dal dopoguerra l'apparato legislativo si mise in funzione trainato da una serie di eventi alluvionali catastrofici, a cominciare dall'alluvione del Polesine che nel 1951 causò circa 100 vittime e 180.000 senzatetto e quella di Firenze nel 1966 la quale colpì non solo il centro storico del capoluogo toscano ma l'intero bacino dell'Arno. Le norme emanate a riguardo prevedevano un "Piano orientativo ai fini di una sistematica regolazione delle acque e relazione annuale del Ministero dei lavori pubblici" (**L. 184/1952**) e un "Piano di attuazione per una sistematica regolazione dei corsi di acqua naturali", (**L.11/1962**). Con la **L. n. 632/1967** si istituiva con cui si istituiva la "Commissione Interministeriale per lo studio della sistemazione idraulica e di difesa del suolo".

Nel 1977 con il **DPR 617** si trasferiscono alle Regioni le attività riguardanti la manutenzione e definizione delle aree di vincolo e nel 1989 con **L. n. 183** (successivamente abrogata ed in parte reintegrata nel D.Lgs. 152/2006) i fenomeni di dissesto idrogeologico rientrano tra gli elementi da considerare nella pianificazione territoriale ed urbanistica. Con la finalità di operare una pianificazione territoriale attraverso la valutazione del rischio vengono riorganizzare le competenze dei vari enti territoriali arrivando all'istituzione delle Autorità di Bacino (AdB). Solo a seguito degli eventi di Sarno le AdB ebbero il ruolo di redigere i piani di assetto idrogeologico (PAI) attraverso l'individuazione e la perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico per frane e alluvioni (**Decreto Legge n. 180 dell'11.06.1998 convertito nella L. 267/1998 e DPCM 29 settembre 1998** - Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1, commi 1 e 2, del decreto-legge 11 giugno 1998, n. 180, per la redazione dei piani stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico che contengano in particolare l'individuazione, la perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico e l'adozione delle misure di salvaguardia con il contenuto di cui all'art. 6-bis della predetta legge n. 183 del 1989).

Con la **Legge n. 365/2000** "Conversione in legge, con modificazioni, del **DL 12 ottobre 2000, n. 279**, recante interventi urgenti per le aree a rischio idrogeologico molto elevato ed in materia di protezione civile, nonché a favore delle zone della regione Calabria danneggiate dalle calamità idrogeologiche di settembre ed ottobre 2000" si interviene estendendo la validità delle misure di salvaguardia imposte dai Piani straordinari fino all'approvazione dei PAI che tardavano a essere approvati. Inoltre, con l'art. 1-bis è introdotta una nuova procedura per l'adozione dei Piani Stralcio, basata sull'istituzione della Conferenza Programmatica, per verificare il progetto di piano ed esprimere il parere vincolante per il Comitato Istituzionale dell'Autorità di bacino all'atto dell'adozione del piano stesso.

In considerazione dell'art 5, comma 2, del **decreto 7 settembre 2001, n.343**, convertito con modificazioni dalla **legge 9 novembre 2001, n. 401**, in cui è previsto che il Presidente del Consiglio dei Ministri predisponga gli indirizzi operativi dei programmi di previsione e prevenzione dei rischi, nonché i programmi nazionali di soccorso ed i piani per l'attuazione delle conseguenti misure di emergenza, d'intesa con le Regioni e gli Enti locali, con la **Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri 27 Febbraio 2004** recante "Indirizzi operativi per la gestione organizzativa e funzionale del sistema di allertamento nazionale, statale e regionale per il rischio idrogeologico ed idraulico ai fini di protezione civile", si vuole:

- individuare le autorità a cui compete la decisione e la responsabilità di allertare il sistema della protezione civile ai diversi livelli, statale e regionale, e nelle diverse fasi dell'eventuale manifestarsi, nonché del manifestarsi, di calamità, catastrofi e altri eventi che possano determinare o che determinino situazioni di rischio;
- definire i soggetti istituzionali e gli organi territoriali coinvolti nelle attività di previsione e prevenzione del rischio e di gestione dell'emergenza, nonché i loro legami funzionali ed organizzativi al fine di sostenere le autorità di protezione civile, sia in tale decisione ed assunzione di responsabilità che nella organizzazione ed attuazione di adeguate azioni di contrasto del rischio stesso;

- stabilire gli strumenti e le modalità con cui le informazioni relative all'insorgenza ed evoluzione del rischio idrogeologico ed idraulico, legate al manifestarsi di eventi meteorologici particolarmente intensi tali da generare nelle diverse aree del Paese situazioni di dissesto per il territorio, nonché di pericolosità per la popolazione, devono essere raccolte, analizzate e rese disponibili alle autorità, ai soggetti istituzionali ed agli organi territoriali individuati e coinvolti nel sistema e nelle attività di protezione civile;
- sancire i rapporti funzionali e le relazioni di leale collaborazione tra il sistema della protezione civile, sia nazionale che regionale, e le altre autorità, i soggetti istituzionali e gli organi territoriali, preposti, ancorché con altre finalità e strumenti, ma comunque ordinariamente, alla valutazione e mitigazione del rischio in materia;
- organizzare il sistema di allerta nazionale distribuito, ferme restando le prerogative in materia di legislazione concorrente e nel rispetto delle competenze delle Regioni a statuto ordinario e quelle autonome a statuto speciale.

Nella stessa direttiva vengono definiti gli enti che concorrono responsabilmente al governo del sistema di allerta nazionale ovvero: la Presidenza del Consiglio, attraverso il Dipartimento della protezione civile; le Presidenze delle Giunte regionali, attraverso soggetti e strutture a tal fine individuati e/o delegati, in attuazione di quanto specificato dalla **circolare del 30 settembre 2002, n. DPC/CG/0035114** e di quanto previsto dalla **legge 183/1989** e successive modificazioni, dalla **legge n. 225/1992**, dal **decreto legislativo n.112/1998** e **dalla legge n. 401/2001** e dalle normative regionali di riferimento.

La gestione del sistema di allerta nazionale è assicurata dal Dipartimento della protezione civile e dalle Regioni attraverso la rete dei Centri Funzionali, nonché le strutture regionali ed i Centri di Competenza chiamati a concorrere funzionalmente ed operativamente a tale rete, così come stabilito dall'**ordinanza n. 3134 del 10 maggio 2001**, e così come modificata dall'**ordinanza n.3260 del 27 dicembre 2002**, e realizzata secondo il progetto approvato, nella seduta del 15 gennaio 2002, dal Comitato tecnico di cui alla **legge n. 267/1998** e al **DPCM 15/12/1998**.

Le Province autonome aderiscono alla gestione organizzativa e funzionale del sistema di allertamento nazionale distribuito per il rischio idrogeologico e idraulico ai fini di protezione civile, tramite apposita convenzione da stipulare con il Dipartimento della protezione civile ferme restando le competenze riconosciute alle stesse dallo Statuto di cui al DPR del 31 agosto 1971, n. 670.

Nel 2006 il **D.Lgs. 152 "Norme in materia Ambientale"** introduce la definizione di "dissesto idrogeologico" e stabilisce i principi generali e le competenze dello stato, delle AdB distrettuali e delle Regioni/Province Autonome. Esso rappresenta una norma che ha come fondamento la conservazione e la capacità di riproduzione dell'ecosistema attraverso una serie di strumenti conoscitivi, di programmazione, pianificazione ed esecuzione degli interventi.

In attuazione dell'art. 63, comma 3, del Codice dell'ambiente, come riscritto dal comma 2 dell'art. 51 del collegato ambientale, è stato emanato il D.M. Ambiente 25 ottobre 2016 con cui sono state disciplinate le Autorità di bacino distrettuali, sopprimendo, a decorrere dalla data di entrata in vigore del decreto, le preesistenti autorità di bacino nazionali, interregionali e regionali (vale a dire quelle istituite dalla legge n. 183/1989).

Di fatto, riconoscendo il governo dei distretti idrografici, viene definita dopo ben 27 anni dalla legge che istituisce le Autorità di Bacino, una nuova governance fluviale in materia di acque e di difesa del suolo. La carica innovativa della riforma nel settore delle acque impone il superamento della frammentazione amministrativa dei singoli enti coinvolti nella progettazione fluviale attraverso una pianificazione strategica e coordinata a livello di bacino idrografico, per affrontare in maniera unitaria le problematiche ambientali.

Il nuovo impianto organizzativo, che scaturisce dalla legge n. 221/2015 e dal decreto n. 294, razionalizza e semplifica le competenze del settore, con l'esercizio da parte di un solo ente, l'Autorità di bacino distrettuale, delle funzioni di predisposizione del Piano di bacino distrettuale e dei relativi stralci, tra cui i Piani di gestione delle acque e del rischio di alluvioni, a livello di distretto idrografico. Le funzioni sono esplicitate sotto la vigilanza ed il controllo del Ministero dell'Ambiente, mentre alle Regioni è demandato il compito di attuare i Piani di gestione a scala sub-distrettuale, e territoriale regionale.

L'articolo 59 della Legge n. 221 del 28 dicembre 2015 "Risorse idriche e acque reflue" disciplina nuovi strumenti di governance ambientale i c.d. contratti di fiume e inserisce nel testo unico ambientale

l'articolo 68-bis. I Contratti di Fiume (lago, costa...) in Italia sono regolamentati dall'art. 68 bis del D. Lgs. 152/2006 (Codice per l'Ambiente) quali <<strumenti volontari di programmazione strategica e negoziata che perseguono la tutela, la corretta gestione delle risorse idriche e la valorizzazione dei territori fluviali unitamente alla salvaguardia dal rischio idraulico, contribuendo allo sviluppo locale>>. Il disposto normativo nazionale oltre ad evidenziare il carattere di volontarietà dello strumento, sottolinea l'importanza di attivare pratiche inclusive di partecipazione attiva nello sviluppo dei territori fluviali e costieri, con il coinvolgimento continuo degli stakeholders. Nella parte III del D.lgs. 152/2006 riguardante "i distretti idrografici e i servizi idrici ad uso civile", si ripristina l'integrazione tra difesa del suolo e tutela delle acque, riprendendo un concetto cardine della legge 18 maggio 1989 n. 183 (Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo); il principio ispiratore è quello di "coordinare, all'interno di un'unità territoriale funzionale, il bacino idrografico inteso come sistema unitario, le molte funzioni settoriali della difesa del suolo, recuperando contributi tipici di altre competenze di intervento pubblico di tutela ambientale."

La **Dir. n. 2007/60/CE (Direttiva alluvioni)** recepita con **D.Lgs. 49 del 23/02/2010** "Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi alluvioni" si occupa dell'attività di intervento, prevenzione e mitigazione del rischio idrogeologico in coordinamento con la disciplina del **D.Lgs. n. 152/2006**, definendo regole comuni per la valutazione e la gestione del rischio alluvioni, introducendo tre scenari di pericolosità e rischio idraulico nonché i piani di gestione del Rischio Alluvioni (PGRA). Questi compiti devono essere svolti dalle Autorità di bacino distrettuali (come definite all'art. 63 del D.Lgs. n. 152/2006) e dalle Regioni che, in coordinamento tra loro e con il Dipartimento Nazionale della Protezione Civile, predispongono la parte dei piani di gestione per il distretto idrografico relativa al sistema di allertamento nazionale, statale e regionale, per il rischio idraulico ai fini di protezione civile.

Con il **DPCM del 27 maggio 2014** viene istituita la Struttura di Missione contro il dissesto idrogeologico, la quale ha il compito di perseguire i seguenti obiettivi:

- ricognizione dei diversi monitoraggi esistenti in tema di interventi contro il dissesto idrogeologico e di depurazione delle acque, al fine di ottenere un quadro il più possibile completo e aggiornato circa la situazione di fatto delle opere programmate;
- contribuire, attraverso la collaborazione con i Ministeri operativi (Ministero delle Infrastrutture e Ministero dell'Ambiente) e con le altre strutture della Presidenza del Consiglio, alla ridefinizione di una governance degli interventi più corta e trasparente e più operativa;
- dopo la ricognizione sullo stato delle opere, l'accelerazione, lo sblocco e la riprogrammazione, ove necessario, delle risorse fino ad oggi programmate per interventi finalizzati alla mitigazione del dissesto idrogeologico e della depurazione e non ancora avviate a cantiere;
- contribuire, in collaborazione col Ministero dell'Ambiente e con il Dipartimento per lo Sviluppo e la Coesione economica (DPS) e con le Regioni, alla preparazione della nuova Programmazione degli interventi, ridefinendo criteri di priorità e strumenti operativi per l'utilizzo dei fondi.

Con **Legge 28 giugno 2016 n.132** viene istituito il **Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (SNPA)** "Al fine di assicurare omogeneità ed efficacia all'esercizio dell'azione conoscitiva e di controllo pubblico della qualità dell'ambiente a supporto delle politiche di sostenibilità ambientale e di prevenzione sanitaria a tutela della salute pubblica". Esso costituisce un vero e proprio Sistema a rete che fonde in una nuova identità quelle che erano le singole componenti del preesistente Sistema delle Agenzie Ambientali, che coinvolgeva le 21 Agenzie Regionali (ARPA) e Provinciali (APPA), oltre a ISPRA.

Il **D.L. 86/2018** trasferisce i compiti della struttura di Missione al Ministero dell'ambiente e, con il **D.P.C.M. 15 febbraio 2019**, si istituisce una cabina di regia denominata "Strategia Italia" (a cui partecipa anche il Ministro dell'ambiente), avente il compito, tra gli altri, di verificare lo stato di attuazione degli interventi connessi a fattori di rischio per il territorio, quali dissesto idrogeologico e vulnerabilità sismica degli edifici pubblici.

Con il **D.P.C.M. 20 febbraio 2019 (Allegato A)** è stato approvato il **Piano nazionale per la mitigazione del rischio idrogeologico, il ripristino e la tutela della risorsa ambientale. Tale piano** "persegue la formazione di un quadro unitario, ordinato e tassonomico, concernente l'assunzione dei fabbisogni, la ripartizione relativa ai suddetti ambiti e misure di intervento; la sintesi delle risorse

finanziarie disponibili; la ripartizione dei carichi operativi e il piano delle azioni; il sistema di governance e delle collaborazioni istituzionali; il cronoprogramma delle attività; i risultati attesi, anche in termini di impatti e benefici sociali ed economici, una criteriologia più referenziata, conosciuta e maggiormente trasparente di selezione degli interventi; un sistema di reporting, monitoraggio e controllo di gestione, opportunamente potenziato, anche mediante alimentazione e integrazione delle banche dati esistenti". Lo stesso Piano è articolato "in una pluralità di programmi obiettivo facenti capo a ciascuna delle amministrazioni competenti, che dovranno trovare sintesi preventiva e periodica verifica successiva nel livello più alto di coordinamento della Presidenza del Consiglio dei ministri" (comma 4).

Esso contiene:

- misure di emergenza;
- misure di prevenzione;
- misure di manutenzione e ripristino;
- misure di semplificazione;
- misure di rafforzamento della governance e organizzative.

Negli allegati al piano sono esposti "il prospetto ricognitivo analitico delle risorse finanziarie complessive concernenti la materia, recante il quadro composito delle risorse allocate e complessivamente disponibili" (allegato B) e "un documento recante linee guida in materia di semplificazione dei processi, rafforzamento organizzativo e della governance" (allegato C).

Il **D.L.77/2021** (convertito in **legge n.108/2021**) all'art. 36-ter introduce la denominazione di **Commissari di Governo per il contrasto al dissesto idrogeologico**, per i commissari che hanno competenze in materia di contrasto al dissesto idrogeologico e la competenza degli interventi in tale ambito, indipendentemente dalla fonte di finanziamento. Viene inoltre previsto che gli interventi di prevenzione, mitigazione e contrasto al dissesto idrogeologico - ivi compresi quelli finanziabili tra le linee di azione del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (**PNRR**) - siano qualificati come opere di preminente interesse nazionale, aventi carattere prioritario.

Oltre ciò il decreto introduce:

- la regolamentazione della manutenzione idraulica dei bacini e sottobacini idrografici;
- lo snellimento delle procedure per la realizzazione degli interventi di contrasto al dissesto idrogeologico (in modifica alle norme sulla espropriazione per pubblica utilità);
- norme per la interoperabilità e la razionalizzazione dei sistemi informativi in materia di mitigazione del dissesto idrogeologico;
- obbligo per il Ministero della Transizione Ecologica (MiTE) a trasmettere una relazione annuale al Parlamento, entro il 30 giugno di ogni anno, contenente l'indicazione degli interventi di competenza dei Commissari e il loro stato di attuazione.

Il **D.L. 36/2022** all'art. 23 comma 5 reca modifiche agli articoli 57 e 250 del c.d. Codice ambiente intervenendo in materia di procedure di approvazione dei piani di bacino. Si dispone che, in materia di approvazione dei piani di bacino, la Conferenza Stato-Regioni pronunci il proprio parere entro il limite temporale di trenta giorni, termine decorso il quale si procede anche in mancanza di tale parere. Si estende anche alle Autorità di bacino distrettuali quanto previsto dal comma 1-bis all'articolo 250 del Codice dell'Ambiente, che consente a talune regioni, province autonome ed enti locali territoriali di avvalersi, attraverso la stipula di apposite convenzioni, di società in house del MiTE, allo scopo di favorire l'accelerazione degli interventi per la messa in sicurezza, bonifica e ripristino ambientale; si amplia inoltre il novero delle finalità in vista delle quali l'esercizio di tale facoltà è consentito, inserendo anche gli scopi di accelerazione degli interventi di tutela del territorio e delle acque.

Per la normativa di riferimento riguardante il servizio meteorologico di riferimento, l'Aeronautica Militare e ItaliaMeteo viene elencata di seguito:

- Codice della navigazione (R.D. 30 marzo 1942, n. 327) e successive modifiche;
- Decreto Legislativo 6 marzo 1948, n. 616 - "Approvazione della Convenzione internazionale per l'aviazione civile internazionale (ICAO), stipulata a Chicago il 7 dicembre 1944", ratificato con la Legge 17 aprile 1956, n. 561;
- Legge 21 novembre 1950, n. 1237 - "Ratifica ed esecuzione della Convenzione dell'Organizzazione meteorologica mondiale (OMM), conclusa a Washington l'11 ottobre 1947", la quale affida al Ministero della Difesa la gestione degli oneri dalla stessa derivanti;

- Legge 13 aprile 1977, n. 216 - "Ratifica ed esecuzione della Convenzione relativa all'istituzione del Centro Europeo per le previsioni meteorologiche a medio termine" (CEPMMT), con allegato e protocollo sui privilegi e le immunità, firmati a Bruxelles l'11 ottobre 1973;
- Legge 14 giugno 1986, n. 265 - "Ratifica ed esecuzione della convenzione istitutiva di una Organizzazione Europea per l'esercizio dei satelliti meteorologici (EUMETSAT)", che affida al Ministero della Difesa, per il tramite del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare, il controllo delle attività di parte italiana;
- Legge 24 febbraio 1992, n. 225 "Istituzione del Servizio nazionale della protezione civile" art. 11 "strutture operative nazionali del Servizio";
- Direttiva del Presidente del Consiglio dei ministri del 27-02-2004 "Indirizzi operativi per la gestione organizzativa e funzionale del sistema di allertamento nazionale, statale e regionale per il rischio idrogeologico ed idraulico ai fini di protezione civile" - Disposizioni operative che identificano il Centro Nazionale di Meteorologia e Climatologia Aerospaziale (CNMCA) come Centro di competenza;
- Decreto Legislativo 15 marzo 2010, n. 66 "Codice dell'Ordinamento Militare" (COM), art. 92 (compiti ulteriori delle forze armate) comma 1 e 2, lettera g);
- Decreto del Presidente della Repubblica 15 marzo 2010, n. 90 "Testo Unico delle disposizioni regolamentari in materia di Ordinamento Militare (TUOM), art. 99 comma 3;
- Decreto del Presidente del Consiglio dei ministri n° 4134 del 14 settembre 2012 "Definizione dei principi per l'individuazione ed il funzionamento dei Centri di Competenza", in un allegato del decreto il CNMCA viene individuato come Centro di Competenza nazionale;
- Regolamento di esecuzione della Commissione EU 923/2012 del 26 settembre 2012 che stabilisce regole dell'aria comuni e disposizioni operative concernenti servizi e procedure della navigazione aerea e ss.mm.ii;
- Regolamento di esecuzione della Commissione EU 2017/373 del 1° marzo 2017, che stabilisce i requisiti comuni per i fornitori di servizi di gestione del traffico aereo e di navigazione aerea e di altre funzioni della rete di gestione del traffico aereo e per la loro sorveglianza e ss.mm.ii;
- Legge 27 dicembre 2017, n. 205 "Bilancio di previsione dello Stato per l'anno finanziario 2018 e bilancio pluriennale per il triennio 2018-2020" art. 1, commi 549-560: istituzione del Comitato di indirizzo per la meteorologia e la climatologia e dell'Agenzia Italia Meteo;
- Decreto legislativo 2 gennaio 2018, n. 1 "Codice della protezione civile", art. 13 comma 1 a) e g) identifica le strutture operative del Servizio nazionale della protezione civile, fra cui le F.A. e le strutture preposte alla gestione dei Servizi meteorologici a livello nazionale;
- Regolamento del Parlamento e del Consiglio EU 2018/1139 del 4 luglio 2018, recante norme comuni nel settore dell'aviazione civile e che istituisce un'Agenzia dell'Unione europea per la sicurezza aerea;
- Il Decreto Legislativo 31 luglio 2020, n. 101 all'art. 184, commi 6 e 7 stabilisce che, nelle more della piena operatività dell'Agenzia ItaliaMeteo, i rappresentanti esperti di meteorologia nel CEVaD (Centro di elaborazione e valutazione dati) sono due Ufficiali (di cui uno supplente) del Genio Aeronautico esperti di meteorologia, designati dall'Aeronautica Militare;
- D.P.R. 15 ottobre 2020, n. 186 "Regolamento concernente l'organizzazione dell'Agenzia nazionale per la meteorologia e climatologia denominata ItaliaMeteo e misure volte ad agevolare il coordinamento della gestione della materia meteorologia e climatologia";
- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 24 settembre 2020 "Approvazione dello statuto dell'Agenzia nazionale per la meteorologia e climatologia "ItaliaMeteo".

2.2 Analisi dei processi, degli attori e delle responsabilità

La frequenza di episodi di dissesto idrogeologico impone una politica di previsione e prevenzione non più incentrata sulla riparazione dei danni e sull'erogazione di provvidenze, ma sull'individuazione delle condizioni di rischio e sull'adozione di interventi per la sua riduzione.

Provvedimenti normativi hanno imposto la perimetrazione delle aree a rischio, e si è sviluppato un sistema di allertamento e sorveglianza dei fenomeni che, assieme a un'adeguata pianificazione

comunale di protezione civile, rappresenta una risorsa fondamentale per la mitigazione del rischio, dove non si possa intervenire con misure strutturali.

Nei processi di previsione, monitoraggio e pianificazione riguardanti l'instabilità idrogeologica sono coinvolti diversi attori, enti territoriali, soggetti operativi che partecipano con diverso grado di responsabilità e operatività. Di seguito sono riportati gli attori principali con le relative responsabilità.

ISTITUTO SUPERIORE PER LA PROTEZIONE E LA RICERCA AMBIENTALE

L'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, ISPRA, è ente pubblico di ricerca istituito dall'art. 28 della Legge 133/2008, dotato (ai sensi all'articolo 4 della L. 132/2016) di personalità giuridica di diritto pubblico, autonomia tecnica, scientifica, organizzativa, finanziaria, gestionale, amministrativa, patrimoniale e contabile, sottoposto alla vigilanza del Ministro della Transizione Ecologica (MiTE). L'Istituto svolge per statuto (approvato con Decreto n. 356/2013 del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare di concerto con il Ministero dell'Economia e delle Finanze e modificato con Deliberazione del Consiglio di Amministrazione dell'ISPRA n. 62/2020): attività di ricerca e sperimentazione; attività conoscitiva, di controllo, monitoraggio e valutazione; attività di consulenza strategica, assistenza tecnica e scientifica, nonché di informazione, divulgazione, educazione e formazione in materia ambientale, con riferimento alla tutela delle acque, alla difesa dell'ambiente atmosferico, del suolo, del sottosuolo della biodiversità marina e terrestre e delle rispettive colture.

L'ISPRA svolge direttamente attività di ricerca scientifica negli ambiti di propria competenza con particolare riferimento all'azione conoscitiva delle fenomenologie, dei processi dei determinanti e degli impatti ambientali. Inoltre, assicura la raccolta sistematica, direttamente o attraverso il coordinamento di altri soggetti, l'elaborazione e la pubblicazione dei dati e delle informazioni ambientali, anche attraverso il consolidamento e la gestione del Sistema Informativo Nazionale per l'Ambiente (SINA) e il raccordo con la rete informativa ambientale europea, nonché le attività per ottemperare agli obblighi di reporting ambientale anche di livello sovranazionale.

L'ISPRA è parte integrante del Sistema Nazionale a rete per la Protezione dell'Ambiente (SNPA) istituito con Legge 132/2016, rispetto al quale esercita, a norma dell'art. 6 della medesima Legge, funzioni d'indirizzo e di coordinamento tecnico. Lo SNPA, ai sensi dell'art. 3 comma 1 lettera a, annovera tra le sue funzioni quella di monitoraggio dello stato dell'ambiente, del consumo di suolo, delle risorse ambientali e della loro evoluzione in termini quantitativi e qualitativi, eseguito avvalendosi di reti di osservazione e strumenti modellistici, in special modo per quanto attiene al monitoraggio delle grandezze idrometeorologiche, nel rispetto delle competenze delle regioni e delle Province autonome di Trento e di Bolzano. In quest'ambito lo SNPA fornisce un importante contributo al monitoraggio in situ e controllo delle frane con il Centro Monitoraggio Geologico di ARPA Lombardia (LR 16/1999), la Rete Regionale di Controllo Movimenti Franosi – ReRCoMF di ARPA Piemonte (LR 28/2002), la rete di monitoraggio dei versanti (Remover) di ARPA Liguria (LR 20/2006), le reti di monitoraggio delle colate detritiche gestite da ARPA Veneto e le reti gestite da ISPRA.

La stessa L 132/2016 all'art. 6 comma 1 lettera g, nell'ambito delle funzioni d'indirizzo e coordinamento attribuite all'ISPRA identifica l'aggiornamento dell'Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia (IFFI) in collaborazione con le regioni e le Province autonome di Trento e di Bolzano.

L'ISPRA coordina i Tavoli nazionali tematici Copernicus: servizi di geologia operativa e Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia della Rete Italiana dei Servizi Geologici (RISG), istituiti nel 2019 dal Consiglio Direttivo del Comitato di Coordinamento Stato-Regioni per la cartografia geologica e geotematica (L. 365/2000), cui partecipano Regioni, Province Autonome e ARPA aventi competenze geologiche a livello regionale.

Lo SNPA è ai sensi dell'art. 13 del DL 1/2018 (Nuovo Codice della Protezione Civile), Struttura Operativa del Servizio Nazionale della Protezione Civile (SNPC), nell'ambito del quale ove, e per quanto è necessario, è ordinariamente chiamato a fornire anche supporto tecnico negli interventi tecnici urgenti. Nello specifico, l'ISPRA ha ereditato, tramite l'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente

e per i Servizi Tecnici (APAT) in essa confluito mediante DL 112/2008 (convertito, in legge, con modificazioni, dalla L 133/2008), il ruolo di Centro di Competenza nazionale nell'ambito del sistema di allerta nazionale distribuito di protezione civile ove è chiamato a concorrere funzionalmente ed operativamente alla rete dei Centri Funzionali regionali, a norma della Dir.PCM 27/02/2004. Il Decreto del 24 luglio 2013 del Capo Dipartimento della Protezione Civile, aggiornando e integrando l'elenco dei Centri di Competenza e i relativi ambiti disciplinari di competenza, ha individuato l'ISPRA quale Centro di Competenza per i rischi: geologico, idraulico, idrico, marittimo e costiero, ambientale e sismico (quest'ultimo per i soli impatti ambientali). Nell'APAT erano già confluiti, con DLgs 300/1999, i Servizi Tecnici Nazionali istituiti come Dipartimento presso la Presidenza del Consiglio dei Ministri e, in particolare, il Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale (SIMN) e il Servizio Geologico dei quali, pertanto, l'ISPRA ha assunto le funzioni di legge.

A norma del DLgs 152/2006 (art. 60), in continuità con quanto sancito dalla L 183/89 e dal DPR 85/91, l'ISPRA svolge l'attività conoscitiva finalizzata (art. 53) alla tutela e al risanamento del suolo e del sottosuolo e al risanamento idrogeologico del territorio, intesa (art. 55) come l'insieme di attività concernenti raccolta, elaborazione, archiviazione e diffusione dei dati, accertamento, sperimentazione, ricerca e studio degli elementi dell'ambiente fisico e delle condizioni generali di rischio, formazione e aggiornamento delle carte tematiche del territorio, valutazione e studio degli effetti conseguenti all'esecuzione di piani, programmi e progetti di opere previsti per le finalità di cui sopra e ogni iniziativa a carattere conoscitivo ritenuta necessaria per il conseguimento di tali finalità.

All'ISPRA è inoltre affidata la funzione di realizzare il sistema informativo unico e la rete nazionale integrati di rilevamento e sorveglianza e di fornire, a chiunque ne formuli richiesta, dati, pareri e consulenze negli ambiti di propria competenza.

L'ISPRA, inoltre (art. 63), supporta il MiTE nello svolgimento delle sue funzioni di indirizzo dell'Autorità di Bacino Distrettuale (ABD) e di coordinamento con le altre ABD.

Ai sensi della normativa vigente, per gli effetti di un combinato disposto (L 133/2008; artt. 38, 39 e 40 del DLgs 300/1999; artt. 53 e 55 del DLgs 152/2006; art. 88 del DLgs 112/1998), l'ISPRA ha competenze di rilievo nazionale in materia di idrologia, idraulica e idromorfologia. Ciò si esplica con particolare riferimento all'attuazione delle Direttive Quadro Acque 2000/60/CE e Alluvioni 2007/60/CE e nello specifico con la predisposizione di atti tecnico-normativi, metodologie, standard e linee-guida, nazionali ed europee. È in questo ruolo che l'ISPRA ha fornito un contributo significativo al DM (del MATTM) 260/2010 recante i criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali, costruendo tra l'altro un quadro metodologico complessivo di valutazione idromorfologica, analisi e monitoraggio dei corsi d'acqua, IDRAIM in grado di fornire strumenti a supporto della pianificazione integrata di bacino. In virtù delle succitate competenze, inoltre, nel 2013 l'ISPRA ha istituito, sotto il proprio coordinamento, il Tavolo Nazionale per i Servizi di Idrologia Operativa cui partecipano gli uffici e i centri che nelle ARPA-APPA e nelle Regioni e Province Autonome si occupano di idrologia operativa e sono erogatori di servizi pubblici di responsabilità, di cui al DPCM 24 luglio 2002 (Trasferimento alle regioni degli uffici periferici del Dipartimento dei servizi tecnici nazionali - Servizio Idrografico e Mareografico), nonché gli Enti nazionali presenti nella rappresentanza italiana della Commission for Hydrology (CHy) del World Meteorological Organization (WMO), ossia l'Aeronautica Militare e il Dipartimento della Protezione Civile (DPC). Tale Tavolo è nato con l'obiettivo di costruire un sistema nazionale federato in grado di garantire lo svolgimento delle attività proprie di un servizio idrologico e il raggiungimento di un livello nazionale omogeneo di qualità e funzionalità. Inoltre, nell'ambito delle attività del Tavolo, l'ISPRA anche in collaborazione con i Servizi Idrografici Regionali e delle Province Autonome, ha sviluppato una serie di servizi e prodotti di livello nazionale, tra i quali, il modello di bilancio idrologico BIGBANG, la piattaforma di condivisione dei dati idrometeorologici HIS Central, il tool ANÁBASI per le analisi statistiche di base delle serie idrologiche e le Linee guida per il controllo di validità dei dati idro-meteorologici.

Per quanto concerne nello specifico l'implementazione della Direttiva 2007/60/CE sulla valutazione e la gestione dei rischi di alluvioni, il decreto legislativo che ne ha recepito i dettami nella legislazione italiana (DLgs 49/2010), stabilisce all'art. 13 comma 4 che le ABD trasmettono all'ISPRA le informazioni relative a comprovare, presso la Commissione Europea, l'assolvimento agli adempimenti previsti dalla

Direttiva, secondo modalità e specifiche dati individuate dallo stesso ISPRA, tenendo conto della compatibilità con i sistemi di gestione dell'informazione adottati a livello comunitario.

Con la L 205/2017 è stato istituito (art.1 comma 549) presso la Presidenza del Consiglio dei ministri il Comitato di indirizzo per la meteorologia e la climatologia allo scopo di rafforzare e razionalizzare l'azione nazionale nei settori della meteorologia e della climatologia, potenziare la competitività italiana e la strategia nazionale in materia, e assicurare la rappresentanza unitaria nelle organizzazioni internazionali di settore. La stessa Legge ha istituito l'Agenzia nazionale per la meteorologia e climatologia denominata "ItaliaMeteo" per lo svolgimento delle funzioni e dei compiti conoscitivi tecnico-scientifici e di responsabilità operativa nel campo della meteorologia e climatologia, fatte salve le specifiche competenze delle Forze armate. Al Comitato (ai sensi dell'art.1 comma 557) è stato affidato, oltre al compito di predisporre lo Statuto dell'Agenzia (approvato con DPCM 24 settembre 2020), quello di esercitare poteri di indirizzo e di vigilanza nei confronti dell'Agenzia per la quale formula le linee guida strategiche. L'Agenzia, sulla base del Regolamento, approvato con DPR 186/2020, si avvale del supporto dei cosiddetti "enti meteo" (individuati, in prima istanza nell'Allegato 1 del DPR), tra i quali figurano l'ISPRA e 8 Agenzie del SNPA, in quanto erogatori di servizi di monitoraggio e previsione meteorologica, meteomarina e climatologica, a scala nazionale e locale. Inoltre, l'ISPRA supporta il rappresentante del MiTE nelle attività del Comitato di indirizzo per la meteorologia e la climatologia.

Il DLgs 32/2010 di attuazione della Direttiva 2007/2/CE, che istituisce un'infrastruttura per l'informazione territoriale nella Comunità europea (INSPIRE) stabilisce che, nell'ambito dell'attuazione della direttiva in Italia, l'ISPRA sia Struttura di coordinamento nazionale a supporto del National Contact Point presso il MATTM, autorità competente per l'attuazione del DLgs 32/2010. Lo stesso decreto, all'art. 11, istituisce la Consulta nazionale per l'informazione territoriale e ambientale, organo di raccordo istituzionale tra le pubbliche amministrazioni che producono set di dati territoriali, di indirizzo tecnico all'azione del MATTM e nell'ambito della predisposizione dei provvedimenti atti al funzionamento dell'infrastruttura nazionale per l'informazione territoriale e del monitoraggio ambientale. Già prima dell'emanazione del DPCM del 12 gennaio 2016, che definisce le modalità di funzionamento della Consulta, l'ISPRA ha seguito l'attuazione della Direttiva INSPIRE e ha operato con un approccio che, attraverso la creazione di una rete di cataloghi federati, ha garantito l'attività di coordinamento, concorso e integrazione delle diverse Autorità Pubbliche, permettendo di veicolare in modo automatico una significativa mole di informazioni ambientali.

Il DL 95/2012 (convertito in legge con modificazioni dalla L 135/2012), oltre a rafforzare il ruolo di coordinamento di ISPRA in materia di informazione geografica, territoriale e ambientale, già indicato dal DLgs 32/2010 di recepimento della direttiva INSPIRE, pone l'Istituto come soggetto focale a livello nazionale per la gestione della piattaforma (di cui all'art. 23 comma 12-quaterdecies) per l'accesso, l'interoperabilità e la condivisione, anche in tempo reale di tutti i dati e le informazioni di osservazione della terra, in particolare di quelli acquisiti dal suolo, da aerei e da piattaforme satellitari, prodotti nell'ambito di attività finanziate con risorse pubbliche e attraverso tale piattaforma resi disponibili. La definizione delle modalità di gestione, accesso e interoperatività della piattaforma in questione sono da definirsi mediante DPR sulla base di una intesa tra Presidenza del Consiglio - Dipartimento della protezione civile, Ministero della difesa, Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, Ministero dell'istruzione, dell'università e della ricerca e regioni, adottata dalla Conferenza permanente per i rapporti tra lo Stato, le regioni e le province autonome di Trento e di Bolzano. Ciò anche al fine di non mettere in discussione l'esistenza e l'autonomo sviluppo delle piattaforme di ciascuna delle amministrazioni, degli enti, delle istituzioni e delle organizzazioni che detengono o gestiscono tali dati, anzi giustificando la necessità per le ulteriori finalità istituzionali poste nella competenza dell'ISPRA.

Il DL 91/2014, all'articolo 16, apporta una serie di modifiche allo stesso DLgs 32/2010 al fine di renderlo più coerente con le disposizioni comunitarie e a quanto previsto dalla L 135/2012 e stabilisce che il MATTM, sentita la Consulta nazionale per l'informazione territoriale e ambientale, per il tramite della piattaforma di cui sopra, provveda affinché le informazioni, compresi i dati, i codici e le classificazioni tecniche, necessarie per garantire la conformità alle disposizioni di esecuzione, siano messe a disposizione delle autorità pubbliche o dei terzi a condizione che non ne limitino l'uso a tal fine.

Dal 2010, inoltre, l'ISPRA, in stretto raccordo e concorso anche con l'Agenzia Spaziale Italiana (ASI), è stata prima informalmente e poi formalmente di supporto alla Delegazione Nazionale in Copernicus e all'Ufficio del Consigliere Militare (UCM) presso la Presidenza del Consiglio dei Ministri, via via che il ruolo di quest'ultimo diventava sempre più di riferimento e centrale per le attività e le politiche, prima nell'ambito dell'iniziativa europea GMES (Global Monitoring for Environment and Security), e poi nel Programma europeo Copernicus, garantendo il raccordo coordinato con le diverse Comunità degli utenti e i diversi tavoli istituzionali in cui i servizi operativi di Osservazione della Terra (OT) avevano e hanno un ruolo e un peso significativo.

Il ruolo dell'ISPRA quale raccordo con le comunità di utenti nazionali nel settore dell'osservazione della Terra è ufficializzato nel DPCM del 20 dicembre 2018 relativo all'istituzione della Struttura di coordinamento per le politiche relative allo spazio, all'aerospazio e ai correlati servizi applicativi presso la Presidenza del Consiglio-UCM. L'ISPRA riveste infine il ruolo di Segreteria tecnica per il coordinamento e il funzionamento dello User Forum Nazionale di Copernicus istituito nel 2014.

L'ISPRA e il MiSE hanno sottoscritto in data 15/02/2021 l'Accordo Quadro per il programma Mirror Copernicus - linea d'intervento del "Piano a Stralcio Space Economy" di cui alla Delibera CIPE n. 52 del 1° dicembre 2016 (Delibera SNPA 162/2022 Riparto-SNPA-ADA-Mirror-Copernicus-SNPA).

AGENZIA ITALIA METEO

L'Agenzia per la Meteorologia e Climatologia (ItaliaMeteo) è stata istituita attraverso la Legge n. 205/2017 (art. 1, comma 551) "Per lo svolgimento delle funzioni e dei compiti conoscitivi, tecnico-scientifici e di responsabilità operativa nel campo della meteorologia e climatologia, ..." come misura per rafforzare e razionalizzare l'azione nazionale nei settori delle previsioni meteorologiche, climatiche e marine, e i successivi atti di "governance" quali lo Statuto, annesso del DPCM 24 settembre 2020 "Approvazione dello statuto dell'Agenzia nazionale per la meteorologia e climatologia «ItaliaMeteo») e prodotto dal Comitato di Indirizzo per la Meteorologia e Climatologia, e il Regolamento di funzionamento dell'Agenzia, approvato con DPR 15 ottobre 2020, n. 186 "Regolamento concernente l'organizzazione dell'Agenzia nazionale per la meteorologia e climatologia denominata «ItaliaMeteo» e misure volte ad agevolare il coordinamento della gestione della materia meteorologia e climatologia".

L'Agenzia ItaliaMeteo, che ha avuto nominato il Direttore con un DPR del 16 settembre 2021 è operativa dal mese di Maggio 2022 e ha il compito di svolgere le mansioni tipiche di un servizio meteo nazionale, da attuarsi anche in sinergia e stretto coordinamento con gli Enti Meteo definiti nel Regolamento dell'Agenzia. Nel dettaglio, i compiti principali dell'Agenzia, come si evince da quanto espresso dalla Legge n. 205/2017, sono:

- a) l'elaborazione, sviluppo, realizzazione e distribuzione di prodotti e servizi per la previsione, la valutazione, il monitoraggio e la sorveglianza meteorologica e meteo-marina,
- b) l'omogeneizzazione dei linguaggi e dei contenuti, anche ai fini di una efficace informazione alla popolazione;
- c) l'approfondimento della conoscenza anche attraverso la promozione di specifiche attività di ricerca e sviluppo applicate nel campo delle previsioni globali e ad area limitata del sistema terra;
- d) la realizzazione, sviluppo e gestione di reti convenzionali e non, sistemi e piattaforme di interesse nazionale per l'osservazione e la raccolta di dati, per le telecomunicazioni e per la condivisione, l'interoperabilità e l'interscambio di dati e informazioni;
- e) l'elaborazione, sviluppo e distribuzione di prodotti e servizi climatici;
- f) la comunicazione, informazione, divulgazione e formazione, anche post-universitaria;
- g) la partecipazione ad organismi, progetti e programmi, anche di cooperazione, europei ed internazionali in materia di meteorologia e climatologia;
- h) la promozione di attività di partenariato con soggetti privati.

Le modalità con cui queste attività dovranno essere svolte sono descritte nei documenti di governance sopra citati e prevedono che l'Agenzia debba avere un forte ruolo di coordinamento dei diversi Enti Meteo che oggi in Italia operano nell'ambito delle attività della meteorologia e climatologia, anche per

offrire un più coordinato e solido supporto al sistema di allerta nazionale per il rischio meteo-idrogeologico e idraulico, per l'attuazione del piano sull'agricoltura di precisione e delle misure di mitigazione e di adattamento ai cambiamenti climatici.

ItaliaMeteo avrà inoltre l'onere di fornire standard uniformi e ottimali per le reti osservative, stabilendo attraverso un processo concertato i criteri tecnologici di qualità, di frequenza di acquisizione temporale e risoluzione spaziale, e dovrà concordare le modalità di trasmissione e di scambio dei dati, nonché l'utilizzo delle infrastrutture di calcolo e informatiche e degli archivi dati.

DIPARTIMENTO NAZIONALE DELLA PROTEZIONE CIVILE

Il Dipartimento della Protezione Civile (DPC) è una struttura della Presidenza del Consiglio dei Ministri istituita nel 1982, per dotare il Paese di un organismo capace di mobilitare e coordinare tutte le risorse nazionali utili ad assicurare assistenza alla popolazione in caso di grave emergenza. Successivamente con la legge n. 225 del 24 febbraio 1992 è stato istituito il Servizio Nazionale della Protezione Civile (SNPC) al fine di tutelare l'integrità della vita, i beni, gli insediamenti e l'ambiente dai danni o dal pericolo di danni derivanti da calamità naturali, da catastrofi e da altri eventi calamitosi. In tempi più recenti, il Decreto legislativo n. 1 del 2 gennaio 2018 "Codice della protezione civile" ha riordinato e riformato la normativa in materia di protezione civile.

Il sistema di allertamento nazionale, statale e regionale, è stato istituito dalla Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri del 27 febbraio 2004. Il sistema si basa su una rete di Centri Funzionali che raccolgono, monitorano e condividono i dati utili ai fini dell'emissione di bollettini e avvisi - nazionali e regionali - sia per i fenomeni meteorologici, idrogeologici e idraulici che per la previsione della suscettività degli incendi boschivi e di interfaccia. Presso il Dipartimento opera il Centro Funzionale Centrale, che ne è nodo strategico. Questa struttura si trova a Roma, presso la sede operativa del Dipartimento della Protezione Civile e svolge sia attività di previsione sia attività di monitoraggio e sorveglianza di eventi meteo-idrogeologici e idraulici e dei loro effetti sul territorio. Questa attività consente di definire gli scenari di rischio, ovvero di valutare le ripercussioni che questi eventi potrebbero determinare sull'integrità della vita, dei beni, degli insediamenti e dell'ambiente. Ha un ruolo di indirizzo e coordinamento generale della rete dei Centri Funzionali e può sostituire nei compiti e nelle funzioni i Centri funzionali decentrati non attivi, su richiesta delle Regioni interessate.

Del sistema di allertamento fanno parte anche i Centri di Competenza, che forniscono servizi, informazioni, dati, elaborazioni e contributi tecnico-scientifici in specifici ambiti. Possono coincidere con i centri funzionali o partecipare alla rete dei centri funzionali attraverso la stipula di convenzioni che individuano gli ambiti di attività di ciascuna struttura. Tra i centri di competenza rientrano amministrazioni statali, agenzie, istituti di ricerca, università e autorità di bacino. I principi che stabiliscono le finalità e individuano i centri di competenza sono stati definiti nel decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 14 settembre 2012.

Il Servizio nazionale di protezione civile ha focalizzato negli anni le proprie attività che utilizzano dati e prodotti satellitari di Osservazione della terra, nei Servizi in emergenza, intesi come rilevamento delle aree e delle tipologie di danno post evento a seguito di alluvioni, frane, terremoti, incendi ed eruzioni vulcaniche, ma rilevante è stato anche l'utilizzo delle tecniche SAR di interferometria satellitare per il monitoraggio dei movimenti del terreno in tempo reale, nonché dei prodotti e dati satellitari utili alle previsioni meteorologiche e stagionali, in carico al Sistema di allertamento nazionale.

Nella Tabella 1 sono descritte le risorse esistenti e attualmente in uso.

Tabella 1 - Risorse esistenti e attualmente in uso da parte del DPC

SERVIZI	DESCRIZIONE SERVIZI	DATA STORE/PIATTAFORMA
Modellistica idrologica e idraulica	Servizi di supporto alla modellistica idrologica e idraulica, alla previsione delle piene e alla gestione dei sedimenti	FLOOD PROOF DEWETRA
Monitoraggi dei movimenti del terreno su area vasta in tempo differito (media o alta risoluzione)	Monitoraggio del Ground motion a media risoluzione su area vasta: prodotti di livello 1 (tempo differito)	Centri di competenza - a richiesta
	Monitoraggio del Ground motion a media risoluzione su area vasta: prodotti di livello 2 (tempo differito)	Centri di competenza - a richiesta
	Statistiche sui PS/DS e individuazione aree anomale con riferimento ai fenomeni franosi	Centri di competenza - a richiesta
	Generazione della componente di spostamento lungo la direzione di massima pendenza del pendio	Centri di competenza - a richiesta
	Analisi di cluster di PS/Statistiche sui PS anomali lungo/in prossimità di infrastrutture lineari di comunicazione e dei BB.CC.	Centri di competenza - a richiesta
	Perimetrazione di aree in subsidenza (inland e costiere) - S/M (tempo differito)	Centri di competenza - a richiesta
Monitoraggio dei movimenti del terreno su specifiche aree di interesse in tempo quasi reale (alta risoluzione)	Monitoraggio continuo del Ground motion su siti di attenzione ad alta risoluzione (movimenti franosi lenti e fenomeni di subsidenza): prodotti di livello 1 (tempo reale)	Centri di competenza - a richiesta
	Monitoraggio continuo del Ground motion su siti di attenzione ad alta risoluzione (movimenti franosi lenti e fenomeni di subsidenza): prodotti di livello 2 (tempo reale)	Centri di competenza - a richiesta
Monitoraggio e previsioni	Piattaforma nazionale di condivisione e accesso ai dati di monitoraggio, alle previsioni e agli indicatori idrometeorologici	DEWETRA dati Radar DPC
Monitoraggio idro-meteorologico e previsioni meteo (nowcasting e previsioni a breve e medio termine, prodotti di previsione meteo)	Monitoraggio idro-meteorologico	DEWETRA
	Implementazione della rete radar meteorologica nazionale	dati Radar DPC
	Monitoraggio nivologico	DEWETRA
	Previsioni a brevissimo termine (Nowcasting) e previsioni a breve e medio termine	dati Radar DPC DEWETRA
	Prodotti meteo di supporto al servizio di Monitoraggio dello Stato del Mare	DEWETRA
	Prodotti a supporto della modellistica ambientale e della qualità dell'aria (anche ceneri vulcaniche)	dati Radar DPC
Monitoraggio in tempo reale delle precipitazioni con reti di sistemi radar	Prodotti per il monitoraggio da radar meteorologici	rete Radar RRN (DPC+Regioni) DEWETRA Altri SW
Monitoraggio in tempo reale di fenomeni meteo-idro-geologici con sensori	Prodotti per il monitoraggio da sensori al suolo di reti in telemisura	Reti monitoraggio regionali DEWETRA Altri SW
Rete e modello per i fulmini	Monitoraggio delle fulminazioni	dati Radar DPC
	Mappe di densità della popolazione	
Supporto alle emergenze Servizio alluvioni	Mappatura dell'estensione dell'alluvione. Prodotto di livello 1	DEWETRA
	Mappatura dell'estensione dell'alluvione. Prodotto di livello 2	DEWETRA

ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE

L'IGM nasce, come organo cartografico di Forza Armata, nel 1861 a seguito dell'unità d'Italia. Nel tempo l'IGM, in riconoscimento dell'altissima qualità delle proprie produzioni, ha visto espandere il suo ruolo da ente di supporto dell'Esercito e della Difesa a organo cartografico dello Stato. Già nel 1941, con lettera datata 20 gennaio, il Gabinetto del Ministero della Guerra nominava il Generale Direttore dell'IGM, Capo delle Delegazioni delle Commissioni Miste per la manutenzione del confine di Stato. Nel 1960, con la legge n.68, l'IGM veniva consacrato organo cartografico dello Stato e, la cartografia prodotta dall'IGM, assurgeva a cartografia ufficiale dello Stato.

Ad oggi la doppia natura di ente cartografico di Forza Armata e organo cartografico dello stato determina la necessità di coniugare le necessità geospaziali della Difesa, condizionate a loro volta dagli impegni contratti con la NATO, con le esigenze imposte, all'organo cartografico di stato, dalla normativa nazionale ed europea. Nel 2007 infatti, l'Unione Europea ha emanato la cosiddetta Direttiva INSPIRE, che detta le specifiche di contenuto e di forma dei dati territoriali a cui si devono attenere gli stati membri per rendere le informazioni e i database geografici interoperabili fra loro. Le attività dell'IGM sono quindi caratterizzate dalla duplice natura del ruolo rivestito e riflettono l'evoluzione del quadro geostrategico internazionale e soprattutto l'evoluzione, che in tale contesto hanno subito le relazioni internazionali dell'Italia.

La molteplicità dei compiti assegnati all'IGM fanno dell'Istituto un polo produttivo, formativo, archivistico e commerciale nel settore delle informazioni geografiche intese in tutte le sue discipline (cartografia, geodesia, telerilevamento, fotogrammetria, sistemi informativi geografici). Inoltre, la necessità di integrare e standardizzare le informazioni territoriali con i partner NATO ed europei ha posto l'IGM al centro di una articolata rete di relazioni internazionali.

- Polo produttivo
 - Geodesia
 - realizzazione, aggiornamento, gestione e mantenimento (misure di campagna ed il trattamento dei dati misurati) delle reti geodetiche nazionali, compresa la Rete Dinamica Nazionale (RDN), ai sensi del DPCM 10 novembre 2011, la rete NRTK (ancora in fase progettuale) per la distribuzione della correzione GPS in tempo reale e della rete di livellazione di alta precisione;
 - manutenzione, misura e materializzazione dei confini di Stato con interventi periodici geotopocartografici sul terreno, nel rispetto di accordi bilaterali internazionali vigenti, partecipando ai lavori delle Commissioni Miste e dei Gruppi degli Esperti costituiti sulla base di accordi bilaterali con le Nazioni confinanti e in stretta collaborazione con il Ministero degli Affari Esteri;
 - effettuazione di misure di carattere geofisico (gravimetria e geomagnetismo) e di astronomia geodetica;
 - elaborazione e mantenimento dei parametri di trasformazione tra i vari sistemi di riferimento nazionali (Roma 40, ED50, WGS84 e ETRS89);
 - controllo, taratura e verifica della conformità della strumentazione geodetica in conto terzi;
 - effettuazione di misure di alta precisione per il controllo di stabilità di edifici storici di particolare importanza e per il monitoraggio di movimenti crostali o superficiali in situazioni rilevanti a livello nazionale o di rischio ambientale.
 - Cartografia, database geografici, fotogrammetria e telerilevamento
 - produzione, aggiornamento di cartografia ufficiale a media e piccola scala dello Stato derivata dai rispettivi Data Base Topografici (scala 1:50 000, scala 1:250 000, scala 1:1 000 000,);
 - acquisizione, derivazione e integrazione di dati territoriali per costituzione, aggiornamento e gestione di Data Base Topografici (DBT) a media e piccola scala (DBSN, ERM);
 - acquisizione di coperture fotogrammetriche del territorio nazionale ad alta risoluzione, con cadenza periodica, ricorrendo ad accordi di collaborazione con altri enti della Pubblica Amministrazione;

- studio, ricerca e sperimentazione nel campo delle discipline cartografiche e topografiche in collaborazione con le Università nazionali e altri enti pubblici nazionali ed europei.
- Polo formativo
 - La Scuola Superiore di Scienze Geografiche rappresenta un punto di riferimento nazionale per la formazione di base ed avanzata nel campo delle discipline cartografiche e topografiche. A tal fine organizza corsi per il personale tecnico interno e un master universitario di II livello avvalendosi di accordi di collaborazione con L'Università di Firenze.
- Polo archivistico e culturale. In tale settore l'IGM ha il compito di:
 - provvedere alla conservazione e valorizzazione delle collezioni storiche di opere geotopocartografiche, librerie e periodiche, delle riprese fotografiche terrestri, panoramiche e zenitali, degli strumenti e dei documenti originali di campagna, eseguiti o acquistati dall'IGM nello svolgimento delle attività istituzionali e custoditi nella Biblioteca Attilio Mori e negli archivi;
 - eseguire la catalogazione, la digitalizzazione e l'archiviazione di tutta la documentazione tecnica istituzionale corrente;
 - consentire la consultazione, lo studio e la riproduzione delle opere custodite, per esigenze interne e degli studiosi delle discipline geotopocartografiche;
 - eseguire interventi di risanamento e riparazione di documenti cartacei logori;
 - sovrintendere alla realizzazione e all'aggiornamento della banca dati della toponomastica ufficiale italiana;
 - provvedere alla pubblicazione della rivista "L'Universo" e alla creazione di prodotti editoriali, cartacei e digitali, periodici e librari;
 - allestire mostre di interesse scientifico e culturale, aventi attinenza con le attività istituzionali dell'Ente;
 - eseguire la stampa e il confezionamento delle pubblicazioni istituzionali.
- Polo commerciale. In tale settore l'IGM:
 - commercializza i prodotti cartografici, fotogrammetrici, geodetici nella misura minima necessaria per recuperare i costi marginali degli stessi;
 - esegue lavori "in conto terzi" per organismi pubblici e privati nei limiti delle disponibilità concesse dai prioritari impegni istituzionali;
 - fornire consulenza, su richiesta, agli Enti pubblici e privati.
- Relazioni nazionali e internazionali

In virtù dei compiti assegnati, l'Istituto Geografico Militare, in qualità di Ente di riferimento tecnico del Paese nel settore delle informazioni geospaziali è considerato dagli organismi geografici esteri quale rappresentante della nazione ovvero elemento di riferimento per gli aspetti di carattere produttivo, distributivo, di standardizzazione, ecc...

In tale ambito, svolge attività peculiari riassumibili in:

- stipula di accordi di cooperazione con Enti/Organizzazioni cartografiche, catastali esteri al fine di favorire lo scambio di materiale e di conoscenze nel settore geografico;
- stipula di accordi quadro e/o convenzioni, e discendenti atti esecutivi, con le Regioni, le Province, i Ministeri, le Università e gli altri Enti pubblici/privati;
- partecipazione alle attività EUREF a cui l'Italia aderisce per il tramite dell'IGM, con la certificazione della propria rete geodetica IGM95 e RDN. Solitamente è tenuto un convegno all'anno;
- partecipazione alle attività dell'associazione internazionale EuroGeographics, che riunisce 59 Enti cartografici e catastali nazionali di 46 Paesi europei a cui l'IGM ha aderito dal 1992 quale Ente cartografico di Stato e che vede lo partecipare attivamente, in qualità di "full member", dal 5 settembre 2012;
- consulenza e supporto al programma Copernicus la cui responsabilità è, per l'Italia, affidata all'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA).

AERONAUTICA MILITARE

Compiti, ruolo e funzioni dell'Aeronautica Militare (AM), al pari delle altre Forze armate (FFAA), sono definiti nel codice dell'ordinamento militare (COM), il testo normativo emanato con decreto legislativo 15 marzo 2010, n. 66 (e successive aa.vv.), che disciplina l'intera architettura e funzionamento della Difesa italiana.

Per quanto riguarda la parte meteorologica, l'Aeronautica Militare svolge molte attività per il supporto meteorologico al Paese, in particolare:

- Servizio di meteorologia e climatologia militare per il supporto alle esercitazioni e operazioni militari:
 - garantisce alle Forze Armate la disponibilità di appropriate informazioni meteorologiche e climatologiche, per le specifiche esigenze operative ed addestrative;
 - assicura l'elaborazione delle informazioni meteorologiche e climatologiche a supporto delle operazioni e delle esercitazioni interforze, secondo i requisiti definiti dal Comando di Vertice Interforze;
 - partecipa alla definizione della policy meteorologica negli organi di governance del Military Committee della NATO e concorre alla definizione degli standard elaborati nell'ambito dei consessi tecnici dell'Alleanza in materia di comunicazioni, produzione modellistica, post-elaborazione e messaggistica meteorologica;
 - concorre, con l'elaborazione delle pertinenti informazioni, al supporto meteorologico e climatologico alle operazioni ed esercitazioni ONU, EU e NATO, secondo i requisiti fissati dalle organizzazioni internazionali;
 - promuove e sostiene lo studio e lo sviluppo di nuove capacità in materia di supporto ambientale (geospaziale, meteorologico ed oceanografico) alle operazioni/esercitazioni nazionali/internazionali, anche in ragione dei concetti elaborati nell'ambito delle organizzazioni internazionali (soprattutto NATO ed EU) alle quali l'Italia partecipa.

Il Servizio di meteorologia e climatologia militare assicurato dall'AM trova fondamento nell'articolo 99, comma 3, del TUOM (Testo Unico Ordinamento Militare) (recepito con Art. 102 2^a alinea dell'OD-1) e nell'articolato di specifiche convenzioni che l'AM ha stipulato con le altre F.A. e viene descritto e regolamentato nella specifica direttiva SMA-AVIAMM 450.

- Servizio di "Space Weather": assicura il "servizio di meteorologia dello Spazio", preposto al monitoraggio dell'ambiente spaziale in relazione all'influenza dell'attività solare sulla magnetosfera e sulla ionosfera, con l'obiettivo di salvaguardare la sicurezza sia dei sistemi e degli equipaggi in volo sia degli apparati fissi in ambito militare e civile, anche attraverso collaborazioni con i principali soggetti nazionali di riferimento.
- Supporto meteorologico alle attività nazionali.
 - *Supporto meteorologico alla navigazione aerea civile* in aderenza alle norme EU ed ICAO. L'Aeronautica Militare assicura, per tramite della propria componente intermedia di livello tattico, la funzione di Meteorological Watch Office (nel seguito MWO) ai sensi dell'Annesso 3 alla Convenzione ICAO e ai sensi del Regolamento 373/2017 dell'UE sui servizi della navigazione aerea. I due MWOs dell'AM sono accreditati per le tre FIR italiane da ENAC presso l'ICAO e forniscono i servizi meteorologici di area e di rotta pubblicati nel documento dell'ICAO Doc. 7754 – European Air Navigation Plan (eANP) tabella MET II-1 (*METEOROLOGICAL WATCH OFFICE*).
 - *Supporto meteorologico al Dipartimento della Protezione Civile*: secondo quanto previsto dalla Direttiva del PCM del 27 febbraio 2004, dal Decreto del PCM del 14 settembre 2012 (e relativo allegato) e dal Decreto del Capo del Dipartimento della protezione civile 24 luglio 2013, n. 315, la gestione del sistema di allerta nazionale è assicurata dal Dipartimento della Protezione Civile e dalle Regioni attraverso la rete dei Centri Funzionali, nonché le strutture regionali ed i Centri di Competenza chiamati a concorrere funzionalmente ed operativamente a tale rete, [...]. Sono Centri di Competenza nazionale:

- - il Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare per il tramite del proprio CNMCA di Pratica di Mare.

In aderenza all'Art. 102 dell'OD-1 7^a alinea, l'Aeronautica Militare per tramite del proprio Servizio Meteorologico concorre, quando richiesto, nelle operazioni di soccorso ed assistenza alle popolazioni in caso di pubbliche calamità, ad assicurare i servizi essenziali di pubblica necessità, quale è il servizio di previsione e informazione meteorologica. Il ruolo del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare è esplicitato ulteriormente negli accordi/convenzioni a rinnovo periodico, tra la Presidenza del Consiglio dei Ministri-Dipartimento della Protezione Civile e l'Aeronautica Militare.

- **Supporto meteorologico al comparto dell'Amministrazione Marittima Nazionale L'International Maritime Organization (IMO)**, con il "Capitolo V" della Convenzione per la salvaguardia della vita umana in mare SOLAS 74, prevede che gli Stati membri forniscano, oltre ai servizi idrografici e quelli di ausilio alla navigazione marittima, anche i servizi di informazione meteorologica e gli avvisi ai naviganti. Quest'ultimi, in conformità al documento "Strategia Marittima Nazionale per l'implementazione degli strumenti IMO", vengono fornite dall'Aeronautica Militare; in particolare il Decreto Legislativo 19 agosto 2005, n. 196 prevede, all'art.18 "Misure da adottare in presenza di condizioni meteorologiche eccezionalmente avverse", [...] che le misure ovvero le raccomandazioni di cui al comma 1, lettera b), sono basate sulle previsioni e le osservazioni meteorologiche diffuse dal Servizio meteorologico dell'Aeronautica Militare Italiana. Inoltre, il Decreto del Presidente della Repubblica 8 novembre 1991, n. 435 all'art. 168 del Regolamento prevede che le navi dotate di impianti radioelettrici devono osservare le norme sul Servizio meteorologico determinate dal Ministero della Marina Mercantile di concerto con il Ministero delle Poste e Telecomunicazioni e della Difesa.
- **Supporto meteorologico al CEVaD (Centro di elaborazione e valutazione dati) di supporto alla Protezione Civile per la gestione delle emergenze radiologiche.** Il Decreto Legislativo 31 luglio 2020, n. 101 all'art. 184, commi 6 e 7 stabilisce che, nelle more della piena operatività dell'Agenzia ItaliaMeteo, i rappresentanti esperti di meteorologia nel CEVaD sono due Ufficiali (di cui uno supplente) del Genio Aeronautico esperti di meteorologia, designati dall'Aeronautica Militare.
- **Supporto meteorologico alla "Rete nazionale militare di osservazione e segnalazione degli eventi CBRN":** l'Ente meteorologico indicato dall'AM, su indicazione del Collection Centre di F.A. (COA Poggio Renatico) e avvalendosi del Reparto Sistemi Automatizzati (ReSIA) del Comando Logistico, è responsabile dell'elaborazione e della diffusione dei dati meteorologici necessari all'attività di Warning and & Reporting all'ACC ed ai Collection Centre della Marina Militare e dell'Aeronautica Militare.
- **Partecipazione dell'Aeronautica Militare al "Comitato di Indirizzo per la Meteorologia e la Climatologia" presso la Presidenza del Consiglio dei Ministri, in rappresentanza del Ministero della Difesa.** L'Aeronautica Militare, secondo quanto previsto dall'art. 1, commi 549 della legge 205 del 2017, su delega del Ministero della Difesa, esprime il rappresentante della Difesa presso il Comitato di indirizzo nazionale per la meteorologia e climatologia.
- **Supporto all'Agenzia ItaliaMeteo:** Il Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare, rappresenta il contributo della FA agli Enti meteo riconosciuti come enti meteorologici di interesse nazionale indicati nell'allegato 1 del Regolamento dell'Agenzia ItaliaMeteo.
- **Collaborazioni nell'ambito della ricerca scientifica nazionale e internazionale:** Secondo quanto previsto dal comma 2 dell'art. 15 del COM, recepito nell'articolo 101 3^aalinea dell'OD-1, l'Aeronautica Militare partecipa alle attività di ricerca e sviluppo nel settore aerospaziale, nel quale si annoverano anche la Meteorologia e la Climatologia aeronautica, attraverso collaborazioni e convenzioni con enti universitari e di ricerca pubblici.
- **Supporto meteorologico alle spedizioni nazionali in Antartide:** Il Decreto Interministeriale del 9 novembre 1992 sancisce il concorso dell'Amministrazione della Difesa con propri mezzi e personale, al Programma Nazionale di Ricerca in Antartide (PNRA), la cui attuazione è affidata all'ENEA e alla sua Unità Tecnica Antartide (UTA). In particolare, l'Aeronautica Militare assicura un supporto logistico e operativo che si concretizza, oltre

alla partecipazione della 46^a Brigata Aerea con l'impiego di personale di meteorologia per la rilevazione/misurazione dei parametri meteorologici a scopo scientifico e per l'indispensabile supporto alle operazioni aeree, terrestri e marittime e alle attività di ricerca scientifica delle Spedizioni Italiane in Antartide.

- *Rilevazione di parametri atmosferici anche di interesse climatologico/ambientale:* Discendono dai compiti previsti dall'OMM per un Servizio Meteorologico Nazionale (SMN) contenuti nello Statement del OMM al 16° Congresso del 2016 item 11.7 del report dell'assemblea plenaria.
- *Rappresentanza nazionale presso l'organizzazione Meteorologica mondiale (OMM):* La legge n. 1237/1950, "Ratifica ed esecuzione della convenzione dell'Organizzazione Meteorologica Mondiale" prevede all'articolo 3 che il Ministero della Difesa sia l'Amministrazione competente a sostenere gli oneri per l'attuazione della convenzione. L'OMM con il documento "Reference Guide for Permanent Representatives of Members with the World Meteorological Organization on Relevant Procedures and Practices of the Organization" - WMO-No.939 del 2015, individua, in prima istanza, come rappresentante permanente nazionale (PR) il Direttore del Servizio Meteorologico o Idrometeorologico dei vari paesi. Tuttavia, è possibile che il RP non abbia tali incarichi, ma comunque deve essere in grado di collaborare e coordinarsi con il direttore del SMN e gli eventuali altri stakeholders in modo da garantire il normale canale di comunicazione tra l'OMM e le organizzazioni governative e non governative dei paesi membri. L'Aeronautica Militare, in virtù del suo ruolo di Servizio meteorologico nazionale, in assenza di una specifica previsione normativa di dettaglio, per prassi consolidata, esprime il Rappresentante Permanente presso l'Organizzazione, agenzia specializzata dell'ONU, in stretto coordinamento e su accreditamento del MAECI.
- *Rappresentanza nazionale presso EUMETSAT:* Sulla base dell'art. 3 della legge n. 265/1986, il Ministero della Difesa, per il tramite del Servizio meteorologico dell'Aeronautica Militare:
 - a. assicura il controllo di parte italiana delle attività dell'EUMETSAT;
 - b. opera affinché i servizi prestati dall'EUMETSAT siano il più possibile aderenti agli interessi nazionali;
 - c. garantisce che i servizi resi disponibili dall'Agenzia siano accessibili agli utenti di cui all'articolo 2 della legge 21 dicembre 1978, n.863, con le prescrizioni nello stesso articolo indicate.

Sulla base dell'art. 1 della legge n. 863/1978, il Ministero della Difesa, d'intesa con il Ministero delle Poste e delle Telecomunicazioni, determina le modalità tecniche ed operative per la realizzazione e la gestione della rete di stazioni terrestri e della relativa rete di distribuzione dell'informazione, anche mediante il ricorso a convenzioni con società ed enti specializzati, preferibilmente a partecipazione statale, e con le università. Tale compito è stato ribadito dall'art. 2 dello Statuto dell'Agenzia ItaliaMeteo istituita con la citata legge 205 del 2017.

- *Rappresentanza nazionale presso ECMWF:* Sulla base dell'art. 1, comma 549 della legge n. 205/2017 il Ministero della Difesa per il tramite dell'Aeronautica Militare assicura, congiuntamente al Ministero dell'Università e ricerca, la rappresentanza dell'Italia presso il Consiglio del Centro europeo per le previsioni meteorologiche a medio termine (CEPMET). Tale compito è stato ribadito dall'art. 2 dello Statuto dell'Agenzia ItaliaMeteo.
- *Rappresentanza presso EUMETNET:* L'Aeronautica Militare attraverso il proprio Servizio Meteorologico rappresenta il Paese nel consorzio EUMETNET che raggruppa 31 Servizi Meteorologici. L'adesione dell'Aeronautica Militare fu autorizzata dal Ministro della Difesa con il foglio del Gabinetto del Ministro n° 2/425/3-4-3/2007 del 7 gennaio 2008.

AUTORITÀ DISTRETTUALE DI BACINO

Con le disposizioni del Testo Unico in materia ambientale (Decreto legislativo n. 152/2006) il territorio italiano è stato ripartito in otto distretti idrografici. Ai sensi dell'art. 64, comma 1, del suddetto D.lgs.

152/2006, come modificato dall'art. 51, comma 5 della Legge 221/2015, il territorio nazionale è stato poi ripartito in 7 distretti idrografici. In ciascun distretto idrografico è istituita l'Autorità di bacino distrettuale, di seguito Autorità di Distretto. L'Autorità di Distretto svolge attività di pianificazione necessarie per la difesa idrogeologica, per la realizzazione delle mappe della pericolosità e del rischio, per la tutela delle risorse idriche e degli ambienti acquatici.

In questa nuova ottica distrettuale europea, per attuare le disposizioni comunitarie discendenti dalla Direttiva Acque (2000/60/CE) e dalla Direttiva Alluvioni (2007/60/CE), le Autorità di Distretto provvedono:

- all'elaborazione del Piano di bacino distrettuale,
- ad esprimere parere sulla coerenza con gli obiettivi del Piano di bacino dei piani e programmi comunitari, nazionali, regionali e locali relativi alla difesa del suolo, alla lotta alla desertificazione, alla tutela delle acque e alla gestione delle risorse idriche,
- all'elaborazione di un'analisi delle caratteristiche del distretto, di un esame sull'impatto delle attività umane sullo stato delle acque superficiali e sullo stato delle acque sotterranee, nonché di un'analisi economica dell'utilizzo idrico.

Tutti gli atti di indirizzo, coordinamento e pianificazione sono adottati in sede di conferenza istituzionale permanente, convocata, su proposta delle amministrazioni partecipanti, del Ministro dell'Ambiente, dal Segretario Generale.

A tale conferenza partecipano i Presidenti delle Regioni appartenenti al distretto idrografico o gli Assessori dai medesimi delegati, nonché il Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare e il Ministro delle infrastrutture e dei trasporti, o i Sottosegretari di Stato dagli stessi delegati, il Capo del Dipartimento della protezione civile della Presidenza del Consiglio dei ministri e, nei casi in cui siano coinvolti i rispettivi ambiti di competenza, il Ministro delle politiche agricole alimentari e forestali e il Ministro dei beni e delle attività culturali e del turismo, o i Sottosegretari di Stato dagli stessi delegati. L'operatività delle Autorità di bacino Distrettuali viene normata in Italia con numerosi provvedimenti, tra cui la L. 221/15, il DM 24 ottobre 2016, e DPCM 4 aprile 2018; con quest'ultimo, in particolare, viene avviata l'organizzazione generale delle Autorità di Bacino distrettuale, con l'individuazione e il trasferimento delle unità di personale, risorse strumentali e finanziarie e la determinazione della dotazione organica.

L'Autorità Distrettuale di Bacino delle Alpi Orientali opera sui bacini idrografici nelle regioni Friuli-Venezia Giulia e Veneto, nelle Province Autonome di Trento e di Bolzano, nonché su alcuni bacini transfrontalieri al confine con Svizzera, Austria e Slovenia. L'ambito territoriale copre circa 40.000 km², in cui vivono indicativamente 7 milioni di abitanti.

L'Autorità di Distretto delle Alpi Orientali ha sottoscritto un accordo di collaborazione con la Regione del Veneto e l'Agenzia Regionale per la Prevenzione e protezione Ambientale del Veneto ARPAV (DGRV n. 273 del 22 marzo 2022), ai sensi degli artt. 4 e 21 del d. lgs 2 gennaio 2018 n. 1 e ai sensi dell'art.15 legge 7 agosto 1990 n.241, che prevede nell'ambito delle rispettive competenze istituzionali l'attivazione e la promozione di un Osservatorio dei cittadini sulle acque per incrementare le banche dati e i canali di comunicazione in preparazione e durante gli eventi alluvionali, anche attraverso l'utilizzo di modelli di resilienza.

Le competenze istituzionali attribuite dalla legge all'**Autorità Distrettuale di Bacino del Fiume Po** concernono essenzialmente le attività di pianificazione territoriale di settore e conseguente programmazione generale su scala distrettuale (cfr. D.lgs. 3 aprile 2006, n. 152 e s.m.i.) e pertanto, in linea generale, non compete all'Autorità medesima, l'implementazione di reti e sistemi di monitoraggio né la loro manutenzione.

Tuttavia, le attività di monitoraggio costituiscono la base di fondamentale importanza per le attività di pianificazione e con, la presente proposta, se ne indicano alcune principali e prioritarie esigenze che si ritiene possano risultare in linea con il finanziamento in questione. Le norme che ne forniscono il mandato istituzionale per i servizi operativi che fanno uso anche di OT trovano attuazione nella parte Terza del Dlgs 152/2006 e ss.mm.ii. per quanto assegnato di competenza all'Autorità di bacino.

L'Autorità Distrettuale di Bacino dell'Appennino Settentrionale (di seguito anche Autorità di distretto o Autorità o ADAS) svolge i compiti di pianificazione e programmazione previsti dalla parte III

del d.lgs. 152/2006 e dalle direttive europee in materia di acque (direttiva 2000/60/CE) ed alluvioni (direttiva 2007/60/CE). In tale contesto attua il monitoraggio dell'efficacia della pianificazione di distretto, in particolare per quanto riguarda il Piano di gestione delle acque (PGA), il Piano di gestione del rischio alluvioni (PGRA) e il Piano di assetto idrogeologico (PAI). Con riferimento a tali competenze, anche al fine di garantire il costante aggiornamento del quadro conoscitivo e degli effetti delle misure infrastrutturali e non pianificate, l'Autorità di distretto gestisce ed implementa le informazioni necessarie per le attività di monitoraggio. Si pensi, ad esempio, ai dati funzionali all'espletamento dei compiti correlati all'Osservatorio degli Utilizzi Idrici, incardinato presso l'Autorità, per quanto attiene alla pianificazione di gestione sulle acque; oppure all'attività di valutazione sulla piattaforma ReNDIS ai sensi del d.p.c.m. 27.09.2021 per la valutazione degli interventi in materia di mitigazione del rischio idrogeologico, con riferimento alla coerenza degli stessi rispetto agli strumenti di pianificazione di bacino vigenti e alla loro priorità, anche alla luce della valutazione del rischio e dell'analisi costi-benefici; e, più in generale, ad ogni tipo di supporto alle amministrazioni locali finalizzato a sviluppare elaborazioni, applicativi, modelli interpretativi e di gestione che necessitano, dunque, come presupposto, della conoscenza in tempo reale oltreché prospettica.

Qui di seguito si sintetizzano le principali attività di carattere tecnico-operativo:

- modellazione in materia di alluvioni, frane, dinamica sedimentaria e gestione della risorsa idrica;
- sviluppo ed utilizzo di applicativi per la previsione/predisposizione di eventi di dissesto idrogeologico in genere, per il bilancio idrico e sedimentario, per la dinamica evolutiva del rilievo, per l'analisi della carenza idrica, per la previsione e caratterizzazione degli eventi estremi alla luce degli effetti del cambiamento climatico (flash flood, stati ed indici di siccità, gestione delle riserve, etc.);
- interpretazione, elaborazione e restituzione di informazioni da dati satellitari con particolare riferimento alle tecniche interferometriche PS-InSAR, determinazione di indici di qualità ambientale e morfologica;
- elaborazione di cartografie tematiche, gestione data base geografici, analisi statistiche ed interpretazione dei dati a scala locale e regionale;
- elaborazione e predisposizione di interfacce digitali e web per la comunicazione e fruizione dei dati sopra indicati.

La cartografia inerente alla pericolosità da alluvione del PGRA e da dissesti di natura geomorfologica del PAI viene costantemente aggiornata in collaborazione con le Regioni e i Comuni del distretto. Tutte le informazioni e le cartografie inerenti alla pianificazione di bacino sopra richiamata sono visualizzabili e scaricabili via web-gis attraverso il sito del distretto.

Il distretto si sviluppa su una superficie di 24.300 kmq ed è compreso sostanzialmente in due regioni: Toscana (20.297 kmq, 83,6 % della superficie totale) e Liguria (3.833 kmq, 15,8% della superficie totale).

L'**Autorità Distrettuale di Bacino dell'Appennino Centrale** di cui all'art. 64, comma 1, lett d) del d.lgs. 152/2006 ha una superficie stimata in circa 42.506 kmq, e comprende 7 Regioni ed è costituito dai seguenti bacini idrografici:

- Tevere, già bacino nazionale ai sensi della legge 18 maggio 1989, n. 183;
- Tronto, già bacino interregionale ai sensi della legge 18 maggio 1989, n. 183;
- Sangro, già bacino interregionale ai sensi della legge 18 maggio 1989, n. 183;
- bacini dell'Abruzzo, già bacini regionali ai sensi della legge 18 maggio 1989, n. 183;
- bacini del Lazio, già bacini regionali ai sensi della legge 18 maggio 1989, n. 183;
- Potenza, Chienti, Tenna, Ete, Aso, Menocchia, Tesino e bacini minori delle Marche, già bacini regionali ai sensi della legge 18 maggio 1989, n. 183;
- Fiora, già bacino interregionale ai sensi della legge 18 maggio 1989, n. 183;
- Foglia, Arzilla, Metauro, Cesano, Misa, Esino, Musone e altri bacini minori, già bacini regionali ai sensi della legge 18 maggio 1989, n. 183;

L'**Autorità Distrettuale di Bacino dell'Appennino Meridionale** comprende i bacini idrografici nazionali Liri-Garigliano e Volturno, i bacini interregionali Sele, Sinni e Noce, Bradano, Saccione,

Fortore e Biferno, Ofanto, Lao, Trigno ed i bacini regionali della Campania, della Puglia, della Basilicata, della Calabria, del Molise.

In base alle norme vigenti, ha fatto proprie le attività di pianificazione e programmazione a scala di Bacino e di Distretto idrografico relative alla difesa, tutela, uso e gestione sostenibile delle risorse suolo e acqua, alla salvaguardia degli aspetti ambientali svolte dalle ex Autorità di Bacino Nazionali, Regionali, Interregionali in base al disposto della ex legge 183/89 e concorre, pertanto, alla difesa, alla tutela e al risanamento del suolo e del sottosuolo, alla tutela quali-quantitativa della risorsa idrica, alla mitigazione del rischio idrogeologico, alla lotta alla desertificazione, alla tutela della fascia costiera ed al risanamento del litorale (in riferimento agli articoli 53, 54 e 65 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 e s.m.i.).

L'**Autorità Distrettuale di Bacino della Sicilia**, istituita dall'articolo 3, comma 2, della legge regionale 8 maggio 2018, n. 8 come Dipartimento regionale incardinato presso la Presidenza della Regione, è costituita da una struttura centrale con sede a Palermo presso la Presidenza della Regione e da una struttura territoriale decentrata con sede a Catania presso la Presidenza della Regione. Sono organi dell'Autorità di bacino: la conferenza istituzionale permanente, il segretario generale, che è il dirigente generale del dipartimento regionale Autorità di bacino, la conferenza operativa, la segreteria tecnica operativa. L'Autorità di bacino si avvale di un comitato tecnico scientifico costituito da personale di comprovata esperienza tecnico-scientifica. L'Autorità di bacino ha il compito di assicurare la difesa del suolo e la mitigazione del rischio idrogeologico, il risanamento delle acque, la manutenzione dei corpi idrici, la fruizione e la gestione del patrimonio idrico e la tutela degli aspetti ambientali nell'ambito dell'ecosistema unitario del bacino del distretto idrografico della Sicilia, in adempimento degli obblighi derivanti dalle direttive UE di settore. Transitano, inoltre, all'Autorità di bacino le competenze in materia di demanio idrico di cui al comma 7 dell'articolo 71 della legge regionale del 15 maggio 2013, n. 9 e successive modifiche ed integrazioni. L'Autorità di bacino esercita i compiti affidati alle Autorità di bacino distrettuale della parte terza del decreto legislativo n. 152/2006; alla medesima Autorità di bacino, ai sensi del comma 2 dell'articolo 63 del decreto legislativo n. 152/2006, sono altresì attribuite le competenze della Regione di cui alla parte terza del decreto legislativo n. 152/2006. L'Autorità di bacino elabora e approva il Piano Regolatore generale degli acquedotti, esercita altresì i compiti di cui alle lettere a), b), c), d), f), g), h), i), l), m), n), o) del comma 1 dell'articolo 2 della legge regionale 11 agosto 2015, n. 19. Il comma 2 dell'articolo 2 della legge regionale n. 19/2015 è soppresso. In particolare, l'Autorità di bacino provvede, ai sensi del comma 10 dell'articolo 63 del decreto legislativo n. 152/2006 e successive modifiche ed integrazioni: ad elaborare il Piano di bacino distrettuale e i relativi stralci, tra cui il piano di gestione del bacino idrografico, previsto dall'articolo 13 della direttiva 2000/60/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 23 ottobre 2000 e successive modifiche ed integrazioni, e il piano di gestione del rischio di alluvioni, previsto dall'articolo 7, della direttiva 2007/60/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 23 ottobre 2007, nonché i programmi di intervento; ad esprimere parere sulla coerenza con gli obiettivi del Piano di bacino dei piani e programmi dell'Unione europea, nazionali, regionali e locali relativi alla difesa del suolo, alla lotta alla desertificazione, alla tutela delle acque e alla gestione delle risorse idriche; all'organizzazione ed al funzionamento del servizio di "Polizia idraulica" di cui al Regio decreto 25 luglio 1904, n. 523, fatto salvo quanto previsto dagli articoli 10 e 12 del medesimo Regio decreto n. 523 del 1904.

La struttura organizzativa dell'Autorità di bacino è determinata in:

- Aree
 - AREA 1 - Affari della direzione, trasparenza e controlli
 - AREA 2 - Affari generali
 - AREA 3 - Contenzioso e affari legali
- Servizi
 - Tutela delle risorse idriche – Pianificazione di competenza nazionale
 - Pianificazione attuativa di competenza regionale
 - Assetto del territorio
 - Pareri e autorizzazioni ambientali – demanio idrico fluviale e polizia idraulica
 - Attuazione interventi a titolarità o a regi
- n. 9 unità operative di base

L'Autorità di bacino espleta le attività di polizia idraulica nel rispetto delle disposizioni del Regio decreto 25 luglio 1904, n. 523 e della vigente legislazione comunitaria, statale e regionale in materia di tutela

delle risorse idriche e di difesa del suolo. Per attività di polizia idraulica si intende quel complesso di attività amministrative e tecniche dirette alla gestione delle acque pubbliche, al controllo degli interventi di gestione e trasformazione del demanio idrico nonché al controllo ed alla sorveglianza dei fiumi e dei torrenti al fine di mantenere e migliorare il regime idraulico secondo la vigente normativa di settore. L'Autorità di bacino, per l'espletamento delle funzioni, si avvale, in particolare, degli Uffici del Genio civile territorialmente competenti, nonché dei competenti uffici periferici del Dipartimento regionale dell'ambiente, del Comando del Corpo forestale della Regione siciliana e del Dipartimento regionale dello sviluppo rurale e territoriale. L'Autorità di bacino può, altresì, stipulare convenzioni con altre Amministrazioni preposte alla tutela, al controllo e alla salvaguardia del territorio.

L'Autorità Distrettuale di Bacino della Sardegna è stata istituita con la Legge regionale n.19 del 6 Dicembre 2006, al fine di perseguire l'unitario governo dei bacini idrografici e indirizzare, coordinare e controllare le attività conoscitive, di pianificazione, di programmazione e di attuazione che hanno come finalità:

- a) la conservazione e la difesa del suolo da tutti i fattori negativi di natura fisica e antropica
- b) il mantenimento e la restituzione ai corpi idrici delle caratteristiche qualitative richieste per gli usi programmati
- c) la tutela delle risorse idriche e la loro razionale utilizzazione
- d) la tutela degli ecosistemi, con particolare riferimento alle zone d'interesse naturale, forestale e paesaggistico e alla promozione di parchi fluviali, ai fini della valorizzazione e del riequilibrio ambientale.

Sono organi dell'Autorità di bacino:

- il Comitato istituzionale:
 - definisce i criteri, metodi, tempi e modalità per l'elaborazione del Piano di bacino distrettuale e lo adotta
 - approva i programmi d'intervento attuativi del Piano di bacino, degli schemi previsionali e programmatici e ne controlla l'attuazione
 - adotta il Piano per il recupero dei costi relativi ai servizi idrici
 - adotta il Piano di gestione del distretto idrografico della Sardegna, da svilupparsi con le modalità e i contenuti previsti dall'articolo 13 della direttiva n. 2000/60/CE
 - propone e adotta normative omogenee relative a standard, limiti e divieti, inerenti alle finalità di cui all'articolo 1
 - predispone indirizzi, direttive e criteri per la valutazione degli effetti sull'ambiente degli interventi e delle attività con particolare riferimento alle tecnologie agricole, zootecniche ed industriali
 - attiva forme di informazione e partecipazione pubblica al fine di favorire un adeguato coinvolgimento dei portatori di interesse nella formazione degli atti di pianificazione.
- la Direzione generale Agenzia regionale del distretto idrografico della Sardegna che ha la funzione di segreteria tecnico-operativa, di struttura di supporto logistico-funzionale dell'Autorità di bacino e di struttura tecnica per l'applicazione delle norme previste dalla direttiva 2000/60/CE; a tal fine svolge compiti istruttori, di supporto tecnico, operativo e progettuale alle funzioni di regolazione e controllo proprie della Regione e realizza una attività di ricerca e sviluppo.

MINISTERO DELLA CULTURA

La Direzione Generale per la Sicurezza del Patrimonio Culturale del MiC – Ministero della Cultura è stata istituita con il DPCM n. 169 del 2 dicembre 2019 (G.U. n. 16 del 21 gennaio 2020).

La Direzione Generale Sicurezza del Patrimonio culturale assicura, nel rispetto degli indirizzi e delle direttive del Segretario generale, l'ideazione, la programmazione, il coordinamento, l'attuazione e il monitoraggio di tutte le iniziative in materia di prevenzione dei rischi e sicurezza del patrimonio culturale e di coordinamento degli interventi conseguenti ad emergenze nazionali ed internazionali, anche in collaborazione con le altre amministrazioni competenti.

La Direzione generale assicura altresì il buon andamento e la necessaria unitarietà della gestione degli interventi operativi emergenziali di messa in sicurezza del patrimonio culturale mobile e immobile, delle

azioni di recupero e della ricostruzione nelle aree colpite dagli eventi calamitosi, nonché degli interventi finalizzati alla prevenzione e alla sicurezza antincendio negli istituti e nei luoghi della cultura di appartenenza statale. A tali fini, la Direzione generale coordina tutte le iniziative avvalendosi delle strutture periferiche del Ministero, anche secondo modelli organizzativi appositamente previsti per le fasi emergenziali.

La Direzione Generale Sicurezza del Patrimonio culturale costituisce centro di responsabilità amministrativa ai sensi dell'articolo 21, comma 2, della legge 31 dicembre 2009, n. 196, ed è responsabile per l'attuazione dei piani gestionali di competenza della stessa.

La Direzione Generale Sicurezza del Patrimonio culturale si articola nei due uffici dirigenziali di livello non generale centrali, individuati ai sensi dell'articolo 17, comma 4-bis, lettera e), della legge 23 agosto 1988, n. 400, e dell'articolo 4, commi 4 e 4-bis, del decreto legislativo 30 luglio 1999, n. 300:

- Servizio I – Sicurezza degli istituti e dei luoghi della cultura
- Servizio II – Emergenze e ricostruzioni

Sono altresì articolazioni della Direzione Generale:

- Ufficio del Soprintendente Speciale per le aree colpite dal sisma del 24 agosto 2016
- Uffici speciali eventualmente istituiti in attuazione dell'articolo 54, comma 2-bis del decreto legislativo 30 luglio 1999, n. 300.

Tra le competenze della Direzione Generale Sicurezza del Patrimonio Culturale sono confluite alcune tematiche già trattate dalla ex Unità per la Sicurezza del Patrimonio culturale del Segretariato Generale (vedi Circolare del Segretario Generale n. 34 del 9/06/2020).

In dettaglio, la Direzione Generale Sicurezza del Patrimonio Culturale proseguirà in continuità con la precedente attività:

- gli adempimenti inerenti al Progetto speciale sicurezza, inserito nel programma triennale ex art. 1 commi 9 e 10 legge 190/2014 (stabilità 2015) e finalizzato all'innalzamento del livello di sicurezza antropica dei siti del Ministero maggiormente vulnerabili, attraverso il potenziamento degli impianti di sicurezza posti a protezione degli istituti a maggior rischio;
- le attività inerenti la Direttiva del Segretariato generale n. 31 del 26/06/2019- Disposizioni e modalità attuative del decreto di programmazione straordinaria dei fondi rinvenienti dal POin/FERS 2007-2013- D.M. n. 467 del 25/10/2018 registrato alla corte dei conti il 15/11/2018 con il n. 3369- Adempimenti del D.P.R 1/08/2011, n. 151 per la sicurezza antincendio nei siti del Mibact;
- gli adempimenti inerenti alla Direttiva del Segretariato generale n. 31 del 26/06/2019- Disposizioni e modalità attuative del decreto di programmazione straordinaria dei fondi rinvenienti dal POin/FERS 2007-2013- D.M. n. 467 del 25/10/2018 registrato alla Corte dei conti il 15/11/2018 con il n. 3369- Adempimenti del D.P.R 1/08/2011, n. 151 per la sicurezza antincendio nei siti del Mibact;
- le attività previste dall'art. 1, comma 566, 567 e 568 della legge del 30.12.2018, n.145, curando il completamento degli adempimenti previsti dalle suddette norme, finalizzati all'adeguamento alle norme di prevenzione incendi per le sedi del MiC vincolate ai sensi del codice dei beni culturali e del paesaggio;
- le attività inerenti il sistema informativo "Securart", curandone la gestione, l'aggiornamento dei dati nonché eventuali ulteriori sviluppi.

Presso la Direzione Generale per la Sicurezza del Patrimonio Culturale è recentemente confluita altresì la gestione del sistema informativo "Carta del Rischio", a seguito del protocollo di intesa con la Direzione Generale Educazione, ricerca e istituti culturali e l'Istituto Centrale per il Restauro del 24/07/2020. La Direzione generale curerà attraverso la "Carta del Rischio", quale sistema informativo territoriale, la conoscenza, ai fini della prevenzione, sul possibile danno dei beni immobili e mobili provocato dai rischi naturali e antropici. La Direzione generale ne curerà la gestione, l'aggiornamento dei dati nonché eventuali ulteriori sviluppi.

Per quanto riguarda le attività inerenti la gestione delle emergenze derivanti da calamità naturali ed il coordinamento dell'Unità di crisi - coordinamento nazionale MiC (UCCN-MiC), con Decreto del Segretariato Generale n. 121 del 26/03/2020 sono state riviste l'attivazione e l'organizzazione delle UCCR e al Direttore Generale SPC è stata attribuita la funzione di coordinatore dell'UCCN-MiC.

2.3 Descrizione della situazione attuale (AS IS)

L'articolazione della situazione attuale (AS IS) riferita all'analisi dei processi e dei soggetti delle singole componenti della tematica viene così proposta:

2.3.1 Pianificazione

PIANI STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI)

Il Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI) è stato avviato dopo gli eventi franosi di Sarno del 1998, redatto ai sensi dell'art. 17, comma 6 ter, della L. 183/89, dell'art. 1, comma 1, del D.L. 180/98, convertito con modificazioni dalla L. 267/98, e dell'art. 1 bis del D.L. 279/2000, convertito con modificazioni dalla L. 365/2000. Esso ha valore di piano territoriale di settore e rappresenta lo strumento conoscitivo, normativo e di pianificazione mediante il quale l'Autorità distrettuali pianificano e programmano le azioni e le norme d'uso finalizzate alla salvaguardia delle popolazioni, degli insediamenti, delle infrastrutture e del suolo. L'obiettivo è quello di garantire su territorio adeguati standard di sicurezza rispetto all'assetto geomorfologico, relativamente alla dinamica dei versanti ed alla pericolosità da frana e all'assetto idraulico relativamente alla dinamica dei corsi d'acqua, al pericolo di inondazione. Oltre ciò si aggiungono gli aspetti legati alla dinamica costiera, quindi, alla pericolosità di erosione costiera.

Ad oggi, sui territori di competenza distrettuale, sono vigenti i PAI di cui alla legge 183/1989 e s.m.i. redatti da ciascuna ex Autorità di Bacino nazionali, interregionali e regionali.

Il P.A.I. ha sostanzialmente tre funzioni:

- la funzione conoscitiva, che comprende lo studio dell'ambiente fisico e del sistema antropico, nonché della ricognizione delle previsioni degli strumenti urbanistici e dei vincoli idrogeologici e paesaggistici;
- la funzione normativa e prescrittiva, destinata alle attività connesse alla tutela del territorio e delle acque fino alla valutazione della pericolosità e del rischio idrogeologico e alla conseguente attività di vincolo in regime sia straordinario che ordinario;
- la funzione programmatica, che fornisce le possibili metodologie d'intervento finalizzate alla mitigazione del rischio, determina l'impegno finanziario occorrente e la distribuzione temporale degli interventi.

Seguendo l'equazione per la valutazione del rischio geomorfologico, in linea generale la metodologia si articola nei seguenti step:

- Classificazione dei movimenti franosi in base alle diverse tipologie e velocità.
- Valutazione della pericolosità su elementi di dissesto presenti, in atto o avvenuti in passato.
- Identificazione degli elementi a rischio e relativa vulnerabilità.
- Determinazione del rischio.

Analogamente, seguendo l'equazione per la valutazione del rischio per inondazione, in linea generale la metodologia si articola nei seguenti step:

- Analisi storico-inventariale (raccolta dati) e analisi territoriale;
- Studio idrologico;
- Studio idraulico;
- Perimetrazione delle aree a diversa pericolosità di inondazione e valutazione del rischio idraulico.

Le diverse Autorità di Distretto perseguono gli obiettivi sopraindicati utilizzando approcci e metodologie differenti dettate anche dal contesto territoriale in cui operano. Allo stesso modo gli elaborati di output variano da un ente all'altro, fermo restando la produzione di una cartografia relativa al dissesto e alla perimetrazione delle aree a diversa pericolosità e rischio geomorfologico e l'elaborazione di una relazione generale. La fornitura di una serie di tematismi a corredo, riguardanti la litologia, la pendenza, l'uso del suolo, la permeabilità, etc. è invece discrezionale.

Relativamente alla perimetrazione delle aree a diversa pericolosità di inondazione e valutazione del rischio idraulico, le ADB individuano un metodo per la definizione dei livelli di pericolosità (generalmente con riferimento all'entità delle inondazioni valutate in base al valore dei tiranti idrici e del tempo di ritorno). Le classi di rischio sono dunque determinate dalla sovrapposizione della carta della pericolosità con gli elementi a rischio determinati sulla base della cartografia disponibile.

Mediante l'incrocio del dato relativo all'elemento a rischio con quello della classe di pericolosità, si può risalire agevolmente al grado di rischio.

L'informatizzazione, l'archiviazione e la pubblicazione delle mappe e cartografie risultano operazioni fondamentali per lo svolgimento delle attività istituzionali. Solitamente ogni autorità distrettuale ricorre a software per la creazione di un Sistema Informativo Territoriale, più comunemente detto GIS (Geographic Information System), che può essere consultato anche on-line mediante i cosiddetti Web-GIS. In altri casi l'informazione è scaricabile sotto forma di shapefile o file raster. Di seguito sono riportati i riferimenti per ciascuna autorità distrettuale per la consultazione della cartografia tematica relativa al PAI.

- distretto idrografico delle Alpi orientali, comprendente i seguenti bacini idrografici: Adige, Alto Adriatico, bacini del Friuli-Venezia Giulia e del Veneto, Lemene. <http://www.alpiorientali.it/piano-assetto-idrogeologico/piano-assetto-idrogeologico-2.html>
- distretto idrografico del Fiume Po, comprendente i seguenti bacini idrografici: Po, Reno, Fissero Tartaro Canalbianco, Conca Marecchia, Lamone, Fiumi Uniti (Montone, Ronco), Savio, Rubicone e Uso, bacini minori afferenti alla costa romagnola. <https://www.adbpo.it/accesso-allarea-webgis/>
- distretto idrografico dell'Appennino settentrionale, comprendente i seguenti bacini idrografici: Arno, Serchio, Magra, bacini della Liguria, bacini della Toscana. <http://www.appenninosettentrionale.it/it/>
- distretto idrografico dell'Appennino centrale, comprendente i seguenti bacini idrografici: Tevere, Tronto, Sangro, bacini dell'Abruzzo, bacini del Lazio, Potenza, Chienti, Tenna, Ete, Aso, Menocchia, Tesino e bacini minori delle Marche, Fiora, Foglia, Arzilla, Metauro, Cesano, Misa, Esino, Musone e altri bacini minori. <https://www.autoridadistrettoac.it/pianificazione/pianificazione-di-bacino-idrografico>
- distretto idrografico dell'Appennino meridionale, comprendente i seguenti bacini idrografici: Liri-Garigliano, Volturno, Sele, Sinni e Noce, Bradano, Saccione, Fortore e Biferno, Ofanto, Lao, Trigno, bacini della Campania, bacini della Puglia, bacini della Basilicata, bacini della Calabria, bacini del Molise. <https://www.distrettoappenninomeridionale.it/index.php/elaborati-di-piano-menu>
- distretto idrografico della Sardegna, comprendente i bacini della Sardegna. [Autorità di bacino regionale della Sardegna](#)
- [distretto idrografico della Sicilia](#), comprendente i bacini della Sicilia.

PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI (PGRA)

Il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) è lo strumento individuato (D.Lgs. 49/2010) dalla Direttiva Europea Alluvioni 2007/60/CE per individuare le azioni necessarie per mitigare gli effetti dei fenomeni naturali di esondazione e ridurre gli impatti negativi sulla sicurezza umana, l'ambiente, il patrimonio culturale e le attività economiche.

Il PGRA dirige l'azione sulle aree a rischio più significativo, organizzate e gerarchizzate, definendo gli obiettivi di sicurezza, le misure e le priorità di intervento a scala distrettuale, in modo concertato fra tutte le Amministrazioni e gli Enti gestori, con la partecipazione dei portatori di interesse e il coinvolgimento del pubblico in generale.

I Piani di gestione del rischio di alluvione sono stati predisposti dalle Autorità di bacino distrettuali dei 5 distretti idrografici in cui è suddiviso il territorio nazionale (fiume Po, Alpi Orientali, Appennino settentrionale, Appennino centrale, Appennino Meridionale) nonché dalle regioni Sardegna e Sicilia. Il periodico riesame e l'eventuale aggiornamento dei Piani ogni 6 anni consentono di adeguare la gestione del rischio di alluvioni alle mutate condizioni del territorio, anche tenendo conto del probabile impatto dei cambiamenti climatici sul verificarsi di alluvioni.

Nel documento "Valutazione Globale Provvisoria" sono individuate e poste all'attenzione del pubblico e al confronto dei portatori di interesse le questioni principali che verranno affrontate nel processo di elaborazione del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni.

La Commissione europea attribuisce particolare importanza alla comunicazione e alla partecipazione pubblica quali elementi essenziali per un efficace elaborazione del piano di gestione del rischio di alluvioni. La Direttiva 2007/60/CE prevede infatti che gli Stati membri incoraggino la partecipazione attiva delle parti interessate all'elaborazione, al riesame e all'aggiornamento dei piani di gestione del rischio alluvioni. Tali adempimenti sono ribaditi all'articolo 10 "Informazione e consultazione del pubblico" del Decreto Legislativo 49/2010: Il processo di partecipazione pubblica attiva dei portatori di interesse ha avvio con la pubblicazione delle mappe di pericolosità e di rischio e con la pubblicazione del progetto di partecipazione pubblica.

Questa partecipazione è da considerarsi un elemento essenziale per assicurare qualità, adeguatezza ed efficacia delle politiche di tutela dell'ambiente, garantendo un effettivo confronto tra i decisori pubblici e le comunità locali. L'attuazione di processi partecipativi introdotta con la conferenza di RIO (AGENDA 21) è promossa dalla Commissione Europea in tutti i processi che interessano l'ambiente. La partecipazione pubblica si basa sulla valorizzazione delle conoscenze locali e intende attivare le competenze progettuali locali sia nella fase di elaborazione del piano, che nelle successive fasi attuative. Con la pubblicazione della Valutazione Globale Provvisoria sul sito internet prende avvio una fase di partecipazione pubblica in cui è possibile presentare eventuali osservazioni. Nello stesso periodo vengono organizzati incontri con i portatori di interesse. Il quadro conoscitivo di riferimento delle criticità idrauliche e le mappe di pericolosità e rischio si rendono disponibili sui siti delle Autorità di bacino e costituiscono la base della proposta di piano ed il riferimento per l'individuazione delle necessarie misure di prevenzione, protezione, preparazione nonché per la previsione degli effetti delle piene. Tale quadro viene ulteriormente aggiornato nel corso del processo di partecipazione pubblica in relazione alle attività attualmente in corso.

Nell'aggiornamento di Giugno 2021 sono state apportate le modifiche introdotte dalle nuove direttive sull'applicazione del principio di invarianza idraulica o idrologica contenute nell'art. 13 del D.P. n. 9/AdB del 06/05/2021, pubblicato nel S.O. n. 2 alla GURS n. 22 del 21/05/2021, di approvazione delle modifiche al Cap. 11 della Relazione generale del PAI (nuove Norme di Attuazione del PAI).

Gli esiti della Valutazione Preliminare e della redazione delle mappe consentono di disporre di un quadro conoscitivo aggiornato delle caratteristiche di pericolosità e di rischio del territorio. Sulla base di tali elementi informativi occorre definire obiettivi "appropriati" e le misure attraverso le quali tali obiettivi possono essere conseguiti. Gli obiettivi devono essere adeguati alla finalità di riduzione delle potenziali conseguenze negative degli eventi alluvionali sugli elementi esposti, coordinati a livello di bacino idrografico e devono tener conto delle caratteristiche del bacino stesso.

Rispetto al I ciclo di gestione, gli elementi integrativi da considerare negli aggiornamenti del piano di gestione sono quelli elencati nella parte B) dell'allegato alla Direttiva Alluvioni:

1. informazioni su eventuali modifiche e aggiornamenti apportati dopo la pubblicazione della versione precedente del PGRA, inclusa una sintesi delle revisioni effettuate;
2. la valutazione dei progressi realizzati per raggiungere gli obiettivi di cui all'art. 7 della Direttiva;
3. una descrizione motivata delle eventuali misure previste nella precedente versione del PGRA che erano state programmate e non sono state poste in essere;
4. una descrizione di eventuali misure aggiuntive adottate rispetto a quelle previste nella precedente versione del PGRA.

Inoltre, l'articolo 14 della Direttiva Alluvioni prevede che i PGRA tengano conto del probabile impatto dei cambiamenti climatici sul verificarsi di alluvioni.

La valutazione Preliminare del Rischio di cui all'art. 4 della Flood Directive (FD) consiste nella produzione, basata su informazioni disponibili o prontamente derivabili, di un quadro descrittivo degli eventi alluvionali occorsi in passato e potenzialmente verificabili in futuro e delle relative conseguenze avverse sulle unità territoriali alle quali è applicata la gestione del rischio di alluvioni. A livello nazionale sono state identificate le modalità per individuare, caratterizzare e catalogare tali informazioni, come sinteticamente illustrato nella Tabella 2 di seguito riportata.

Tabella 2 - Corrispondenze e fonti di dato per le diverse tipologie di evento definite dall'art.4, comma 2, della Direttiva Alluvioni

ARTICOLO	CORRISPONDENZA	FONTE
4.2(b) - PAST FLOODS	Gli eventi che, ai fini dell'attività di protezione civile, sono classificati di <i>tipo c</i> (eventi di livello nazionale)	FloodCat
4.2(c) - SIGNIFICANT PAST FLOODS	Gli eventi che, ai fini dell'attività di protezione civile, sono classificati di <i>tipo b</i> (eventi di livello provinciale e regionale); di <i>tipo a</i> (eventi di livello comunale); altri eventi certificati e comunque tutti gli eventi che hanno comportato almeno una vittima	FloodCat
4.2(d) - FUTURE FLOODS	Aree perimetrate in ambito PAI e PGRA o derivanti da studi recenti, mediante modellazione/ricostruzione idrologico-idraulica (compresi ad esempio scenari di rotte arginali) e/o con applicazione di metodi e criteri geomorfologici	PAI, PGRA, studi acquisiti/realizzati, carte geologiche e geomorfologiche

La Direttiva Alluvioni, infatti, prevede la differenziazione degli eventi secondo 3 diverse categorie rispondenti a specifici commi dell'articolo:

- ART. 4.2 (b) – alluvioni caratterizzate dall'aver avuto nel passato impatti avversi significativi in determinati luoghi in cui si sono verificate e dall'aver una probabilità non nulla di ripetersi "in futuro" negli stessi luoghi;
- ART. 4.2 (c) – alluvioni del passato "significative" che si sono verificate in determinati luoghi senza provocare impatti avversi significativi noti ma caratterizzate da una probabilità non nulla che il loro verificarsi negli stessi luoghi possa comportare "in futuro" conseguenze avverse significative;
- ART. 4.2 (d) – inclusione di quelle aree per le quali non ci sono notizie di alluvioni (significative) nel passato (quindi non comprese tra quelle identificate ai sensi del 4.2(b) e 4.2(c)) ma in cui potrebbero verificarsi future alluvioni con potenziali conseguenze avverse non necessariamente "significative".

In Italia le informazioni sugli eventi alluvionali occorsi in passato e le conseguenze da essi indotte sono raccolte attraverso una piattaforma web GIS-based denominata FloodCat, un catalogo progettato dal Dipartimento della Protezione Civile (DPC) con il supporto tecnico scientifico dell'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) e realizzato dalla Fondazione CIMA-Centro Internazionale

2.3.2 Piattaforme e sistemi

PIATTAFORMA NAZIONALE IDROGEO

La piattaforma nazionale IdroGEO sul dissesto idrogeologico in Italia è un applicativo multilingua, multidevice, open source e open data per la gestione, la consultazione, la condivisione e il download dei dati dell'Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia (IFFI), delle Mosaicature nazionali di pericolosità per frane e alluvioni e degli indicatori di rischio.

La piattaforma IdroGEO è stata realizzata da ISPRA con il contributo del PON Governance e Capacità istituzionale 2014-2020 - Progetto "Statistiche ambientali per le politiche di coesione 2014-2020". Asse: 3; Obiettivo Specifico: 3.1, Azione: 3.1.4.

La piattaforma IdroGEO è una piattaforma collaborativa che consente la gestione e l'aggiornamento dei dati da remoto da parte dei funzionari delle strutture tecniche regionali e che si coniuga in maniera ottimale con l'esigenza di acquisire e archiviare i dati durante i sopralluoghi mediante dispositivi mobile. L'utente può geolocalizzarsi, navigare sulla mappa e visualizzare il pannello informativo con i dati sul dissesto idrogeologico, estratti dinamicamente e presentati attraverso infografiche, creare report, segnalare nuove frane sul territorio e calcolare uno scenario con gli elementi esposti a frane e alluvioni. L'utente, cliccando sulla singola frana dell'Inventario IFFI, può visualizzare una selezione delle informazioni ad essa associate, oltre a foto, video e documenti.

Nella seguente tabella sono contenute le specifiche della piattaforma IdroGEO.

Figura 1 - Specifiche informatiche della piattaforma IdroGEO

Moduli componenti il sistema (elencare)	IFFI-WEB, IFFI-API, Geoserver, Mapfish, Mapproxy, Postgrest, PostgreSQL/PostGIS, PgAdmin, Wordpress, MySQL
Web-based (SI, solo alcuni moduli, NO)	SI
Sistema Operativo lato server (indicare almeno il nome)	Linux Ubuntu
Architettura a più livelli? (SI/NO)	SI
Linguaggi di programmazione utilizzati. Elencare i principali	Typescript, HTML
Sicurezza informatica. Indicare accorgimenti usati	Comunicazione client/server protetta tramite HTTPS, certificato SSL fornito da ISPRA Accesso a risorse protette su API gestito tramite JWT firmato con chiave privata e algoritmo RS256
Supporta Cooperazione applicativa (cartografica e non) in ingresso? (SI/NO) Se sì, indicare i principali protocolli supportati.	SI, WMS, REST API
Supporta Cooperazione applicativa (cartografica e non) in uscita? (SI/NO) Se sì, indicare i principali protocolli supportati.	SI, WMS, REST API
Ha funzioni di Profilazione Applicativa? (SI, in parte, NO)	SI
Ha un sistema di metadati? (SI/NO). Se sì indicare se supporta uno standard internazionale (es. ISO 19115)	SI, metadati RNDT (ISO 19115)
Disponibilità sorgenti? (SI/NO)	SI, non è previsto il rilascio del codice sorgente fino a Luglio 2023
Sistema soggetto a manutenzione? (SI/NO)	SI
Il sistema è produttore di dati? (SI/NO)	SI
Database utilizzato (indicare il nome)	PostgreSQL/PostGIS, MySQL
Supporta componente cartografica? (SI/NO)	SI

SISTEMA IDRO-METEO-MARE

La previsione meteorologica, idrologica e ondometrica sull'area Mediterranea presenta particolari difficoltà dovute alla stretta interazione tra i differenti fenomeni operanti su un intervallo di scale tra il km e la scala globale. A ciò si unisce la scarsità di osservazioni, specie sul mare e sul Nord Africa, che solo nel corso degli anni è stata man mano attenuata dall'utilizzo di misure da satellite. Lo sviluppo, sul finire degli anni '90 del SIMM - Sistema Idro-Meteo-Mare presso l'allora Dipartimento per i Servizi Tecnici Nazionali (in parte confluito in ISPRA), in collaborazione con l'ENEA, rappresentava una risposta di alto profilo tecnico-scientifico a tale sfida, basata sull'integrazione tra modellistica meteorologica e marina e sulla copertura dell'intero Bacino del Mediterraneo alla risoluzione del limite idrostatico (10 km).

A partire da settembre 2015, è operativa la nuova catena modellistica del SIMM comprende tre segmenti previsionali.

Il primo segmento, che è alla base della catena modellistica, è quello meteorologico. Attualmente, è operativa la configurazione sviluppata a seguito dell'iniziativa internazionale HyMeX - HYdrological cycle in the Mediterranean EXperiment (vedi sotto) che comprende il modello BOLAM a 0.07° a cui è innestata una versione del modello meteorologico non-idrostatico MOLOCH a 0.0225° in grado di rappresentare esplicitamente i fenomeni convettivi. Questa configurazione è operativa su un cluster HPC ad alte prestazioni (16 nodi HP SL230s Gen8, 256 core). Originariamente, il segmento meteorologico comprendeva invece il BOLAM configurato su due domini innestati (one-way nested): il modello sul dominio padre a 0.3° (ca. 33 km) era denominato H.R BOLAM; mentre quello sul dominio a 0.1° (ca. 11 km) era denominato V.H.R. BOLAM.

Il secondo segmento è costituito dal sistema di previsione marino-costiera Mc-WAF per la previsione dello stato del mare a scala di Mediterraneo (1/30 deg. res.), regionale (1/60 deg. res.) e costiera (1/240 deg. res.). Per l'inizializzazione del modulo previsionale Mc-WAF sono adottate

le previsioni del BOLAM a 0.07° e quelle ad altissima risoluzione del MOLOCH. Tale segmento, anch'esso operativo sul cluster HPC, sostituisce il modello WAM presente nella configurazione originale del SIMM.

Il terzo segmento è costituito dal sistema di previsione per la Laguna di Venezia basato sul nuovo modello SHYFEM, che rappresenta una versione aggiornata e migliorata del modello VL-FEM. Il modello SHYFEM è accoppiato direttamente con il modello BOLAM a 0.07°.

L'attuale catena modellistica del SIMM avente come componente meteorologica il sistema BOLAM-MOLOCH è stata inizialmente sviluppata per le attività previsionali previste ed effettuate nell'ambito dell'iniziativa internazionale HyMeX. L'operatività è stata, successivamente, decisa sulla base degli ottimi risultati riscontrati durante una attività di forecast verification e di model intercomparison effettuata sia su una serie di casi studio di eventi meteo-marini intensi e severi sia sull'intero periodo settembre 2012-marzo 2013, comprendente le due campagne di misura dell'iniziativa HyMeX, denominate SOP - Special Observation Period.

Dal 2000, le previsioni prodotte quotidiane dal SIMM sono state impiegate per le finalità istituzionali dell'ISPRA relative al monitoraggio ambientale, alla modellistica numerica, allo sviluppo di know-how tecnico-scientifico e alla condivisione di dati nell'ambito del Sistema Agenziale. I campi di interesse riguardano le risorse idriche, gli eventi meteo-idrologici e meteo-marini intensi e severi, la difesa delle coste, l'integrazione di informazioni provenienti da diverse tipologie di reti di misura, la navigazione, ecc. Oltre all'utilizzo dei prodotti SIMM nella normale collaborazione con le agenzie del Sistema Nazionale a rete per la Protezione dell'Ambiente (SNPA), le Regioni e le Province autonome, e con le omologhe strutture europee, i prodotti del SIMM sono impiegati anche in ambito di ricerca in collaborazioni con le comunità scientifiche nazionali e internazionali.

L'operatività del SIMM si inserisce nell'ambito delle attività del Dipartimento per la Tutela delle Acque Interne e Marine connesse all'idrologia, al rischio idraulico, marittimo e costiero, in continuità con le attività dell'ex Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale, spesso nel quadro di Progetti Europei e di Iniziative Internazionali (INTERREG II C "siccatà" e "alluvioni", HYDROPTIMET, FP5-VOLTAIRE, SEDEMED, SEDEMED 2, NETWET 2, FORALPS, MEDEX, HYDROCARE, MIPAIS, MAP D-PHASE, ERA-Net CRUE, HyMeX e MesoVICT).

Tra le finalità si ricordano: lo sviluppo di metodologie di verifica (per uso operativo o di ricerca) dei modelli meteo-marini attraverso il confronto con i dati osservati; lo studio degli eventi disastrosi sul bacino del Mediterraneo (alluvioni, mareggiate, ecc.) e della loro fenomenologia (cicloni Mediterranei, statistica eventi estremi, ecc.); la valutazione delle risorse idriche; l'uso di modellistica idro-meteorologica accoppiata per la previsione delle piene; la ricostruzione multi-sensore del campo di precipitazione; l'ottimizzazione delle rotte navali attraverso le previsioni meteo-marine (weather-routing); la stima del potenziale eolico; la difesa dall'inquinamento (oil spill); e il supporto ad attività operative. Un esempio, a tal riguardo, può esser fornito dalla Missione italiana ambientale "Bahar" in Libano del 2006, per la quale il Dipartimento per la Tutela delle Acque Interne e Marine ha contribuito giornalmente mettendo a disposizione via web le previsioni SIMM di vento e stato del mare sull'area interessata nonché fornendo con una task force interna al Dipartimento un bollettino meteo-marino relativo all'area libanese che fosse a supporto della missione ambientale in loco. Nei primi mesi del 2012, le previsioni marine del SIMM, insieme con le osservazioni della RMN - Rete Mareografica Nazionale e della RON - Rete Ondametrica Nazionale, sono state utilizzate nelle attività di monitoraggio a supporto delle operazioni intraprese per l'emergenza ambientale all'Isola del Giglio, causata dall'incidente della Costa Concordia del 13 gennaio 2012.

Sul versante scientifico, è da ricordare che l'ISPRA ha messo a disposizione durante le prime due campagne di misura SOP (Special Observation Period: 5 settembre-6 novembre 2012 & 1 febbraio-15 marzo 2013) dell'iniziativa internazionale HyMeX le previsioni del modello BOLAM a 33 km (H.R. BOLAM, riferito sul portale SOP come BOLAM-D2) e a 11 km (V.H.R. BOLAM, riferito sul portale SOP come BOLAM-D3), nonché quelle dei modelli in fase di sperimentazione, ossia il BOLAM a 7,8 km (riferito sul portale SOP come BOLAM-D4) e il MOLOCH a 2.5 km (riferito sul portale ISPRA come MOLOCH-ISPRA). Per questi modelli sono state fornite le previsioni (immagini e dati grib) delle seguenti variabili meteorologiche: altezza del geopotenziale a 500 hPa; altezza della superficie di vorticità potenziale 1,5; CAPE; contenuto totale di vapore; cumulata di precipitazione a 1, 3, 6, 12 e 24 ore; pressione s.l.m.; umidità relativa; temperatura a 2 m; temperatura potenziale equivalente (theta E); vento a 10 m e a 250, 300, 600 e 925 hPa; vorticità potenziale. In tale ambito,

è stato anche inizialmente testato l'utilizzo delle previsioni del BOLAM a 7,8 km e del MOLOCH a 2,5 km per l'inizializzazione del sistema Mc-WAF e del modello SHYFEM.

Nella seguente tabella sono contenute le specifiche della piattaforma IdroGEO.

Figura 2 - Specifiche informatiche del Sistema Idro-Meteo-Mare

Moduli componenti il sistema (elencare)	<p>1) Segmento meteorologico:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Modulo di acquisizione dati in input dal modello globale dell'ECMWF (via AM) - Moduli di preprocessing e nesting - Modello meteorologico BOLAM sul bacino del Mediterraneo e l'Europa - Modello meteorologico MOLOCH sull'Italia e parte del Mediterraneo - Moduli di postprocessing - Modulo per grafica e web publishing su sito Web del portale ISPRA <p>2) Segmento di modellistica dello stato del mare (McWAF), dal Mar Mediterraneo alle aree costiere:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Modulo di acquisizione dati in input dai modelli meteo BOLAM e MOLOCH - Moduli di preprocessing e nesting - Modelli basati sul WAM in tre livelli di cascata: grande scala (Mar Mediterraneo), scala regionale e scala costiera - Moduli di postprocessing - Modulo per grafica e web publishing su sito Web del portale ISPRA <p>3) Segmento di modellistica di marea (SHYFEM-SHYMED):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Modulo di acquisizione dati in input dai modelli meteo ECMWF e BOLAM - Moduli di preprocessing e nesting - Moduli di assimilazione dati rete ondometrica nazionale e della Laguna di Venezia - Modelli basati sul SHYFEM in tre livelli di cascata: grande scala (Mar Mediterraneo), scala regionale (Mar Adriatico) e scala locale (Alto Adriatico e Laguna di Venezia) - Moduli di postprocessing - Modulo per grafica e web publishing su sito Web del portale ISPRA
Web-based (SI, solo alcuni moduli, NO)	Solo sito web
Sistema Operativo lato server (indicare almeno il nome)	RedHat Linux/Scientific Linux
Architettura a più livelli? (SI/NO)	Si
Linguaggi di programmazione utilizzati. Elencare i principali	Fortran, Bash, Python
Sicurezza informatica. Indicare accorgimenti usati	Il sistema non è visibile dall'esterno, i prodotti grafici sono pubblicati sul sito ISPRA e quelli numerici sono forniti ai collaboratori via SFTP o simili. L'architettura informatica è in HA.
Supporta Cooperazione applicativa (cartografica e non) in ingresso? (SI/NO) Se sì, indicare i principali protocolli supportati.	<p>Si</p> <p>1) Utilizza i dati del modello globale dell'ECMWF, attraverso l'Aeronautica Militare (AM) sulla base di apposito accordo di collaborazione.</p> <p>2) La modellistica BOLAM e MOLOCH è fornita dall'ISAC-CNR (accordo di collaborazione).</p> <p>3) La modellistica SHYFEM è fornita dall'ISMAR-CNR (accordo di collaborazione)</p>
Supporta Cooperazione applicativa (cartografica e non) in uscita? (SI/NO) Se sì, indicare i principali protocolli supportati.	Le uscite del sistema (previsioni numeriche) sono fornite in tempo reale a vari Enti di servizio e/o di ricerca (e.g., ISAC-CNR, ARPA Lombardia, ASSAM, CETEMPS) per modellistica operativa in cascata

Ha funzioni di Profilazione Applicativa? (SI, in parte, NO)	No
Ha un sistema di metadati? (SI/NO). Se si indicare se supporta uno standard internazionale (es. ISO 19115)	No
Disponibilità sorgenti? (SI/NO)	No
Sistema soggetto a manutenzione? (SI/NO)	Sì
Il sistema è produttore di dati? (SI/NO)	Sì – Dati di previsione meteorologica e meteo-marina su grigliato e bollettini giornalieri (2 corse)
Database utilizzato (indicare il nome)	Nessuno
Supporta componente cartografica? (SI/NO)	No

HIS CENTRAL

Nell'ambito delle attività del Tavolo Idrologia, l'ISPRA anche in collaborazione con i Servizi Idrografici Regionali e delle Province Autonome, ha sviluppato una serie di servizi e prodotti di livello nazionale, tra i quali la piattaforma di condivisione dei dati idrometeorologici HIS Central.

Il portale fornisce l'accesso alle osservazioni idrologiche in Italia, comunemente pubblicate come Annali idrologici. In particolare, per le osservazioni in situ, fornisce ulteriori capacità operative, quali un registro nazionale di servizio dati, catalogati utilizzando le norme e le procedure della Geospatial Consortium e l'Organizzazione meteorologica mondiale. Le interfacce pubblicate sul portale permettono di recuperare i dati idrologici regionali direttamente dai fornitori tramite abilitazione e download.

IDRAIM

Per quanto riguarda il monitoraggio idromorfologico il framework di riferimento nazionale è il sistema di valutazione idromorfologica, analisi e monitoraggio dei corsi d'acqua, denominato IDRAIM, sviluppato dall'ISPRA in collaborazione con le Università di Firenze, Padova e Bolzano, e i suoi strumenti operativi, tra i quali l'IQM - Indice di Qualità Morfologica, recepito nella normativa italiana (DM n. 260 del 2010) quale metodo nazionale ai sensi della WFD e il sistema SUM per il rilevamento e la classificazione delle unità morfologiche dei corsi d'acqua. Il sistema IDRAIM è per sua natura un framework in continuo aggiornamento sulla base delle attività condotte dall'ISPRA e da gruppi di ricerca universitari nazionali e internazionali.

Tenendo conto in maniera integrata di obiettivi di qualità ambientale e di mitigazione dei rischi legati ai processi di dinamica fluviale, IDRAIM si pone quindi come sistema a supporto della gestione dei corsi d'acqua e dei processi geomorfologici. Il quadro metodologico comprende le seguenti quattro fasi:

- caratterizzazione del sistema fluviale alla scala di bacino;
- ricostruzione della traiettoria evolutiva e valutazione delle condizioni attuali del corso d'acqua;
- descrizione delle tendenze evolutive future dell'alveo;
- identificazione dei possibili scenari di gestione.

IDRAIM tiene specifica considerazione del contesto temporale, in termini di ricostruzione della traiettoria dell'evoluzione passata dell'alveo quale base per interpretare le condizioni attuali del corso d'acqua e le sue tendenze future. Per valutare le condizioni del corso d'acqua, in termini di qualità morfologica e di dinamica d'alveo, è stata sviluppata una serie di strumenti specifici, che includono: l'Indice di Qualità Morfologica (IQM), l'Indice di Dinamica Morfologica (IDM); la Classificazione da Dinamica d'Evento (CDE) e le fasce fluviali di dinamica morfologica (FDM, FDE). Il monitoraggio dei parametri e degli indicatori morfologici, così come la valutazione degli scenari futuri dell'evoluzione d'alveo, fornisce una ulteriore conoscenza per l'identificazione, la pianificazione e la prioritizzazione delle azioni per migliorare la qualità morfologica e/o la mitigazione del rischio da alluvione.

MYDEWETRA

Dewetra è un sistema integrato, del Centro Funzionale Centrale del Dipartimento della Protezione Civile Nazionale - Presidenza del Consiglio dei Ministri, per la previsione, monitoraggio e sorveglianza, in tempo reale, di tutti i rischi ambientali.

MYDEWETRA è una piattaforma di condivisione e visualizzazione delle informazioni sviluppata dal DPC in collaborazione con fondazione CIMA con tecnologie Open Source ed è nata per poter condividere le informazioni nell'ambito della rete dei Centri Funzionali.

All'interno di myDEWETRA sono installate diverse applicazioni dedicate agli utenti dei centri funzionali che si occupano sia di aspetti tecnici come il monitoraggio che di servizio come i bollettini. Per maggiori dettagli e approfondimenti si rimanda al Capitolo 7 Incendi boschivi e di interfaccia.

MISTRAL

MISTRAL, Meteo Italian Supercomputing portal, è una applicazione che fornisce dati meteorologici osservati su località italiane, ottenuti dalla stazione meteo pubblica. I dati storici e in tempo reale vengono forniti utilizzando un sistema di informazione geospaziale o visualizzati in un grafico interattivo.

I dati osservati sono raccolti da varie fonti nella piattaforma Mistral. Qui i dati diventano disponibili per l'utente nel repository a breve termine DBAll.e e nel repository a lungo termine Arkimet. I partner MISTRAL sono:

- CINECA, il maggiore centro di calcolo in Italia e uno dei più importanti a livello mondiale per le applicazioni di supercomputing e di ricerca. Fornisce le risorse di HPC all'avanguardia e il supporto qualificato all'accademia e alle organizzazioni industriali. Capofila del progetto.
- Dipartimento di Protezione Civile coordina e guida il Servizio Nazionale della Protezione Civile, in cooperazione con le autorità regionali e locali, per la prevenzione dei rischi, le attività di monitoraggio e prevenzione, per la prontezza operativa, per la gestione delle emergenze e le procedure di intervento in caso di eventi previsti o in corso.
- Centro Europeo per le Previsioni a Medio Termine è una organizzazione internazionale con lo scopo di produrre previsioni meteorologiche a medio e lungo termine per la distribuzione ai servizi meteorologici nazionali degli Stati Membri, lo sviluppo della ricerca tecnica e scientifica rivolta al miglioramento delle previsioni e all'acquisizione e archiviazione di dati meteorologici.
- Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale dell'Emilia-Romagna svolge attività di previsione meteorologica numerica a livello nazionale e gestisce una fitta rete di stazioni osservative e un sistema radar meteorologico.
- Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale del Piemonte gestisce una fitta rete di stazioni osservative, strumenti di remote sensing e ha una grande esperienza nell'interpretazione dei dati meteorologici e nel loro processamento e gestione, e nella verifica dei modelli previsionali.
- Dedagroup Public Services, società privata, è uno dei più importanti attori dell'Information Technology con expertise nell'integrazione di sistemi, design digitale e innovazione digitale di società, Enti Pubblici e istituzioni finanziarie, con una grande competenza ed esperienza nei dati geografici, negli open data, e negli standard e direttive internazionali.

L'obiettivo del portale MISTRAL è quello di facilitare e favorire il riutilizzo dei dataset da parte della comunità meteorologica, nonché dalle sue comunità interregionali, per fornire servizi a valore attraverso l'uso delle risorse HPC, trasformandolo nel livello di nuove opportunità commerciali.

In particolare, sono stati definiti dieci obiettivi specifici di progetto, che guidano l'implementazione delle attività:

- Migliorare l'accesso delle Istituzioni Pubbliche ai grandi dataset di dati meteorologici.
- Favorire forme creative di utilizzo dei grandi dataset di dati meteorologici sfruttando il supercalcolo.
- Creare un nuovo servizio a livello nazionale italiano che indirizzi lo sfruttamento evolutivo dell'enorme quantità di dati disponibili e accessibili nell'ambito della tematica dei Big Data.

- Indagare la capacità del supercalcolo di analizzare combinazioni complesse di grandi dataset meteorologici pubblici per formulare previsioni più affidabili.
- Migliorare l'interoperabilità dei servizi meteorologici regionali attraverso l'adozione di standard internazionali.
- Assicurare la messa a disposizione dei dati generati da supercomputer sul Portale Nazionale e sul Portale Europeo degli Open Data, assicurando l'accesso a livello europeo, l'interoperabilità e il collegamento dei servizi del settore meteorologico ai servizi core della piattaforma europea degli Open Data.
- Fornire dati ufficiali e certificati e servizi che promuovano il riuso di dati in accordo con le norme del settore pubblico dell'informazione e le iniziative di "open government".
- Fornire ai cittadini libero accesso a dati osservativi, previsioni meteorologiche e strumentali di visualizzazione.
- Progettare e implementare nuove modalità di visualizzazione ed esposizione dei dataset e dei metadati, adattati ai bisogni dell'utente.
- Identificare modelli aziendali possibili che possono supportare un uso sostenibile dei dataset meteorologici nel tempo e la valorizzazione delle risorse pubbliche delle istituzioni meteorologiche italiane nelle piattaforme europee, in una prospettiva trans-nazionale.

SERVIZIO INFORMATIVO DELL'AERONAUTICA MILITARE

Con il termine "Servizio informativo" deve intendersi l'insieme delle risorse HW e SW utilizzate dall'AM (infrastruttura ICT per la meteorologia) per:

- l'elaborazione dei dati provenienti dai vari sensori meteorologici propri e delle ulteriori informazioni meteorologiche condivise da istituzioni/organizzazioni/consorzi nazionali ed internazionali;
- la produzione, tramite i diversi modelli matematici di cui dispone il servizio meteorologico AM, delle previsioni numeriche di base;
- il post-processing delle previsioni numeriche di base per la generazione di prodotti e informazioni meteorologici specifici utilizzati dalle varie categorie di utenti della produzione meteorologica dell'AM.

L'infrastruttura ICT1 utilizzata per la meteorologia è costituita da:

- High Performance Computing Cluster (HPCC).
- Server di post-produzione per la generazione dei prodotti meteorologici;
- Software applicativi specifici per la meteorologia;
- Sistemi di comunicazione e apparati di rete e di sicurezza.

L'HPCC è un super computer composto da 83 nodi di calcolo, più due nodi per la gestione stessa del cluster. I nodi che lo costituiscono sono dei server HPE Proliant DL380, con a bordo delle GPU NVIDIA K80 e P100. La potenza di calcolo complessiva è di circa 300 Teraflops.

Attualmente sul Cluster sono ospitati i modelli COSMO e ICON (sviluppati dagli omonimi consorzi). Il primo è il modello su cui si basa la produzione operativa, mentre il secondo è il nuovo modello numerico (attualmente in fase di test), che dovrà sostituire il modello COSMO.

I server di post-produzione, invece, prelevano i dati generati dal modello matematico di previsione oppure i dati provenienti dai satelliti meteorologici e dalla rete radar o di rilevamento delle scariche elettriche e li elaborano al fine di generare i prodotti meteorologici finali (mape, datagrammi, ecc.).

Tali server sono sia fisici, dedicati a specifici compiti e solitamente sono in configurazione cluster HA (High Availability), nonché virtuali al fine di garantire una maggiore scalabilità e resilienza tale da permettere i più alti livelli di continuità dei servizi erogati.

Relativamente ai software applicativi specifici per la meteorologia, dal punto di vista funzionale possono essere divisi in 3 macroaree:

- Gestione flusso dati, per la distribuzione di tutti i dati, sia all'interno della nostra infrastruttura, sia all'esterno di essa.
- ETL (Extract Transform Load), per la manipolazione dei dati.
- Fruizione dati, per la successiva visualizzazione e utilizzo.

I software di cui ai precedenti punti sono:

- Software di Proprietà dell'Amministrazione Difesa (PAD), che ne detiene sorgenti, proprietà intellettuale e diritto illimitato di utilizzo;
- Software commerciale "off-the-shelf" (COTS), di cui l'Amministrazione Difesa detiene il diritto di utilizzo in base alle licenze acquistate.

Tutti i dati ricevuti, elaborati e generati attraversano oltre 50 apparati attivi di rete e di sicurezza. Inoltre, i trasferimenti dati e le comunicazioni con i vari utente avvengo mediante sistemi certificati per l'uso di protocolli standard condivisi a livello internazionale (ICAO, WMO, ecc.).

Il costo annuo di gestione/manutenzione dell'infrastruttura è di circa 1.000.000 €, con un investimento medio annuo di circa 500.000 €.

Di seguito i dettagli tecnico/informatici delle componenti.

2.3.2.1.1.1 Sistema HSAF-WEB

Sistema di ricezione dei dati satellitari di input, in formato GRIB2 per l'elaborazione dei prodotti, in formato grafico PNG, relativi al progetto EUMETSAT HSAF.

Moduli componenti il sistema (elencare)	DOTNET RICEZIONE DATI MONITORING
Web-based (SI, solo alcuni moduli, NO)	SI
Sistema Operativo lato server (indicare almeno il nome)	CENTOS
Architettura a più livelli? (SI/NO)	
Linguaggi di programmazione utilizzati. Elencare i principali	CSS, HTML, PHP, C-SHARP
Sicurezza informatica. Indicare accorgimenti usati	AGGIORNAMENTO S.O., APPLICAZIONE PATCH DI SICUREZZA, CONFIGURAZIONE FIREWALL, POLICY DI ACCESSO
Supporta Cooperazione applicativa (cartografica e non) in ingresso? (SI/NO) Se sì, indicare i principali protocolli supportati.	NO
Supporta Cooperazione applicativa (cartografica e non) in uscita? (SI/NO) Se sì, indicare i principali protocolli supportati.	NO
Ha funzioni di Profilazione Applicativa? (SI, in parte, NO)	SI
Ha un sistema di metadati? (SI/NO). Se sì indicare se supporta uno standard internazionale (es. ISO 19115)	NO
Disponibilità sorgenti? (SI/NO)	SI
Sistema soggetto a manutenzione? (SI/NO)	SI
Il sistema è produttore di dati? (SI/NO)	NO
Database utilizzato (indicare il nome)	MYSQL
Supporta componente cartografica? (SI/NO)	NO

2.3.2.1.1.2 Sistema FTPSAF

Servizio FTP per il download dei prodotti relativi al progetto HSAF in formato grafico PNG.

Moduli componenti il sistema (elencare)	FTP
Web-based (SI, solo alcuni moduli, NO)	NO
Sistema Operativo lato server (indicare almeno il nome)	RED HAT ENTERPRISE LINUX
Architettura a più livelli? (SI/NO)	
Linguaggi di programmazione utilizzati. Elencare i principali	
Sicurezza informatica. Indicare accorgimenti usati	AGGIORNAMENTO S.O., APPLICAZIONE PATCH DI SICUREZZA, CONFIGURAZIONE FIREWALL, POLICY DI ACCESSO
Supporta Cooperazione applicativa (cartografica e non) in ingresso? (SI/NO) Se sì, indicare i principali protocolli supportati.	NO

Supporta Cooperazione applicativa (cartografica e non) in uscita? (SI/NO) Se sì, indicare i principali protocolli supportati.	NO
Ha funzioni di Profilazione Applicativa? (SI, in parte, NO)	NO
Ha un sistema di metadati? (SI/NO). Se sì indicare se supporta uno standard internazionale (es. ISO 19115)	NO
Disponibilità sorgenti? (SI/NO)	SI
Sistema soggetto a manutenzione? (SI/NO)	SI
Il sistema è produttore di dati? (SI/NO)	NO
Database utilizzato (indicare il nome)	NO
Supporta componente cartografica? (SI/NO)	NO

2.3.2.1.1.3 Sistema HSAFNFS

Sistema di storage su SO Linux, in condivisione NFS, per l'archiviazione dei prodotti HSAF

Moduli componenti il sistema (elencare)	STORAGE NFS
Web-based (SI, solo alcuni moduli, NO)	SI
Sistema Operativo lato server (indicare almeno il nome)	RED HAT ENTERPRISE LINUX
Architettura a più livelli? (SI/NO)	
Linguaggi di programmazione utilizzati. Elencare i principali	
Sicurezza informatica. Indicare accorgimenti usati	AGGIORNAMENTO S.O., APPLICAZIONE PATCH DI SICUREZZA, CONFIGURAZIONE FIREWALL, POLICY DI ACCESSO
Supporta Cooperazione applicativa (cartografica e non) in ingresso? (SI/NO) Se sì, indicare i principali protocolli supportati.	NO
Supporta Cooperazione applicativa (cartografica e non) in uscita? (SI/NO) Se sì, indicare i principali protocolli supportati.	NO
Ha funzioni di Profilazione Applicativa? (SI, in parte, NO)	NO
Ha un sistema di metadati? (SI/NO). Se sì indicare se supporta uno standard internazionale (es. ISO 19115)	NO
Disponibilità sorgenti? (SI/NO)	SI
Sistema soggetto a manutenzione? (SI/NO)	SI
Il sistema è produttore di dati? (SI/NO)	NO
Database utilizzato (indicare il nome)	NO
Supporta componente cartografica? (SI/NO)	NO

2.3.2.1.1.4 Sistema HSAFPORAL

Portale web per la visualizzazione e il download dei prodotti elaborati per il progetto EUMETSAT HSAF. Rende disponibili i prodotti in formato grafico PNG.

Moduli componenti il sistema (elencare)	MONITORING
Web-based (SI, solo alcuni moduli, NO)	SI
Sistema Operativo lato server (indicare almeno il nome)	RED HAT ENTERPRISE LINUX
Architettura a più livelli? (SI/NO)	
Linguaggi di programmazione utilizzati. Elencare i principali	PHP
Sicurezza informatica. Indicare accorgimenti usati	AGGIORNAMENTO S.O., APPLICAZIONE PATCH DI SICUREZZA, CONFIGURAZIONE FIREWALL, POLICY DI ACCESSO
Supporta Cooperazione applicativa (cartografica e non) in ingresso? (SI/NO) Se sì, indicare i principali protocolli supportati.	NO
Supporta Cooperazione applicativa (cartografica e non) in uscita? (SI/NO) Se sì, indicare i principali protocolli supportati.	NO

Ha funzioni di Profilazione Applicativa? (SI, in parte, NO)	NO
Ha un sistema di metadati? (SI/NO). Se sì indicare se supporta uno standard internazionale (es. ISO 19115)	NO
Disponibilità sorgenti? (SI/NO)	SI
Sistema soggetto a manutenzione? (SI/NO)	SI
Il sistema è produttore di dati? (SI/NO)	NO
Database utilizzato (indicare il nome)	MYSQL
Supporta componente cartografica? (SI/NO)	NO

2.3.2.1.1.5 Sistema HSAF-WEB-DB

Sistema di residenza del database MySQL che archivia i prodotti di output, in formato grafico, relativi al progetto HSAF.

Moduli componenti il sistema (elencare)	DATABASE, PHP-ADM
Web-based (SI, solo alcuni moduli, NO)	SOLO ALCUNI MODULI
Sistema Operativo lato server (indicare almeno il nome)	UBUNTU
Architettura a più livelli? (SI/NO)	
Linguaggi di programmazione utilizzati. Elencare i principali	PHP
Sicurezza informatica. Indicare accorgimenti usati	AGGIORNAMENTO S.O., APPLICAZIONE PATCH DI SICUREZZA, CONFIGURAZIONE FIREWALL, POLICY DI ACCESSO
Supporta Cooperazione applicativa (cartografica e non) in ingresso? (SI/NO) Se sì, indicare i principali protocolli supportati.	NO
Supporta Cooperazione applicativa (cartografica e non) in uscita? (SI/NO) Se sì, indicare i principali protocolli supportati.	NO
Ha funzioni di Profilazione Applicativa? (SI, in parte, NO)	IN PARTE
Ha un sistema di metadati? (SI/NO). Se sì indicare se supporta uno standard internazionale (es. ISO 19115)	NO
Disponibilità sorgenti? (SI/NO)	SI
Sistema soggetto a manutenzione? (SI/NO)	SI
Il sistema è produttore di dati? (SI/NO)	NO
Database utilizzato (indicare il nome)	MYSQL
Supporta componente cartografica? (SI/NO)	NO

2.3.2.1.1.6 Sistema FTP.METEOAM.IT

Server FTP pubblico per il download, via rete Internet, dei prodotti elaborati dal Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare.

Moduli componenti il sistema (elencare)	SERVER FTP
Web-based (SI, solo alcuni moduli, NO)	NO
Sistema Operativo lato server (indicare almeno il nome)	RED HAT ENTERPRISE LINUX SERVER
Architettura a più livelli? (SI/NO)	NO
Linguaggi di programmazione utilizzati. Elencare i principali	SHELL SCRIPTING
Sicurezza informatica. Indicare accorgimenti usati	AGGIORNAMENTO S.O., APPLICAZIONE PATCH DI SICUREZZA, CONFIGURAZIONE FIREWALL, POLICY DI ACCESSO
Supporta Cooperazione applicativa (cartografica e non) in ingresso? (SI/NO) Se sì, indicare i principali protocolli supportati.	NO
Supporta Cooperazione applicativa (cartografica e non) in uscita? (SI/NO) Se sì, indicare i principali protocolli supportati.	NO
Ha funzioni di Profilazione Applicativa? (SI, in parte, NO)	NO

Ha un sistema di metadati? (SI/NO). Se sì indicare se supporta uno standard internazionale (es. ISO 19115)	NO
Disponibilità sorgenti? (SI/NO)	SI
Sistema soggetto a manutenzione? (SI/NO)	SI
Il sistema è produttore di dati? (SI/NO)	NO
Database utilizzato (indicare il nome)	NO
Supporta componente cartografica? (SI/NO)	NO

2.3.2.1.1.7 Sistema FTPINTERNO

Sistema di scarico dei prodotti elaborati dal Centro Nazionale di Meteorologia e Climatologia Aerospaziale, riservato agli EDO di Forza Armata.

Moduli componenti il sistema (elencare)	SERVER FTP, AUTOMATIC FILE DISTRIBUTOR
Web-based (SI, solo alcuni moduli, NO)	NO
Sistema Operativo lato server (indicare almeno il nome)	RED HAT ENTERPRISE LINUX SERVER
Architettura a più livelli? (SI/NO)	NO
Linguaggi di programmazione utilizzati. Elencare i principali	SHELL SCRIPTING
Sicurezza informatica. Indicare accorgimenti usati	AGGIORNAMENTO S.O., APPLICAZIONE PATCH DI SICUREZZA, CONFIGURAZIONE FIREWALL, POLICY DI ACCESSO
Supporta Cooperazione applicativa (cartografica e non) in ingresso? (SI/NO) Se sì, indicare i principali protocolli supportati.	NO
Supporta Cooperazione applicativa (cartografica e non) in uscita? (SI/NO) Se sì, indicare i principali protocolli supportati.	NO
Ha funzioni di Profilazione Applicativa? (SI, in parte, NO)	NO
Ha un sistema di metadati? (SI/NO). Se sì indicare se supporta uno standard internazionale (es. ISO 19115)	NO
Disponibilità sorgenti? (SI/NO)	SI
Sistema soggetto a manutenzione? (SI/NO)	SI
Il sistema è produttore di dati? (SI/NO)	NO
Database utilizzato (indicare il nome)	NO
Supporta componente cartografica? (SI/NO)	NO

2.3.2.1.1.8 Sistema MOVING WEATHER

Sistema di message switching per l'accentramento e scambio dei messaggi meteorologici sui circuiti nazionali e internazionali.

Moduli componenti il sistema (elencare)	IBL MOVING WEATHER, AERO WEATHER,
Web-based (SI, solo alcuni moduli, NO)	NO
Sistema Operativo lato server (indicare almeno il nome)	RED HAT ENTERPRISE LINUX SERVER
Architettura a più livelli? (SI/NO)	NO
Linguaggi di programmazione utilizzati. Elencare i principali	C, C++
Sicurezza informatica. Indicare accorgimenti usati	AGGIORNAMENTO S.O., APPLICAZIONE PATCH DI SICUREZZA, CONFIGURAZIONE FIREWALL, POLICY DI ACCESSO
Supporta Cooperazione applicativa (cartografica e non) in ingresso? (SI/NO) Se sì, indicare i principali protocolli supportati.	NO
Supporta Cooperazione applicativa (cartografica e non) in uscita? (SI/NO) Se sì, indicare i principali protocolli supportati.	NO
Ha funzioni di Profilazione Applicativa? (SI, in parte, NO)	SI
Ha un sistema di metadati? (SI/NO). Se sì indicare se supporta uno standard internazionale (es. ISO 19115)	NO

Disponibilità sorgenti? (SI/NO)	NO
Sistema soggetto a manutenzione? (SI/NO)	SI
Il sistema è produttore di dati? (SI/NO)	SI
Database utilizzato (indicare il nome)	PROPRIETARIO
Supporta componente cartografica? (SI/NO)	SI

2.3.2.1.1.9 Sistema DCPC

Sistema che espone sulla rete Internet il catalogo dei prodotti elaborati dal servizio meteorologico AM.

Moduli componenti il sistema (elencare)	IBL DISCOVER WEATHER
Web-based (SI, solo alcuni moduli, NO)	SI
Sistema Operativo lato server (indicare almeno il nome)	RED HAT ENTERPRISE LINUX SERVER
Architettura a più livelli? (SI/NO)	NO
Linguaggi di programmazione utilizzati. Elencare i principali	C, C++
Sicurezza informatica. Indicare accorgimenti usati	AGGIORNAMENTO S.O., APPLICAZIONE PATCH DI SICUREZZA, CONFIGURAZIONE FIREWALL, POLICY DI ACCESSO
Supporta Cooperazione applicativa (cartografica e non) in ingresso? (SI/NO) Se sì, indicare i principali protocolli supportati.	NO
Supporta Cooperazione applicativa (cartografica e non) in uscita? (SI/NO) Se sì, indicare i principali protocolli supportati.	NO
Ha funzioni di Profilazione Applicativa? (SI, in parte, NO)	SI
Ha un sistema di metadati? (SI/NO). Se sì indicare se supporta uno standard internazionale (es. ISO 19115)	SI
Disponibilità sorgenti? (SI/NO)	NO
Sistema soggetto a manutenzione? (SI/NO)	SI
Il sistema è produttore di dati? (SI/NO)	NO
Database utilizzato (indicare il nome)	PROPRIETARIO
Supporta componente cartografica? (SI/NO)	NO

2.3.2.1.1.10 Sistema MEDCPC

Sistema che espone sulla rete Internet il catalogo dei prodotti elaborati dagli Enti facenti parte del REC-MMO-MED del WMO (AM, ISPRA, OGS, CMCC).

Moduli componenti il sistema (elencare)	IBL DISCOVER WEATHER
Web-based (SI, solo alcuni moduli, NO)	SI
Sistema Operativo lato server (indicare almeno il nome)	RED HAT ENTERPRISE LINUX SERVER
Architettura a più livelli? (SI/NO)	NO
Linguaggi di programmazione utilizzati. Elencare i principali	C, C++
Sicurezza informatica. Indicare accorgimenti usati	AGGIORNAMENTO S.O., APPLICAZIONE PATCH DI SICUREZZA, CONFIGURAZIONE FIREWALL, POLICY DI ACCESSO
Supporta Cooperazione applicativa (cartografica e non) in ingresso? (SI/NO) Se sì, indicare i principali protocolli supportati.	NO
Supporta Cooperazione applicativa (cartografica e non) in uscita? (SI/NO) Se sì, indicare i principali protocolli supportati.	NO
Ha funzioni di Profilazione Applicativa? (SI, in parte, NO)	SI
Ha un sistema di metadati? (SI/NO). Se sì indicare se supporta uno standard internazionale (es. ISO 19115)	SI
Disponibilità sorgenti? (SI/NO)	NO

Sistema soggetto a manutenzione? (SI/NO)	SI
Il sistema è produttore di dati? (SI/NO)	NO
Database utilizzato (indicare il nome)	PROPRIETARIO
Supporta componente cartografica? (SI/NO)	NO

2.3.2.1.1.11 Sistema AFDSATEL

Sistema di switching dei prodotti satellitari. Preleva i file di input (in formato GRIB) e li mette a disposizione delle catene elaborative dell'area satelliti. Preleva i file di output (in formato grafico PNG e JPG) e li copia sulle aree utenti, area web e archivio.

Moduli componenti il sistema (elencare)	AUTOMATIC FILE DISTRIBUTOR
Web-based (SI, solo alcuni moduli, NO)	NO
Sistema Operativo lato server (indicare almeno il nome)	RED HAT ENTERPRISE LINUX SERVER
Architettura a più livelli? (SI/NO)	NO
Linguaggi di programmazione utilizzati. Elencare i principali	C, C++
Sicurezza informatica. Indicare accorgimenti usati	AGGIORNAMENTO S.O., APPLICAZIONE PATCH DI SICUREZZA, CONFIGURAZIONE FIREWALL, POLICY DI ACCESSO
Supporta Cooperazione applicativa (cartografica e non) in ingresso? (SI/NO) Se sì, indicare i principali protocolli supportati.	NO
Supporta Cooperazione applicativa (cartografica e non) in uscita? (SI/NO) Se sì, indicare i principali protocolli supportati.	NO
Ha funzioni di Profilazione Applicativa? (SI, in parte, NO)	NO
Ha un sistema di metadati? (SI/NO). Se sì indicare se supporta uno standard internazionale (es. ISO 19115)	NO
Disponibilità sorgenti? (SI/NO)	SI
Sistema soggetto a manutenzione? (SI/NO)	SI
Il sistema è produttore di dati? (SI/NO)	NO
Database utilizzato (indicare il nome)	PROPRIETARIO
Supporta componente cartografica? (SI/NO)	NO

2.3.2.1.1.12 Sistema AFDMODEL

Sistema di switching dei prodotti da modello. Preleva i file di input (in formato GRIB) e li mette a disposizione delle catene elaborative dell'area modelli. Preleva i file di output (in formato grafico PNG) e li copia sulle aree utenti, area web e archivio.

Moduli componenti il sistema (elencare)	AUTOMATIC FILE DISTRIBUTOR
Web-based (SI, solo alcuni moduli, NO)	NO
Sistema Operativo lato server (indicare almeno il nome)	RED HAT ENTERPRISE LINUX SERVER
Architettura a più livelli? (SI/NO)	NO
Linguaggi di programmazione utilizzati. Elencare i principali	C, C++
Sicurezza informatica. Indicare accorgimenti usati	AGGIORNAMENTO S.O., APPLICAZIONE PATCH DI SICUREZZA, CONFIGURAZIONE FIREWALL, POLICY DI ACCESSO
Supporta Cooperazione applicativa (cartografica e non) in ingresso? (SI/NO) Se sì, indicare i principali protocolli supportati.	NO
Supporta Cooperazione applicativa (cartografica e non) in uscita? (SI/NO) Se sì, indicare i principali protocolli supportati.	NO
Ha funzioni di Profilazione Applicativa? (SI, in parte, NO)	NO
Ha un sistema di metadati? (SI/NO). Se sì indicare se supporta uno standard internazionale (es. ISO 19115)	NO

Disponibilità sorgenti? (SI/NO)	SI
Sistema soggetto a manutenzione? (SI/NO)	SI
Il sistema è produttore di dati? (SI/NO)	NO
Database utilizzato (indicare il nome)	PROPRIETARIO
Supporta componente cartografica? (SI/NO)	NO

2.3.2.1.1.13 Sistema HPC - HAL

Infrastruttura di supercalcolo deputata all'elaborazione dei modelli atmosferici. Assimila le osservazioni (in formato BUFR) ed elabora l'analisi come base di partenza del modello di previsione, producendo in output file in formato GRIB ed ASCII.

Moduli componenti il sistema (elencare)	SLURM, ECFLOW
Web-based (SI, solo alcuni moduli, NO)	SOLO ALCUNI MODULI
Sistema Operativo lato server (indicare almeno il nome)	RHEL 8.5
Architettura a più livelli? (SI/NO)	
Linguaggi di programmazione utilizzati. Elencare i principali	PHP, PYTHON, BASH
Sicurezza informatica. Indicare accorgimenti usati	AGGIORNAMENTO S.O., APPLICAZIONE PATCH DI SICUREZZA, CONFIGURAZIONE FIREWALL, POLICY DI ACCESSO
Supporta Cooperazione applicativa (cartografica e non) in ingresso? (SI/NO) Se sì, indicare i principali protocolli supportati.	NO
Supporta Cooperazione applicativa (cartografica e non) in uscita? (SI/NO) Se sì, indicare i principali protocolli supportati.	NO
Ha funzioni di Profilazione Applicativa? (SI, in parte, NO)	SI
Ha un sistema di metadati? (SI/NO). Se sì indicare se supporta uno standard internazionale (es. ISO 19115)	NO
Disponibilità sorgenti? (SI/NO)	SI
Sistema soggetto a manutenzione? (SI/NO)	SI
Il sistema è produttore di dati? (SI/NO)	SI
Database utilizzato (indicare il nome)	MYSQL
Supporta componente cartografica? (SI/NO)	NO

2.3.2.1.1.14 Sistema JARVIS

Infrastruttura di virtualizzazione, che ospita le macchine virtuali deputate alla produzione delle post-elaborazioni da modello.

Moduli componenti il sistema (elencare)	HPC VIRTUALE POSTELABORAZIONE DATI
Web-based (SI, solo alcuni moduli, NO)	NO
Sistema Operativo lato server (indicare almeno il nome)	RED HAT ENTERPRISE LINUX
Architettura a più livelli? (SI/NO)	
Linguaggi di programmazione utilizzati. Elencare i principali	PYTHON, PHP
Sicurezza informatica. Indicare accorgimenti usati	AGGIORNAMENTO S.O., APPLICAZIONE PATCH DI SICUREZZA, CONFIGURAZIONE FIREWALL, POLICY DI ACCESSO
Supporta Cooperazione applicativa (cartografica e non) in ingresso? (SI/NO) Se sì, indicare i principali protocolli supportati.	SI, <ul style="list-style-type: none"> • TORQUE E MAUI PER CLUSTER CON NODI DI CALCOLO. • TRASFERIMENTO DATI ATTRAVERSO NFS CON HPC-HAL • FTP
Supporta Cooperazione applicativa (cartografica e non) in uscita?	SI,

(SI/NO) Se sì, indicare i principali protocolli supportati.	<ul style="list-style-type: none"> • TRASFERIMENTO DATI ATTRAVERSO MSQLI_CONNECT(PHP) • NFS • FTP
Ha funzioni di Profilazione Applicativa? (SI, in parte, NO)	SI
Ha un sistema di metadati? (SI/NO). Se sì indicare se supporta uno standard internazionale (es. ISO 19115)	NO
Disponibilità sorgenti? (SI/NO)	SI
Sistema soggetto a manutenzione? (SI/NO)	SI
Il sistema è produttore di dati? (SI/NO)	SI
Database utilizzato (indicare il nome)	MYSQL
Supporta componente cartografica? (SI/NO)	NO

2.3.2.1.1.15 Sistema VISUALWEATHER

Software di elaborazione e verifica dei prodotti di previsione. Prende in input i dati in formato GRIB e produce in output elaborati grafici e testuali. Effettua le verifiche oggettive dei messaggi di previsione d'aeroporto (TAF).

Moduli componenti il sistema (elencare)	SOFTWARE PROPRIETARIO DITTA IBL VISUAL WEATHER
Web-based (SI, solo alcuni moduli, NO)	NO
Sistema Operativo lato server (indicare almeno il nome)	RED HAT ENTERPRISE LINUX
Architettura a più livelli? (SI/NO)	
Linguaggi di programmazione utilizzati. Elencare i principali	PYTHON, RUBY
Sicurezza informatica. Indicare accorgimenti usati	AGGIORNAMENTO S.O., APPLICAZIONE PATCH DI SICUREZZA, CONFIGURAZIONE FIREWALL, POLICY DI ACCESSO
Supporta Cooperazione applicativa (cartografica e non) in ingresso? (SI/NO) Se sì, indicare i principali protocolli supportati.	SI FTP
Supporta Cooperazione applicativa (cartografica e non) in uscita? (SI/NO) Se sì, indicare i principali protocolli supportati.	SI FTP
Ha funzioni di Profilazione Applicativa? (SI, in parte, NO)	SI
Ha un sistema di metadati? (SI/NO). Se sì indicare se supporta uno standard internazionale (es. ISO 19115)	NO
Disponibilità sorgenti? (SI/NO)	NO
Sistema soggetto a manutenzione? (SI/NO)	SI
Il sistema è produttore di dati? (SI/NO)	SI
Database utilizzato (indicare il nome)	Database proprietario IBL Visual & Aero & Satellite & Recode Weather - Database Manager version 5.4.8
Supporta componente cartografica? (SI/NO)	SI

2.3.2.1.1.16 Sistema PROMETEO

Portale web per la visualizzazione dei prodotti elaborati dal Servizio meteorologico dell'AM.

Moduli componenti il sistema (elencare)	WEB APPLICATION CON FRONT-END, BACK-END E DATABASE
Web-based (SI, solo alcuni moduli, NO)	SI
Sistema Operativo lato server (indicare almeno il nome)	RED HAT ENTERPRISE LINUX
Architettura a più livelli? (SI/NO)	SI
Linguaggi di programmazione utilizzati. Elencare i principali	PHP

Sicurezza informatica. Indicare accorgimenti usati	AGGIORNAMENTO S.O., APPLICAZIONE PATCH DI SICUREZZA, CONFIGURAZIONE FIREWALL, POLICY DI ACCESSO
Supporta Cooperazione applicativa (cartografica e non) in ingresso? (SI/NO) Se sì, indicare i principali protocolli supportati.	SI FTP
Supporta Cooperazione applicativa (cartografica e non) in uscita? (SI/NO) Se sì, indicare i principali protocolli supportati.	SI FTP
Ha funzioni di Profilazione Applicativa? (SI, in parte, NO)	NO
Ha un sistema di metadati? (SI/NO). Se sì indicare se supporta uno standard internazionale (es. ISO 19115)	NO
Disponibilità sorgenti? (SI/NO)	SI
Sistema soggetto a manutenzione? (SI/NO)	SI
Il sistema è produttore di dati? (SI/NO)	NO
Database utilizzato (indicare il nome)	MYSQL
Supporta componente cartografica? (SI/NO)	SI

SERVIZIO INFORMATIVO DELLA RETE DINAMICA NAZIONALE

L'IGM, a partire dalla data di istituzione della RDN, continua a raccogliere i dati trasmessi dalle stazioni e li distribuisce all'utenza tramite accesso gratuito al data center della Direzione Geodetica su un server FTP raggiungibile dalla pagina del sito WEB (<https://www.igmi.org>).

Il network RDN è oggetto di un monitoraggio continuo da parte del Centro di Calcolo della Direzione Geodetica, finalizzato al controllo della qualità e disponibilità dei dati trasmessi dalle stazioni.

SECURART

Il sistema SecurArt si articola in due sezioni, la prima denominata 'sicurezza delle sedi e dei luoghi della cultura' raccoglie le informazioni relative al patrimonio immobiliare del MiC, la seconda, denominata 'eventi emergenziali', è invece dedicata alla gestione delle attività emergenziali, in coerenza con le procedure e gli strumenti predisposti dalla Direttiva del 23 aprile 2015.

Di seguito i componenti del sistema:

- SecurArt "sicurezza delle sedi e dei luoghi della cultura" gestisce la banca dati contenente le informazioni sulle caratteristiche tipologiche, strutturali, impiantistiche e sugli adempimenti connessi al D. Lgs. 81/08 (sicurezza sui luoghi di lavoro) delle sedi di competenza del MiC.
- SecurArt "eventi emergenziali" gestisce, invece, la banca dati contenente le informazioni sugli eventi emergenziali derivanti da calamità naturali. Per ciascun evento, è consentita la digitalizzazione e l'archiviazione delle schede del danno relative ai beni interessati dall'evento, della scheda di monitoraggio delle attività eseguite, nonché della scheda macerie.
- Il sistema si completa con il "modulo PAEE", strumento per la gestione, la pianificazione e il controllo delle attività svolte dal personale MiC a ridosso dell'evento emergenziale, e di un applicativo Android, chiamato SecurArtPAEE, che permette la gestione delle attività di rilievo sul campo.

Il linguaggio di programmazione impiegato in SecurArt è Java 8; il database adottato, invece, è Sqlite.

SISTEMA INFORMATIVO "CARTA DEL RISCHIO"

Il sistema informativo Carta del Rischio della Direzione Generale sicurezza del patrimonio culturale, del Ministero della Cultura, calcola in via speditiva il rischio di perdita e logoramento del patrimonio culturale distribuito su un dato territorio, utile per individuare risorse e priorità d'intervento.

Il sistema mette in relazione i dati di vulnerabilità del patrimonio culturale censito attraverso opportuni tracciati schedografici (rielaborati con appositi algoritmi di calcolo) con i caratteri di pericolosità ambientale e strutturale del territorio di appartenenza, così da individuare i beni più esposti al rischio di perdita e logoramento e programmare azioni di mitigazione e prevenzione del danno.

Una specifica sezione 'Unità di Crisi' raccoglie inoltre i dati utili per la gestione dei beni mobili danneggiati dal verificarsi di un evento emergenziale e che necessitano d'interventi di messa in sicurezza.

La banca dati del sistema informativo è articolata in due sezioni distinte, la prima di tipo alfanumerico, la seconda di tipo cartografico; essa interopera direttamente con le anagrafiche di beni mobili e immobili presenti in VIR (Vincoli in Rete).

Il sistema CDR produce ed espone anche:

- servizi WMS (web Map Service – dati raster) dei beni immobili architettonici e archeologici (puntuali, lineari e poligonali) e schede sub, Centri storici e Unità aggregati Urbani;
- servizi WFS (Web Feature Service - dati vettoriali) dei beni immobili architettonici e archeologici (puntuali, lineari e poligonali), contenitori di beni mobili (puntuali), schede sub, Centri storici e Unità aggregati Urbani.

Entrambi i servizi sono ad accesso riservato.

Il linguaggio di programmazione impiegato in Carta del Rischio è Java 8; il database adottato, invece, è PostgreSQL 9.4, PostGIS 2.1.

SISTEMA INFORMATIVO TERRITORIALE AMBIENTALE E PAESAGGISTICO - SITAP

Il Sistema Informativo Territoriale, Ambientale e Paesaggistico (SITAP) è il sistema web-gis della Direzione generale per il paesaggio, le belle arti, l'architettura e l'arte contemporanea, del Ministero della Cultura, finalizzato alla gestione, consultazione e condivisione delle informazioni relative alle aree vincolate ai sensi della vigente normativa in materia di tutela paesaggistica. Il SITAP contiene attualmente al suo interno le perimetrazioni georiferite e le informazioni identificativo-descrittive dei vincoli paesaggistici originariamente emanati ai sensi della legge n. 77/1922 e della legge n. 1497/1939 o derivanti dalla legge n. 431/1985 ("Aree tutelate per legge"), e normativamente riconducibili alle successive disposizioni del Testo unico in materia di beni culturali e ambientali (d.lgs. n. 490/99) prima, e del D.Lgs. n. 42/2004 e ss.mm.ii (Codice dei beni culturali e del paesaggio, di seguito "Codice") poi.

L'interfaccia web del SITAP è articolata in un'area pubblica e un'area riservata. L'area pubblica mette a disposizione funzionalità di consultazione e ricerca fisse, indifferentemente rivolte a tutta l'utenza non autenticata, mentre l'area riservata è dedicata ai soli operatori del Ministero, dando accesso in modo profilato a moduli e funzionalità (consultazione avanzata, editing ed elaborazione dati, amministrazione di sistema) ad esclusivo uso interno.

Preciando dalla cartografia di base, acquisita ed esposta tramite servizi di interoperabilità forniti da providers esterni (OpenstreetMap, Google maps), le componenti proprie della banca dati SITAP ad accesso pubblico sono quelle relative ai "Vincoli D.Lgs. 42/2004 artt. 136 e 157" e ai "Vincoli D.Lgs. 42/2004 art. 142" del Codice (cfr. relative sezioni). Su di esse è possibile effettuare ricerche con diverse modalità: navigazione su mappa (con click sull'area di interesse per le informazioni di dettaglio), ricerca rapida (per Comune) e ricerca avanzata (cfr. sezione "Vincoli").

SISTEMA DI MONITORAGGIO DELLE GRANDI DIGHE

Il Sistema di Monitoraggio in tempo reale dei dati idrologici-idraulici delle grandi dighe per gli aspetti di sicurezza idraulica è stato realizzato dalla Direzione generale per le dighe e infrastrutture idriche - Dipartimento per le opere pubbliche, le politiche abitative e urbane, le infrastrutture idriche e le risorse umane e strumentali - Ministero delle Infrastrutture e della Mobilità Sostenibili, in attuazione dell'articolo 3, comma 3, del decreto legge n. 79/04 e in conformità alle disposizioni della direttiva PCM 8 luglio 2014. Il sistema di monitoraggio è stato avviato all'esercizio in data 8 maggio 2018. Le modalità operative per la trasmissione dei dati sono specificate dalla Direttiva direttoriale n. 8885 del 12 aprile 2018, in risposta ad esigenze di standardizzazione e sicurezza.

La trasmissione dei dati per via telematica e in tempo reale si avvale sia di un modello interoperabile di comunicazione basato su standard di formato e servizi WEB di interscambio conformi allo

standard OGC – SOS, che di un canale alternativo di trasmissione con formato file CSV su protocollo SFTP. E' stata introdotta anche la modalità di caricamento dati manuale per quei gestori attualmente non attrezzati con sistemi digitali di acquisizione dati. Lo standard di trasmissione, ai sensi della Direttiva PCM 8 luglio 2014, che deve essere adottato dai Gestori, si applica sia nella trasmissione verso la DG Dighe che in quelle verso altri fruitori istituzionali che ne facciano richiesta.

Attraverso i canali di trasmissione succitati, il Sistema di monitoraggio delle grandi dighe acquisisce i dati pubblicati dai gestori e li registra nel repository centrale. Il Sistema è corredato di funzionalità di pubblicazione dei dati mediante interrogazione manuale del repository, trasmissione SFTP o invocazione di Servizi WEB, rendendo disponibili i dati di monitoraggio agli utenti istituzionali accreditati, opportunamente autorizzati all'accesso per le dighe di competenza. L'accesso ai dati da parte di operatori degli utenti istituzionali accreditati, o del personale della Direzione generale, è consentito attraverso il portale all'indirizzo <https://sismon.mit.gov.it/Portale> che attualmente dispone di funzionalità essenziali di interrogazione, ma è previsto che a breve fornisca funzionalità di interrogazione su base cartografica.

I parametri di monitoraggio sono il livello di invaso, espresso in metri sul livello del mare (m s.l.m.), il corrispondente volume di invaso e le portate scaricate. Sono richieste anche le portate di adduzione all'invaso (bacini allacciati) e derivata nei casi in cui esse siano significative ai fini della ricostruzione degli eventi di piena o comunque nei casi indicati dalla DG Dighe. Il volume di invaso è espresso in milioni metri cubi (M m3), le portate sono espresse in metri cubi al secondo (m3/s).

Le misure acquisite in diga sono trasmesse con cadenza giornaliera in condizioni ordinarie; ma è prevista una frequenza di trasmissione maggiore da adottarsi in condizioni di allertamento: a) a seguito di stato di allerta di cui alla Direttiva PCM 08.07.2014 o al Documento di Protezione Civile della diga, b) il bacino idrografico sotteso anche parzialmente dalla diga sia interessato da allertamenti meteo-idro per criticità idrogeologica e/o idraulica (di moderata o elevata criticità), c) il bacino sotteso sia interessato da avvisi di avverse condizioni meteorologiche (di moderata o elevata intensità), in coerenza con il bollettino di vigilanza meteo nazionale, oppure d) su richiesta della DG Dighe.

Attualmente sono attestate a sistema n.ro 410 dighe su 488 in esercizio, per un totale di n.ro 50 gestori su canale SFTP/manuale e n.ro 14 gestori su canale WEB Services.

Al portale di pubblicazione dei dati di monitoraggio sono accreditati i seguenti utenti istituzionali: ARPAE Emilia-Romagna, ARPA Piemonte, Autorità di bacino del Po, CFD Regione Puglia, CFR Regione Lazio, MITE, Osservatorio delle Alpi orientali, Dipartimento della Protezione civile nazionale, Protezione civile Regione Emilia-Romagna, Regione Liguria, Regione Lombardia.

PIATTAFORME/INTERFACCE UTENTE ARPA PER MONITORAGGIO FRANE IN SITU

Nell'ambito SNPA, attualmente sono disponibili alcune piattaforme/interfacce utente regionali (ARPA Lombardia, ARPA Piemonte, ARPA Liguria) che consentono di accedere al quadro sinottico dei siti inclusi nella rete regionale, gestire e analizzare i dati acquisiti dalla strumentazione di monitoraggio in situ.

GEOPORTALE NAZIONALE (GN)

Il GN del MiTE è stato istituito con l'Art. 8 del Decreto legislativo 27 gennaio 2010 n. 32, al fine di consentire ai soggetti interessati, pubblici e privati, di avere contezza della disponibilità dell'informazione territoriale ed ambientale. In particolare, il GN è il punto di accesso per il livello nazionale: ai servizi di rete tramite il Repertorio Nazionale dei Dati Territoriali (RNDDT) – catalogo nazionale dei metadati; ai cataloghi delle autorità pubbliche; alla rete SINAnet - strumento di raccolta e integrazione di dati e informazioni necessari a comprendere i fenomeni ambientali, resi disponibili dalle autorità pubbliche.

E' un repository centralizzato di dati geotopocartografici del MiTE e contiene la cartografica nazionale e tutte le informazioni raccolte nel corso del tempo nell'ambito di diversi progetti del Ministero quali, ad esempio, il Piano Straordinario di Telerilevamento Ambientale e i progetti nati nell'ambito del Piano Operativo Nazionale (PON) "Sicurezza per lo sviluppo", in collaborazione con il Comando Carabinieri Tutela Ambiente (CCTA).

Piattaforma digitale per le Aree idonee- di cui DECRETO LEGISLATIVO 8 novembre 2021, n. 199:

La Piattaforma ha la finalità di includere tutte le informazioni e gli strumenti necessari alla Regioni e Province autonome per connettere ed elaborare i dati per la caratterizzazione e qualificazione del territorio, anche in relazione alle infrastrutture già realizzate e presenti nonché in relazione a quelle autorizzate e in corso di autorizzazione, la stima del potenziale di sviluppo di impianti a FER, la classificazione delle superfici e delle aree.

SERVIZIO METEOMONT

Il decreto legislativo n. 177 del 19 agosto 2016 attribuisce all'Arma dei Carabinieri "il controllo del manto nevoso e la previsione del rischio valanghe, nonché le attività consultive e statistiche ad essi relative".

Tale funzione è assolta dal Servizio METEOMONT CARABINIERI che svolge i seguenti compiti:

- monitoraggio meteonivometrico, della stabilità del manto nevoso e degli eventi valanghivi;
- analisi dei dati raccolti ed elaborazione del bollettino di previsione del pericolo valanghe;
- allertamento del pericolo valanghe a supporto del Servizio Nazionale di Protezione Civile per la valutazione del rischio in aree antropizzate e controllate (strutture, infrastrutture, strade, centri abitati, ecc.);
- informazione pubblica del pericolo in aree non antropizzate e non controllate (alte quote, aree a funzione turistico-ricreativa e sportiva);
- gestione e aggiornamento delle banche dati storiche (Banca dati meteonivometrica, Catasto e Cartografia delle valanghe presenti nel Sistema Informativo CSIFA).
- aggiornamento delle procedure di valutazione e di elaborazione dei bollettini di previsione del pericolo valanghe agli standard europei definiti dall'EAWS (European Avalanches Warning Services) ed internazionali (WMO).

La rete di monitoraggio e valutazione del pericolo valanghe del METEOMONT CARABINIERI è composta, a livello centrale, dalla sezione Meteomont della Sala Operativa del Comando Generale, che certifica e pubblica i dati meteonivometrici e il Bollettino di previsione del pericolo valanghe sul sito web <https://meteomont.carabinieri.it> - e sull'App Meteomont.

A livello periferico, è composto da:

- Stazioni meteo nivologiche tradizionali (SMT), gestite dai Reparti CC Forestale presso i quali operano unità qualificate Osservatore meteonivometrico (vedi Cap. 9);
- Nuclei itineranti di rilevamento, composti da unità qualificate Esperto neve e valanghe e / o Previsore neve e valanghe;
- Pattuglie NEVEMONT svolte dai Reparti CC Forestale nel corso dell'ordinaria attività d'istituto;
- Stazioni meteorologiche automatiche, gestite dai Comandi Regione Carabinieri Forestale (vedi Cap. 9);
- Centri Settori Meteomont attivati, sul piano effettivo, nell'ambito dei Reparti CC Forestale e gestiti da un Coordinatore.

I dati ed i bollettini pubblicati quotidianamente sono sottoposti ad processo interno di controllo qualità del dato che si articola nelle fasi di acquisizione e controllo da parte degli osservatori e degli esperti valanghe, validazione dei previsori valanghe e certificazione della Sezione Meteomont. Il bollettino di pericolo valanghe viene pubblicato tutti i giorni alle ore 14:00 e fornisce le previsioni per le successive 48 e 72 ore.

Il Bollettino METEOMONT è uno strumento che fornisce su scala sinottica (non meno di 100 km²) un quadro semplificato dell'innnevamento e della stabilità del manto nevoso. Esso fornisce il grado di pericolo di valanghe in un determinato territorio relativamente al momento dell'emissione e, sulla base delle previsioni meteorologiche e della possibile evoluzione del manto nevoso, quello atteso per l'immediato futuro, al fine di prevenire eventuali incidenti derivanti dal distacco di valanghe. Il bollettino utilizza un linguaggio unificato a livello Europeo secondo gli standard EAWS.

Il bollettino è uno strumento che descrive quindi, su grande scala, i pendii e situazioni nivologiche maggiormente critiche senza entrare nel dettaglio del singolo pendio. E' sempre onere dell'utente mettere in relazione fra loro il grado di pericolo del bollettino e la possibile attività valanghiva a livello locale; è quindi indispensabile che egli valuti quali siano i rischi possibili nell'affrontare

l'attraversamento di una zona potenzialmente pericolosa non prescindendo quindi da attenta e capace valutazione locale (singolo pendio) della stabilità del manto nevoso.

Il bollettino valanghe, pubblicato quotidianamente, contiene le caratteristiche tipiche di un avviso. L'informazione principale del bollettino è la descrizione del pericolo valanghe. Il bollettino valanghe comprende inoltre informazioni sui fenomeni meteorologici che possono influire sulla formazione di valanghe e sulle caratteristiche del manto nevoso. Queste informazioni servono quale base per la valutazione da parte dell'utente. Le informazioni contenute nel bollettino valanghe non possono tuttavia sostituire una valutazione autonoma e locale sul posto poiché esse, basandosi su dati limitati, sono troppo generiche sotto quest'aspetto. L'EAWS ha deciso che il bollettino valanghe deve sempre avere la stessa struttura, i suoi contenuti sono ordinati secondo i principi della piramide dell'informazione (immagine sottostante): prima sono descritte le informazioni più importanti (es. grado di pericolo), poi quelle sui punti pericolosi, i problemi valanghivi, la descrizione del pericolo, le informazioni sul manto nevoso e le condizioni meteorologiche.

SERVIZIO INFORMATIVO DI ADB ALPI ORIENTALI - OSSERVATORIO DEL CITTADINO UoM BRENTA-BACCAGLIONE

Il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA), predisposto ai sensi della 2007/60/EC, prevede tra le misure di prevenzione l'attivazione e lo sviluppo a scala Distrettuale di un "Osservatorio dei cittadini sulle acque (CO)" (misura tipo M43_1) il cui Soggetto Attuatore è l'Autorità di bacino distrettuale delle Alpi Orientali. La misura consiste nello sviluppo di un osservatorio dei cittadini (CO) al fine di incrementare le banche dati e i canali di comunicazione bidirezionali durante gli eventi alluvionali anche attraverso l'utilizzo di modelli di resilienza.

Tale misura è stata implementata sia sul Brenta-Bacchiglione grazie a un finanziamento erogato dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare – Direzione generale per la salvaguardia del territorio e delle acque (risorse dell'esercizio finanziario 2016, capitolo 7511 P.G.01 Interventi di messa in sicurezza del territorio contro il dissesto idrogeologico – Missione 1, Programma 18.12, V. 1.9, prima tranche del Piano degli interventi integrati ambientali – misure winwin (ReNDiS); 4.912.905,00€); che sul Basso Tagliamento (finanziata) nell'ambito dei fondi FSC 2014-2021 Sotto Piano - "Interventi per la tutela del territorio e delle acque" Asse 1 "Promuovere l'adattamento al cambiamento climatico, la prevenzione e la gestione dei rischi" Linea di Azione 1.1.1 - "Interventi per la riduzione del rischio idrogeologico e di erosione costiera" (2.000.000,00 €)

Per la gestione dell'Osservatorio dei Cittadini della UoM Brenta-Bacchiglione è attiva una piattaforma informatica web e mobile in ambiente Cloud, costituita da:

- un portale web www.amicoalpiorientali.eu con sezioni dedicate a differenti profili di utenti al fine di rendere accessibili le diverse tipologie di dato inerenti le alluvioni in funzione dei soggetti coinvolti nelle attività dell'Osservatorio, finalizzato anche a migliorare lo scambio di comunicazioni tra enti decisori e soccorritori, consentendo all'autorità di assegnare compiti alle squadre operanti nel territorio, sulla base del migliore quadro conoscitivo acquisito e di monitorarne lo stato di avanzamento nel tempo;
- un'app mobile COapp (Coapp su google-play store, COapp su App Store) utilizzabile da cittadini e tecnici per garantire lo scambio di informazioni da e per le autorità nel corso di un evento di piena migliorando lo scambio di comunicazioni tra enti decisori e cittadini;
- un sistema modellistico in ambiente Cloud COMANAGER che importa ed elabora tutte le tipologie di dati eterogenei messi a disposizione dell'Osservatorio dei Cittadini (in grado di integrare informazioni crowdsourcing e remote sensing) fornendo scenari di rischio idraulico, visualizzabili da portale web e app mobile; in particolare, consente di visualizzare dati misurati e stazioni, gestire manufatti, stazioni e le procedure di validazione, visualizzare dati previsionali, gestire simulazioni idrologiche ed idrauliche; crearle, lanciarle, seguirne l'esecuzione, visualizzarne ed analizzarne i risultati, gestire temi GIS, monitorare il funzionamento della piattaforma;

Il sistema integra la modellistica previsionale di piena sviluppata dall'Autorità di bacino che è composta da un modello continuo accoppiato idrologico-idraulico dotato di moderni algoritmi di data assimilation. Tali algoritmi consentono di integrare Osservazioni crowdsourcing e remote sensing nel modello accoppiato idrologico-idraulico. Il modulo riceve in input prodotti di immagini satellitari quali mappe di contenuto d'acqua del suolo, di copertura del manto nevoso, di livello degli invasi, di letture idrometriche da sensore fisico e sociale sia lungo il reticolo idrologico che sul

reticolo idraulico nonché i medesimi valori simulati. Il modulo attraverso l'assimilazione dei dati misurati permette di associare automaticamente a una simulazione idrologica-idraulica il set più attendibile di condizioni iniziali.

Al fine di supportare al meglio la gestione delle emergenze alluvionali il sistema elabora mappe del rischio idraulico relative a scenari alluvionali predeterminati e prodotti di modellazione previsionale. A tal fine il sistema integra un tool in grado di produrre "off-line" e dinamicamente mappe di pericolosità e rischio idraulico sulla base di esisti di modellazione idraulica bidimensionale (sistema HERO). Tale strumento acquisisce mappe di aree allagate (tiranti idraulici e velocità della corrente), le correla con una serie di tematismi (quali, ad esempio, l'uso del suolo, la collocazione di impianti a rischio rilevante, dati ISTAT sulla popolazione ecc) al fine di produrre la mappa del rischio idraulico come richiesto dalla Direttiva e come riportato nel Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del Distretto Idrografico delle Alpi Orientali.

Gli esiti delle attività modellistiche sviluppate all'interno dell'Osservatorio dei Cittadini confluiscono all'interno della piattaforma SIGMA <https://sigma.distrettoalpiorientali.it/portal/>, il Sistema Informativo per la Gestione ed il Monitoraggio delle Informazioni e dei procedimenti Ambientali della Direttiva Alluvioni, sviluppato da DAO. Tale Sistema rende disponibili al pubblico le ultime elaborazioni disponibili più aggiornate in merito a topografia (rilievi topografici di sezioni fluviali, rilievi lidar (DTM, DEM) e idraulica (dati idraulici e idrologici) utilizzate nell'implementazione degli strumenti modellistici a supporto del Piano e, consente la gestione di istanze di aggiornamento del Piano stesso.

L'infrastruttura informatica attualmente in uso è la seguente:

Tabella 3 - Componenti hardware dell'infrastruttura informatica UoM Brenta-Baccaglione

Descrizione Server e unità dischi per il Bacino del Brenta-Bacchiglione	Note
Server: SR650 Xeon Gold 6248R (24C 3.0GHz 33MB Cache/205W) 32GB, 2933MHz (1x32GB, 2Rx4 RDIMM), No Backplane, No RAID, 1x1100W, XCC Enterprise	N. 2 server
ThinkSystem SR650 Intel Xeon Gold 6248R 24C 205W 3.0GHz Processor	Totale 2 proc. X server
ThinkSystem 32GB TruDDR4 2933MHz (2Rx4 1.2V) RDIMM	Totale 512 gb
Scheda Fiber Channel HBA QLogic 16Gb FC a 2 porte	Per ogni server
ThinkSystem 1100W (230V/115V) Platinum Hot-Swap Power Supply	Doppio alim. per server
Storage: Sistema dischi Lenovo ThinkSystem DE2000H FC Hybrid Flash Array 2U24 SFF	
Storage: Lenovo 10Gb iSCSI/16Gb FC Universal SFP+ Module	
Storage: Lenovo ThinkSystem DE Series 1.8TB 10K 2.5 HDD 2U24	Disp. 20 TB
Switch Fibra: Lenovo ThinkSystem DB610S, 8 ports w/ 16Gb SWL SFP,	

L'intero sistema è gestito da una sala operativa distrettuale presso la sede dell'Autorità di bacino di Trento.

I costi di manutenzione dell'intero sistema informativo ammontano a 5000 euro/anno per UoM.

SISTEMA FEWS-DEWS DELL'ADB FIUME PO

L'Autorità adotta per le proprie attività il Sistema Fews-Dews, ovvero un sistema integrato di dati e modelli che rappresenta uno strumento operativo di supporto tecnico per la gestione della risorsa idrica, sia a larga scala che a scala locale. Il funzionamento si basa su una catena idrologica e di bilancio idrico.

Tramite i dati gestiti e i modelli applicabili con il sistema Sistema Fews-Dews, è possibile raggiungere i seguenti obiettivi:

- Pianificazione di bacino a lungo termine: la preparazione di piani di bacino a lungo e medio termine, come ad esempio su orizzonti temporali dai 10 ai 25 anni
- Programmazione di allocazione della risorsa a breve termine (semestrale o annuale): preparazione di piani operativi stagionali per il bacino

- Programmazione di operazioni stagionali: basate sulla situazione reale in campo, sulla precipitazione e sulle previsioni aggiornate è possibile programmare un'allocazione della risorsa per le settimane o i mesi successivi

L'Autorità, infatti, utilizza ormai da diversi anni il modello "Drought Early Warning System - Po" che fornisce un importante supporto per la previsione delle magre e delle situazioni di siccità del Bacino del Po. Si tratta di un modello integrato che dinamicamente è in grado di ricostruire la condizione idrologica del bacino, partendo dai dati climatici, idrologici e idraulici e costruendo nel contempo serie storiche delle grandezze idrologiche, fondamentali per le attività di pianificazione.

Il sistema di fatto rappresenta lo strumento a supporto delle attività di previsione dei periodi di magra o di siccità e ben si coniuga con le attività quotidiane dell'Osservatorio permanente sugli utilizzi idrici.

La piattaforma FEWS in uso presso l'Autorità di Bacino integra sia i modelli dedicati all'analisi delle piene, sia la modellistica dedicata alla gestione delle magre del bacino di riferimento.

E' costituita da una piattaforma di base, composta da Master e Shell, che rappresenta il punto unico nel quale è possibile integrare modelli idrologici, idraulici e meteorologici e che mette a disposizione diversi tools per l'effettuazione delle simulazioni e la rappresentazione dei risultati.

Tramite una flessibile interfaccia di interscambio è possibile altresì integrare ulteriori modelli commerciali o anche sviluppati dalla community, inoltre è anche possibile importare dati real time da reti di monitoraggio, quali ad esempio serie temporali ottenute da telemetria, livelli idrici, precipitazioni e dati meteo osservati, dati previsionali meteorologici, dati radar e previsioni meteo numeriche, espressi in formati di interscambio standard quali tipicamente come CSV, XML, e GRIBASCII.

Per quanto riguarda la sezione dedicata alla gestione delle magre del Po, in uso presso l'Autorità, la piattaforma consta delle seguenti componenti:

- modellistica meteorologica (in comune con catene modellistiche per la previsione/gestione delle piene): rende disponibili previsioni meteorologiche sul bacino con orizzonti temporali variabili da una settimana a tre mesi;
- modellistica afflussi-deflussi: modello idrologico completo distribuito TOPKAPY: consente di rappresentare tutti i processi idrologici, dall'atmosfera al sottosuolo, in maniera distribuita su maglia DEM.
- modellistica idraulica/di bilancio idrico: il modello RIBASIM; alimentato dal modello afflussi-deflussi, consente di rappresentare la rete idrica naturale e artificiale dotata di: punti di prelievo della risorsa, associati a regole di derivazione; rappresentazione degli utilizzatori; punti di interscambio con il sistema delle acque sotterranee; punti di controllo delle portate.

Inoltre, risultano presenti anche:

- modelli per la simulazione della risalita salina nei rami del delta del Po;
- moduli specifici per la simulazione degli invasi artificiali e naturali regolati.

Nell'immagine seguente è riportato uno schema del sistema Fews-Dews in uso presso l'Autorità:

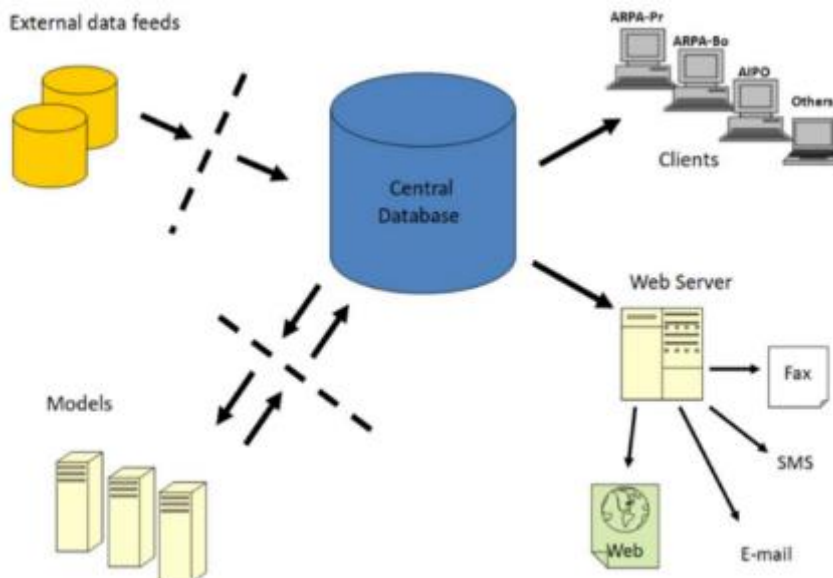


Figura 3 - Schema del sistema Fews-Dews

Di seguito si può osservare invece uno schema riepilogativo dei modelli gestiti tramite la piattaforma Fews:

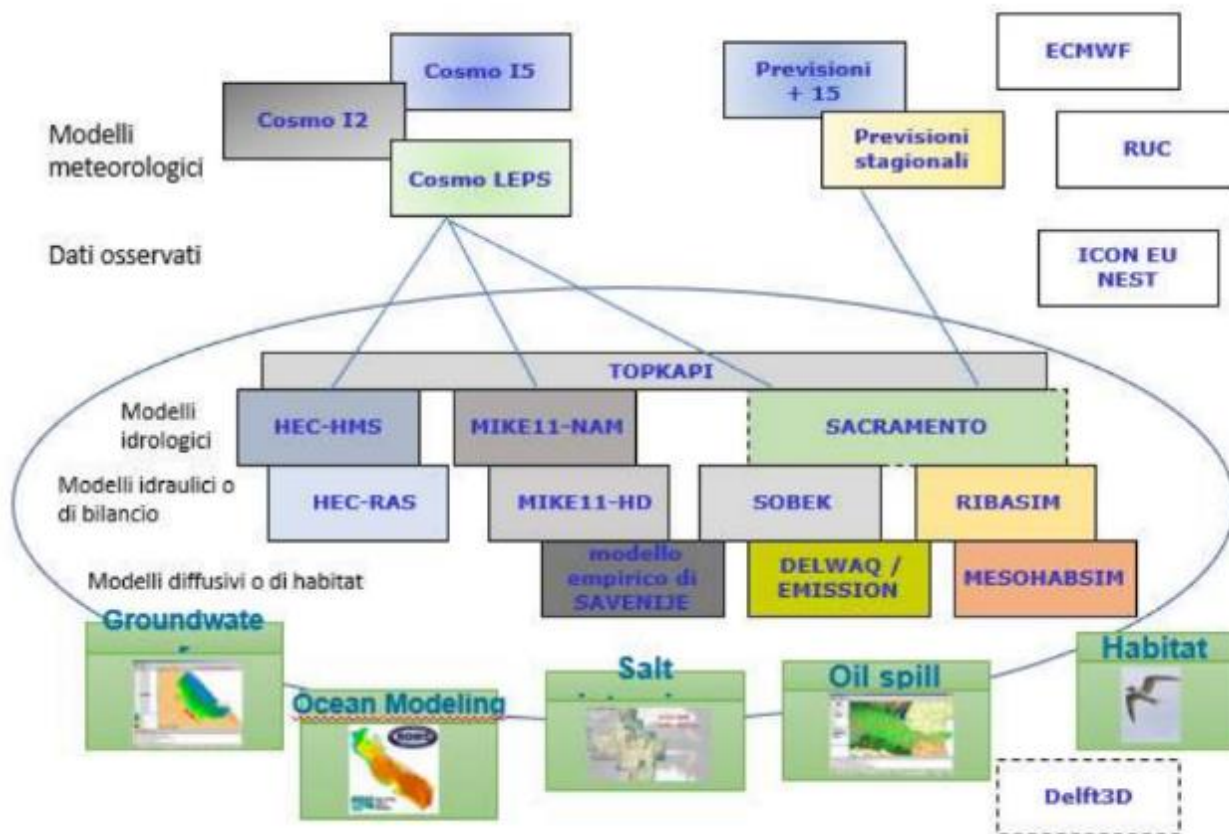


Figura 4 - Schema dei modelli gestiti tramite il sistema Fews-Dews

I dati di base provengono al momento da una rete di monitoraggio (non gestita né mantenuta dall'Autorità) costituita da:

- Stazioni meteo

- Stazioni idro
- Dighe

I dati rilevati vengono inviati al sistema in tempo reale, ma alcuni possono essere inviati dalle regioni con cadenza giornaliera, settimanale o mensile oppure "una tantum".

Gli enti con cui si interfaccia l'Autorità sono tutte le Regioni (Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Liguria, Emilia-Romagna, Veneto, Toscana, Marche, Provincia di Trento) e gli enti nazionali ed europei quali ISPRA, Dipartimento di Protezione Civile e altri ancora per un totale indicativo di circa 15 Enti.

PROGETTO sEMPLICE

Il progetto sEmPliCE è frutto della collaborazione tra ELEDIA Research Center, la Centrale Unica per l'Emergenza (CUE), e il Servizio Geologico della Provincia Autonoma di Trento. La finalità è duplice:

- organizzare tutti i dati relativi al monitoraggio ambientale acquisiti da tecnologie eterogenee presenti sul territorio provinciale in modo che siano facilmente accessibili tramite una piattaforma software intuitiva e utilizzabile anche con dispositivi mobili di ultima generazione (es. smartphone, tablet, ecc.);
- regolare l'accesso alle informazioni in base al profilo dell'utente che accede al sistema. Il cittadino interessato ad un particolare evento sul territorio può informarsi ed essere aggiornato accedendo ad informazioni di alto livello e riassuntive dello stato generale. L'utente esperto invece deve poter accedere al dettaglio specifico che possa fornire supporto alle analisi complesse in corso.

La soluzione proposta dal progetto sEmPliCE si basa su una App per terminali mobili in cui vengono riportate le informazioni secondo un approccio multilivello, dal "macro" al "micro", fornite in base alla tipologia di utenza. Più in dettaglio, il livello 1 (macro) è una overview dei siti monitorati sul territorio provinciale, classificati anche graficamente in base al tematismo corrispondente (es. eventi franosi, sismici, falde, ecc.). Cliccando su un sito specifico, è possibile scendere di livello fino ad arrivare al dettaglio del singolo sensore (micro), passando attraverso layer intermedi utili per razionalizzare la procedura di accesso al dato. In base al tipo di utente, a cui è richiesta una autenticazione iniziale, alcune caratteristiche come l'ordine, il tipo e la rappresentazione grafica delle informazioni cambiano in modo dinamico.

SISTEMA INFORMATIVO DELL'ADB APPENNINO SETTENTRIONALE

L'infrastruttura in uso è basata su due grandi server fisici con tecnologia di virtualizzazione vmWare collegati ad un datastore centralizzato. Su di essi sono state create diverse macchine virtuali ognuna con un compito specifico. Tra di esse si hanno dei file server con sistema operativo Windows che permettono l'archiviazione centralizzata dei documenti su unità di rete mappate agli utenti in base al settore di appartenenza. I database server utilizzati sono principalmente open source (Postgres) e gestiscono i dati necessari per le competenze di pianificazione e programmazione del distretto oltre che i contenuti del sito web istituzionale. I web server hanno sistema operativo linux ed i Content Management System sono open source.

I dati geografici dell'ente vengono elaborati attraverso prodotti ESRI, in particolare è stato scelto di acquisire la piattaforma ESRI ArcGIS Enterprise abbinata al database enterprise open source Postgres. Questa soluzione ha permesso di operare in modo centralizzato e coordinato da tre sedi distinte (Firenze, Lucca e Sarzana) evitando ridondanze e migliorando la sicurezza dei dati stessi. Sempre attraverso l'ArcGIS Enterprise (modulo Portal) le informazioni geografiche vengono rese fruibili agli utenti esterni attraverso il web.

Il modulo Portal necessita di una macchina virtuale molto potente dotata di grande quantità di memoria, capacità computazionale ed uno spazio di archiviazione proporzionale alla mole di dati che vengono trattati sia su file system, sia su database. Il software ESRI è sotto contratto di manutenzione e comprende anche alcuni servizi nel cloud (ArcGis online). Periodicamente ESRI rilascia degli aggiornamenti o delle nuove versioni con procedure d'installazione lunghe e complesse per le quali ci si avvale dell'aiuto di partner esterni.

A livello desktop convivono sia prodotti commerciali (ESRI ArcGIS) che open source (QGIS). Il backup viene fatto quotidianamente avvalendosi di software proprietario (Veeam B&R), è

implementato in modo del tutto indipendente nelle sedi di Lucca e Firenze con archiviazione su 2 unità disco dedicate. Per la protezione da virus, malware ed altre minacce informatiche si utilizza software proprietario (TrendMicro) installato sia sui server che sui pc dei dipendenti. La rete interna è realizzata con cablaggio strutturato in rame, switch periferici ed un centro stella; gli switch periferici hanno diversi anni di servizio e costituiscono un grosso limite alle prestazioni nei processi che coinvolgono più macchine per la loro velocità di 100Mbps. Il confine con il mondo esterno è presidiato da firewall evoluti di recente acquisto, dotati di sicurezza avanzata e servizi di monitoraggio del traffico e difesa dalle minacce informatiche. Il collegamento ad internet per la sede di Firenze è su fibra di tipo GBE a 100 Mbps simmetrici, le altre sedi hanno linee con caratteristiche diverse.

Di seguito viene illustrata l'organizzazione e le dotazioni delle sedi di Lucca e Firenze (la sede di Sarzana ha solo dotazioni di tipo locale e collegamento di rete).

Sede di Lucca

I server fisici si trovano all'interno di un locale dedicato dotato di impianto di condizionamento autonomo e sono i seguenti:

Tabella 4 - Server nella sede di Lucca

Luwin5

Sistema operativo	Anno	Ram	Spazio disco
Windows 2003	2005	4 GB	1.5 TB
E' utilizzato come <i>file server</i> come archivio di studi e progetti sul territorio del bacino del Serchio.			

Luwin6

Sistema operativo	Anno	Ram	Spazio disco
Windows 2008 R2	2012	6 GB	5 TB
Svolge il ruolo di dhcp, print e <i>file server</i> . Ospita dati per le istruttorie, la cartografia ed una copia dei dvd pubblicati dall'ente.			

Dell R330

Sistema operativo	Anno	Ram	Spazio disco
Windows 2012 R2	2016	24 GB	3.5 TB
Ospita 2 macchine virtuali con la tecnologia Hyper-v. Una ha il ruolo di <i>domain controller</i> , l'altra ha la console dell'antivirus (per i computer della sede), la gestione centralizzata degli aggiornamenti di Windows e cartelle di rete condivise per i documenti di ragioneria e personale			

ProLiant DL380 Gen10

Sistema operativo	Anno	Ram	Spazio disco
Vmware Esxi	2019	64 GB	4.5 TB
Contiene varie macchine virtuali sia con sistema operativo linux che windows.			

Gli uffici sono disposti su più piani, ogni piano ha un suo armadio di rete dove confluisce il cablaggio strutturato che viene attestato su uno switch connesso in fibra ottica ad un centro stella in sala server. Non sono più presenti servizi direttamente accessibili dall'esterno per cui la suddivisione in sottoreti, pur presente a livello di configurazione, non è di fatto utilizzata per l'assenza di computer in dmz.

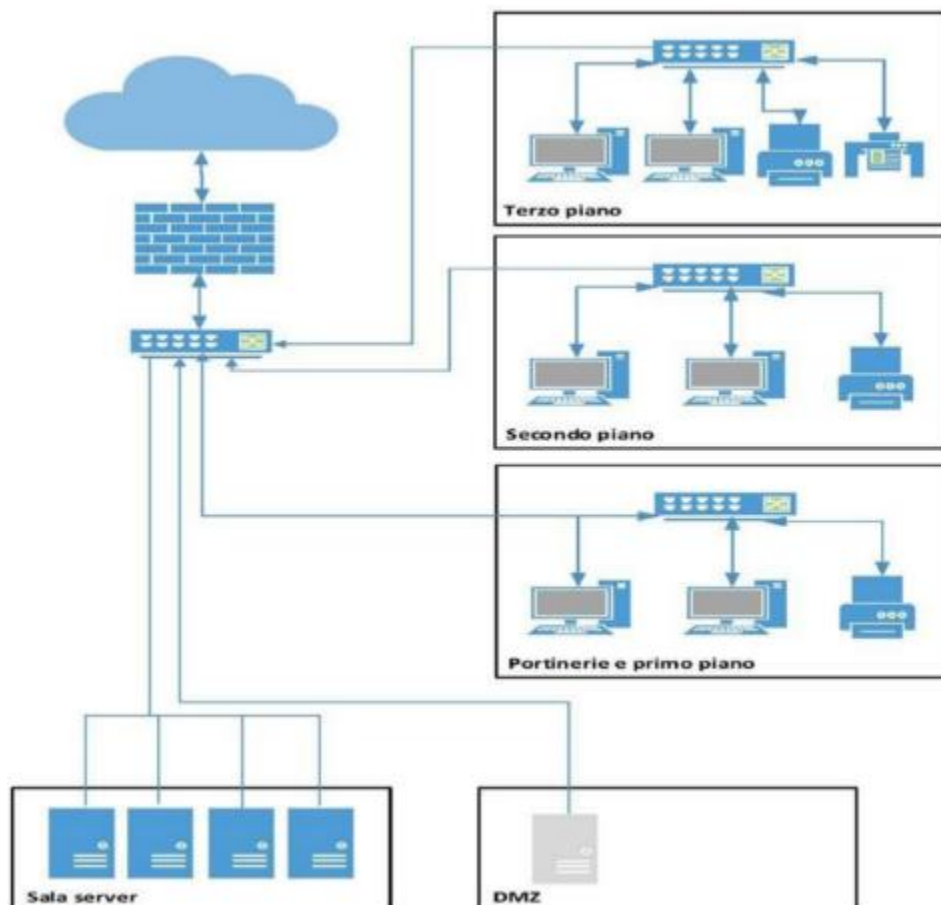


Figura 5 - Schema della rete della sede di Lucca

Sede di Firenze

Sul lato di un ufficio è stata realizzata con pannelli prefabbricati una gabbia, dotata di impianto di condizionamento autonomo, dove sono ospitati i seguenti server fisici:

Tabella 5 - Server nella sede di Firenze

ProLiant DL380 Gen10

Sistema operativo	Anno	Ram	Spazio disco
Vmware Esxi	2020	144 GB	6.5 TB su storage condiviso

ProLiant DL380 Gen9

Sistema operativo	Anno	Ram	Spazio disco
Vmware Esxi		128 GB	6.5 TB su storage condiviso

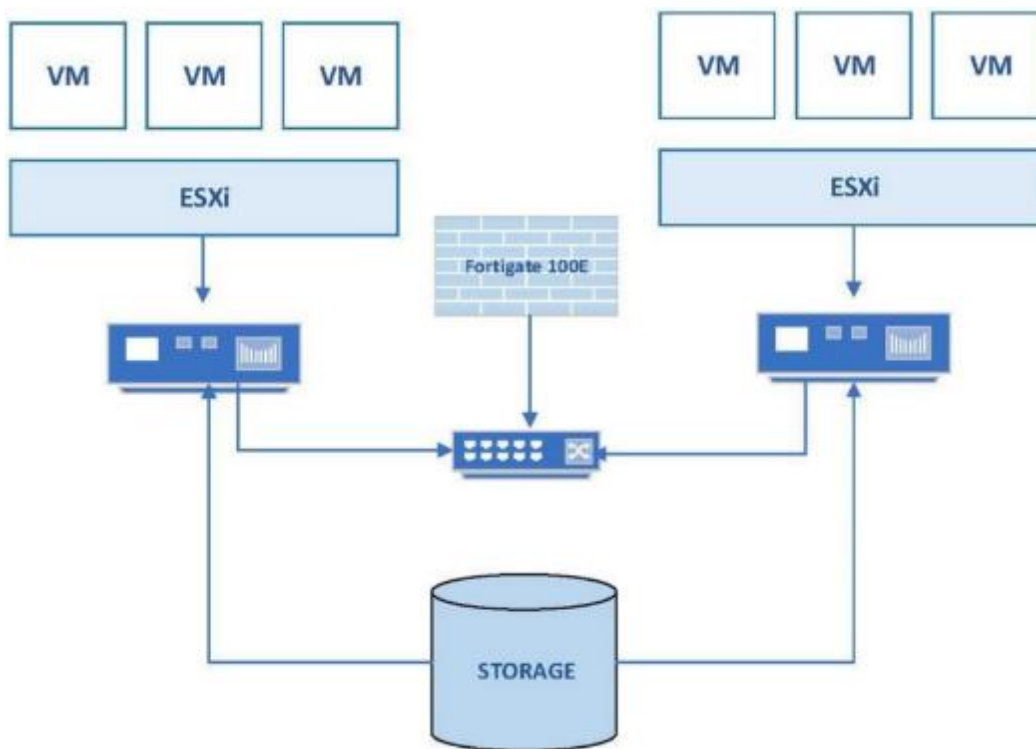


Figura 6 - Cluster VmWare di Firenze

Il sistema di virtualizzazione si basa su due nodi Vmware in alta disponibilità collegati ad uno storage condiviso da 6.5 TB. Ospita circa 30 macchine virtuali con sistema operativo misto attraverso le quali vengono erogati i servizi rivolti sia al personale interno, sia verso l'esterno. Vi trovano collocazione i domain controller per il dominio Windows dell'ente, un file server per la condivisione dei documenti, la console per l'antivirus, il server di backup, vari database, il sito web e tutte le macchine per la produzione e pubblicazione della cartografia.

Gli uffici sono collocati tutti allo stesso piano, il cablaggio strutturato confluisce in un'unica stanza dove viene attestato su vari switch collegati al centro stella in sala server. Alcuni servizi sono direttamente esposti su internet e questo costituisce uno dei motivi della rigida suddivisione in 4 sottoreti:

- computer del personale
- server windows ad uso interno (domain controller, file e application server)
- stampanti ed apparati
- dmz per i web server che pubblicano contenuti accessibili dall'esterno
- videoconferenza

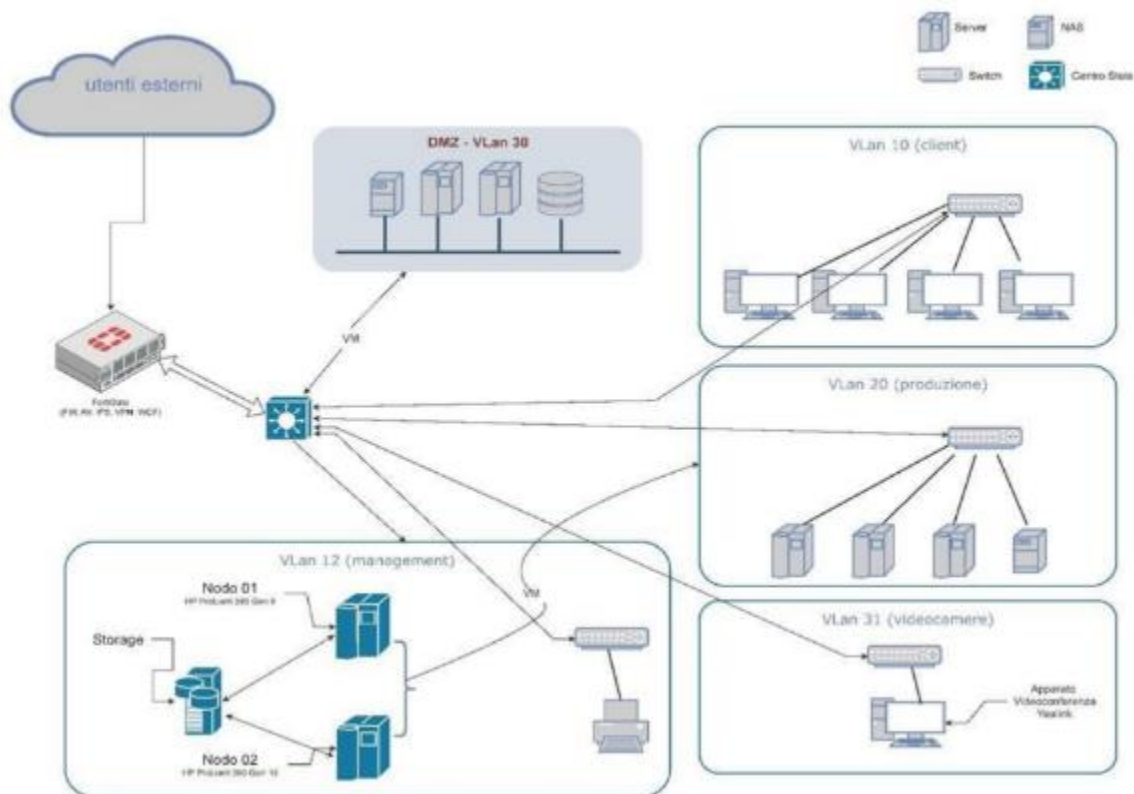


Figura 7 - Sottoreti della sede di Firenze

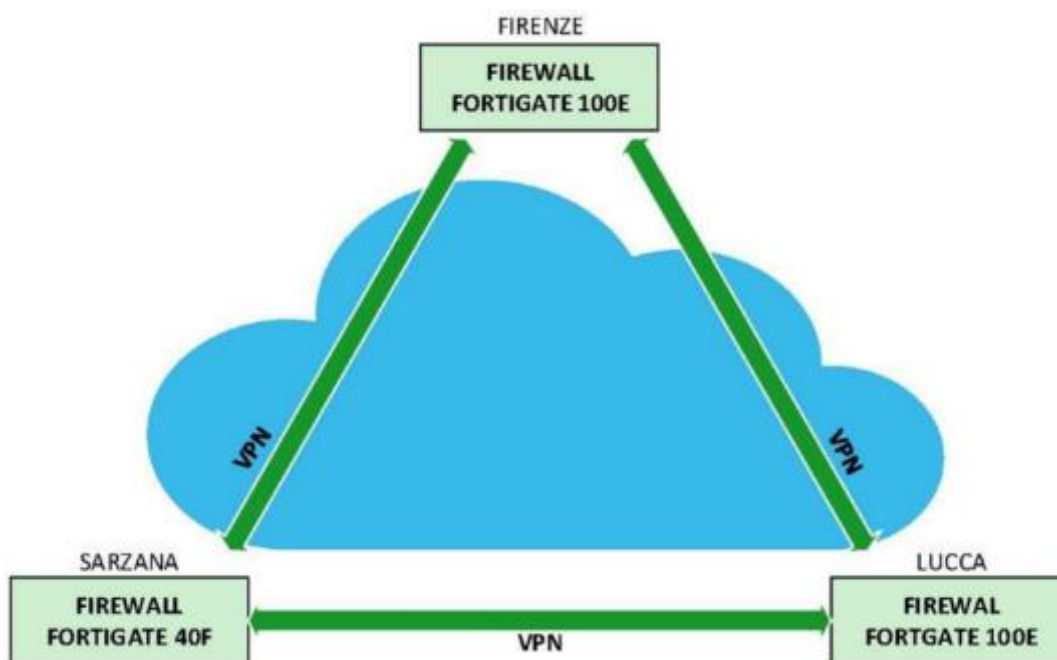


Figura 8 - Schema di connessione tra le reti

GEOPORTALE REGIONE LOMBARDIA.

Regione Lombardia dispone di un'Infrastruttura Dati Territoriale (IDT) in attuazione alla Direttiva "INSPIRE" che si fonda su HD, SW e persone; raccoglie, produce e condivide un vastissimo

patrimonio di informazioni geografiche, tramite servizi web di ricerca, consultazione e condivisione in standard OGC. Gli investimenti fatti negli anni garantiscono che il "Catalogo dati regionale" unitamente ad un'attività di miglioramento incrementale dei metadati risulti integrato/alimenti il Repertorio Nazionale dei Dati Territoriali (RNDT) di AGID, e quindi contribuisce al miglioramento delle performance nazionali in relazione al monitoraggio che l'Unione Europea effettua annualmente nel Catalogo nazionale dei dati territoriali (RNDT), ai fini del monitoraggio della piena attuazione della Direttiva INSPIRE.

Tramite il Geoportale è reso disponibile anche il **Database geo-topografico (DBGT)** ovvero la "Base informativa territoriale" per la Pubblica Amministrazione (art 2 del DPCM 10/11/2011) per la raccolta e la gestione dei dati territoriali, recentemente messo a disposizione anche nel formato GeoPackage adatto ad utilizzo mediante sw open source.

Il Database geo-topografico rappresenta una buona base di monitoraggio della trasformazione urbanistico/territoriale se mantenuto aggiornato; è utile a tutte le politiche territoriali compresa la difesa del suolo (es. può essere impiegato per la modellistica idraulica, modellistica per la valutazione dei danni esondazione, frane valanghe, eventi sismici). Lo strumento è realizzato tramite metodo aero-fotogrammetrico mediante la stereo-restituzione da fotogrammi digitali.

SISTEMA INFORMATIVO AMBIENTE E TERRITORIO DELLA PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO (SIAT)

Il S.I.A.T. mira a costituire una biblioteca informatica territoriale integrata che raccolga e condivida informazioni aggiornate sul territorio per consentire un'accurata politica di gestione e pianificazione territoriale. Gli obiettivi del sistema sono quelli di raccogliere, memorizzare, aggiornare, elaborare e rappresentare i dati territoriali secondo un modello condiviso tra molteplici attori; offrire una comprensione globale dei fenomeni in rapporto alla loro localizzazione geografica; garantire un patrimonio comune e strutturato di dati condivisi, per una accorta politica di gestione e pianificazione del territorio. Tramite il SIAT è stato attivato il geoportale cartografico trentino mediante il quale è possibile consultare dati cartografici organizzati per ambito tematico, effettuare il download dei tematismi vettoriali e raster o utilizzando in servizi WMS e WFS. La maggior parte degli ambiti tematici a disposizione per la consultazione sono fruibili mediante il sistema WebGIS Trasversale (WGT), basato interamente su tecnologia Open Source.

GEOPORTALE DELLA REGIONE VALLE D'AOSTA (SCT)

Il Sistema delle Conoscenze Territoriali (SCT) è l'insieme di tecnologie, metodi, politiche e accordi istituzionali tesi a consentire la disponibilità, l'omogeneità e l'accesso al patrimonio dei dati GeoSpaziali della Regione Autonoma Valle d'Aosta CELVA.

Il Geoportale SCT è l'accesso pubblico e privato ai dati e servizi territoriali della Valle d'Aosta (<https://geoportale.regione.vda.it/>).

In particolare sono di interesse in questo contesto i seguenti servizi.

- Servizio di gestione dei capisaldi regionali posizionati sull'intero territorio regionale negli anni 1972, 1991, 2003, 2005 e 2008 e periodicamente verificati. Il servizio è accessibile ad ogni tipologia di utenza gratuitamente al seguente link: <https://geoportale.regione.vda.it/download/monografie/>.
- Monitoraggio delle variazioni di copertura del suolo tramite immagini satellitari: attraverso l'uso combinato di immagini Sentinel e dati satellitari ad alta risoluzione; il monitoraggio è effettuato attraverso la costruzione di appositi indici che consentono di apprezzare il consumo di suolo effettivo rispetto a quello pianificato.
- Monitoraggi di settore (dissesti idrogeologici, valanghe, ghiacciai, coperture in amianto ecc...): le diverse Strutture organizzative regionali competenti provvedono direttamente a monitorare le informazioni di interesse attraverso reti di monitoraggio, da satellite o a terra, autonomamente gestite.
- Sistema centralizzato di gestione dei Piani Regolatori Comunali normalizzato a scala regionale e costantemente aggiornato. Il servizio è accessibile ad ogni tipologia di utenza gratuitamente.
- Sistema centralizzato di gestione dell'insieme delle informazioni relative ai vincoli territoriali derivanti da leggi nazionali e regionali di settore, normalizzati a scala regionale e costantemente aggiornati. Il servizio è accessibile ad ogni tipologia di utenza gratuitamente.

2.3.3 Banche dati

INVENTARIO DEI FENOMENI FRANOSI IN ITALIA (IFFI)

L'Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia, realizzato dall'ISPRA insieme alle Regioni e Province Autonome, censisce le frane verificate sul territorio nazionale secondo modalità standardizzate e condivise. L'ISPRA ha il ruolo di indirizzo, coordinamento e controllo delle attività, gestione della banca dati, produzione di elaborazioni e statistiche nazionali, diffusione delle informazioni; le Regioni e Province Autonome hanno la funzione di raccolta, archiviazione, informatizzazione e validazione dei dati.

Le frane sono mappate mediante un punto identificativo del fenomeno franoso, posto in corrispondenza del coronamento della frana, un poligono, quando la frana è cartografabile alla scala di rilevamento adottata o una linea, nel caso di fenomeni di forma molto allungata come le colate rapide. A ogni frana è attribuito un codice, denominato ID-Frana, che ne consente un'univoca identificazione sul territorio nazionale.

L'Inventario contiene ad oggi oltre 620.000 frane che interessano un'area di quasi 24.000 km², pari al 7,9% del territorio nazionale. Il 28% delle frane italiane sono fenomeni a cinematiso rapido (crolli, colate rapide di fango e detrito), caratterizzati da velocità elevate, fino ad alcuni metri al secondo, e da elevata distruttività, spesso con gravi conseguenze in termini di perdita di vite umane.

REPERTORIO NAZIONALE DEGLI INTERVENTI PER LA DIFESA DEL SUOLO (RENDIS)

Il MITE (già Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare) ha attivato nel 2015 attraverso ISPRA, un sistema denominato Repertorio Nazionale degli interventi per la Difesa del Suolo (ReNDiS) sull'attuazione di Piani e programmi di interventi urgenti per la mitigazione del rischio idrogeologico finanziati dallo stesso Ministero.

Con l'obiettivo di costruire un quadro il quadro d'insieme per i diversi ambiti geografici, sistematicamente aggiornato, delle opere e delle risorse impegnate nel campo della difesa del suolo, condiviso tra tutte le Amministrazioni che operano nella pianificazione ed attuazione degli interventi, il ReNDiS si propone come uno strumento conoscitivo potenzialmente in grado di migliorare il coordinamento e, quindi, ottimizzare la gestione della spesa nazionale per la difesa del suolo, nonché di favorire la trasparenza e l'accesso dei cittadini alle informazioni.

L'interfaccia di navigazione (ReNDiS-web) consente la consultazione dei principali dati censiti secondo un quadro d'insieme e per diversi ambiti regionali e garantisce la necessaria trasparenza nella programmazione delle risorse finanziarie rese disponibili e la migliore efficacia nell'utilizzo di tali risorse rispetto agli obiettivi di protezione ed incolumità di persone e beni esposti a rischio idrogeologico.

Nel 2015 la piattaforma ReNDiS è stata integrata con un'Area istruttorie, riservata alle Regioni, dove vengono inserite le richieste di finanziamento per interventi di mitigazione del rischio idrogeologico a valere sui fondi di competenza del MITE. La procedura istruttoria, inizialmente definita dal DPCM "Criteri" del 28 maggio 2015, è stata rivista ed aggiornata dal DPCM del 27 settembre 2021. Con il DPCM 18.06.2021 l'utilizzo dell'Area istruttoria ReNDiS è stato esteso anche ai fondi per la difesa del suolo assegnati dal Dipartimento Casa Italia della Presidenza del Consiglio dei Ministri.

A partire da luglio 2022, è stata attivata un'ulteriore implementazione della piattaforma che consente la progressiva integrazione, nel data base, anche di interventi finanziati con programmi di competenza di altre amministrazioni e di visualizzarne direttamente i dati disponibili.

PROGETTO ANNALI

In virtù delle prerogative che l'ISPRA ha ereditato dal soppresso SIMN tra gli anni 2003 e 2012, l'Istituto ha portato a termine il "**Progetto Annali**", finalizzato all'informatizzazione del contenuto integrale degli Annali Idrologici storici pubblicati da tutti gli Uffici (o Compartimenti) Idrografici periferici del SIMN. Allo stato attuale è stato pubblicato l'archivio per immagini delle pagine degli Annali, disponibile sin dalla metà del 2005 sul portale dell'APAT (oggi ISPRA).

Le immagini degli Annali sono state indicizzate ed organizzate tramite un'interfaccia che ne consente la consultazione e il download. Resta irrealizzata la pubblicazione degli esiti della

digitalizzazione dei contenuti informativi e numerici degli Annali stessi, che costituiscono memoria storica del monitoraggio idrologico in Italia.

Nel frattempo, l'ISPRA, sta ultimando la digitalizzazione delle scale di deflusso che i Compartimenti Idrografici aggiornavano e pubblicavano periodicamente all'interno degli Annali, in quanto tali informazioni non erano previste tra gli output del Progetto Annali.

Sebbene alcuni uffici regionali abbiano provveduto, almeno in parte, alla digitalizzazione degli Annali per il territorio di propria competenza e alla loro pubblicazione, si tratta di attività che solo parzialmente coprono la complessa e articolata mole di informazioni che trovavano spazio negli Annali storici.

ANAGRAFE NAZIONALE DEI SISTEMI DI MONITORAGGIO IN SITU DELLE FRANE

Al fine di effettuare una ricognizione delle reti in situ attive o dismesse sul territorio nazionale, l'ISPRA nel 2021 ha ideato e implementato l'Anagrafe nazionale dei sistemi di monitoraggio.

L'anagrafe è composta dai seguenti campi: Codice del sistema di monitoraggio, Località, Soggetto gestore, Data di installazione, Data di dismissione, Attivo (Si/No), Tipo di monitoraggio (conoscitivo/allertamento), Tipo di acquisizione (manuale/in continuo/entrambi), Link pagina web monitoraggio, Note, Strumentazione di monitoraggio, ID-Frana IFFI associato/i.

L'anagrafe ad oggi è stata popolata per i sistemi di monitoraggio ubicati in Regione Piemonte, Lombardia, Liguria, Veneto, Valle d'Aosta, Friuli-Venezia Giulia, Umbria, Puglia, in Provincia Autonoma di Bolzano, per la frana di Ancona nelle Marche e per alcuni sistemi gestiti da ISPRA nelle Regioni Lazio, Molise, Basilicata e Calabria. È in corso il censimento dei sistemi di monitoraggio a cura della Regione Emilia-Romagna e Toscana.

L'anagrafe contiene complessivamente le informazioni su 1.145 sistemi di monitoraggio. Senza considerare i 360 sistemi in Emilia-Romagna, per cui è in corso il censimento delle informazioni, sono 440 (56% del totale) i sistemi attivi, 328 (42%) i sistemi dismessi e 17 (2%) quelli in corso di realizzazione in Puglia. Relativamente al tipo di monitoraggio, la gran parte dei sistemi (607 sistemi; 77%) ha finalità conoscitiva, mentre 178 sistemi (23%) sono o sono stati utilizzati anche con finalità di allertamento. L'acquisizione dei dati per 612 sistemi avviene in manuale, per 37 sistemi avviene in continuo e per 129 sistemi avviene per alcuni strumenti in manuale e per altri in continuo.

Gli strumenti più utilizzati nei sistemi di monitoraggio sono gli inclinometri e piezometri; seguono la strumentazione topografica (stazione totale o strumentazione GNSS), i fessurimetri, la strumentazione meteopluviometrica (pluviometro, termometro, nivometro), gli estensimetri e i distometri. I dati relativi ai sistemi di monitoraggio sono consultabili sulla **Piattaforma IdroGEO**. Le frane monitorate sono visualizzabili attivando il livello informativo "Frane monitorate" dall'elenco dei layer ed evidenziate in mappa mediante un'icona in corrispondenza del punto identificativo del fenomeno franoso dell'**Inventario IFFI**.

Le caratteristiche principali del sistema di monitoraggio sono consultabili nel pannello informativo a sinistra, cliccando sulla frana; il link rimanda all'eventuale pagina web di approfondimento sul sistema di monitoraggio.

ITACA

ITACA è l'archivio italiano delle forme d'onda accelerometriche, sviluppato e mantenuto nell'ambito della convenzione tra l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) e il Dipartimento della Protezione Civile (DPC). Le registrazioni sono acquisite in prevalenza dalle due reti di monitoraggio nazionali: Rete Accelerometrica Nazionale (RAN), gestita dal DPC, e Rete Sismica Nazionale (RSN), gestita dall'INGV. Contribuiscono all'archivio anche i dati di reti internazionali, regionali o temporanee, gestite da varie istituzioni pubbliche.

L'obiettivo di ITACA è quello di distribuire e rendere accessibile la più completa collezione di registrazioni accelerometriche relative ad eventi sismici medio-forti occorsi in Italia dal 1972 a diverse tipologie di utenti, quali ricercatori e studenti nel campo della sismologia applicata e dell'ingegneria sismica, ma anche liberi professionisti (in prevalenza ingegneri, geologi) e amministratori e pianificatori del territorio.

Dal 2007 viene pubblicata annualmente una versione aggiornata di ITACA sia in termini di dati ed informazioni, sia di strumenti per la visualizzazione, la selezione e l'analisi delle forme d'onda e dei loro parametri.

Attualmente ITACA contiene più di 54,900 forme d'onda accelerometriche rappresentative delle tre componenti spaziali del moto sismico generate da circa 2,270 terremoti di magnitudo superiore a 3.0 relativi al periodo 1972-2021. ITACA3.2 include più di 35,000 forme d'onda di buona qualità processate da specialisti.

DATABASE DI SINTESI NAZIONALE (DBSN)

Il DataBase geografico a copertura nazionale a scala nominale 1:10000 derivato a partire dai dati territoriali regionali disponibili, integrati e armonizzati con altre fonti di dati, in conformità al catalogo dei dati territoriali (versione 2.0) allegato al Decreto 10 novembre 2011 «Regole tecniche per la definizione delle specifiche di contenuto dei Database geotopocartografici» della Presidenza del Consiglio dei Ministri.

Attualmente è l'unico database geotopocartografico sviluppato su tutto il territorio nazionale senza soluzione di continuità normalizzato e omogeneizzato che costituisce un'importante risorsa informativa trasversale ai vari tavoli tecnici del PNRR e a tutte le istituzioni che si occupano di governo del territorio.

DATABASE GEOTOPOGRAFICO DELLA REGIONE LOMBARDIA

Tramite il Geoportale è reso disponibile anche il Database geo-topografico (DBGT) ovvero la "Base informativa territoriale" per la Pubblica Amministrazione (art 2 del DPCM 10/11/2011) per la raccolta e la gestione dei dati territoriali, recentemente messo a disposizione anche nel formato GeoPackage adatto ad utilizzo mediante sw open source.

Il Database geo-topografico rappresenta una buona base di monitoraggio della trasformazione urbanistico/territoriale se mantenuto aggiornato; è utile a tutte le politiche territoriali compresa la difesa del suolo (es. può essere impiegato per la modellistica idraulica, modellistica per la valutazione dei danni esondazione, frane valanghe, eventi sismici). Lo strumento è realizzato tramite metodo aero-fotogrammetrico mediante la stereo-restituzione da fotogrammi digitali; pertanto, poter disporre di immagini/voli con una buona frequenza è fondamentale per mantenerlo aggiornato.

Nell'ottica della valorizzazione e dell'efficienza della spesa pubblica, per la realizzazione e l'aggiornamento del DBGT si utilizzano principalmente le immagini aeree che l'Agenzia nazionale per le erogazioni in agricoltura (AGEA) produce nelle campagne triennali di telerilevamento nazionale; purtroppo la distribuzione di questi voli alle altre PA non è efficiente/celere, pertanto il DBGT non si aggiorna rapidamente; a titolo di es. RL ha in corso l'appalto per l'aggiornamento del DBGT nello stato di fatto del 2018 (ultimo volo fornito da AGEA) pur essendo già stato realizzato il volo del 2021 (non ancora fornito da AGEA).

Oltre alle basi cartografiche come il DBGT, l'infrastruttura dati territoriale mette a disposizione basi dati tematiche finalizzate alla prevenzione dei rischi naturali.

2.3.4 Modelli e applicativi idraulici, idrologici

BIGBANG

Sviluppato dall'ISPRA nell'ambito delle attività del Tavolo Idrologia, il BIGBANG (Bilancio Idrologico GIS BASED a scala Nazionale su Griglia regolare di 1 km) è una procedura automatica in ambiente GIS, per la stima delle componenti del bilancio idrologico a scala mensile e per il territorio nazionale.

Per ciascuna annualità considerata, l'ISPRA produce con il modello BIGBANG le mappe delle componenti del bilancio, ossia precipitazione totale, evapotraspirazione reale, ruscellamento superficiale, ricarica degli acquiferi e immagazzinamento di volumi idrici nel suolo e nella copertura nivale, nonché le mappe di altre di 12 variabili idrologiche di interesse per la gestione della risorsa idrica. Nell'ambito delle attività afferenti al POA-BIN è prevista l'automazione dei processi di input, calcolo e diffusione degli output del modello, che attualmente sono in gran parte realizzati in modalità manuale. Tale automazione sfrutterà le potenzialità della **piattaforma HIS Central** sia per gli input che per la diffusione degli output del modello.

Tool ANÀBASI

Nel 2013, sono state sviluppate da ISPRA le Linee guida per l'analisi e l'elaborazione statistica di base delle serie storiche di dati idrologici, contenenti uno standard metodologico per la

caratterizzazione delle serie idrologiche. Nelle Linee guida sono stati individuati e descritti un set di parametri, test e procedure statistiche al fine di uniformare, a livello nazionale, le informazioni minime necessarie per un'efficace elaborazione, una corretta interpretazione e una uniforme diffusione dei dati idrologici e dei risultati delle loro elaborazioni. La standardizzazione delle procedure di analisi ed elaborazione statistica ha come principale obiettivo la necessità di rendere i risultati delle analisi statistiche facilmente confrontabili a livello nazionale.

Più recentemente, le analisi statistiche proposte nelle suddette Linee guida sono state supportate da un tool denominato ANÁBASI–ANALisi statistica di BAse delle Serie storiche di dati Idrologici, sviluppato nel linguaggio Visual Basic for Application come macro di Microsoft Excel®. ANÁBASI non costituisce di per sé un software di statistica (di cui è ricco il panorama open source e commerciale), ma uno strumento semplice e rapido per supportare l'operatore nell'applicazione delle procedure proposte nelle Linee guida. La macro è organizzata secondo la nota struttura a "fogli" di Excel. I risultati numerici e grafici dell'elaborazione sono memorizzati e visualizzati in fogli separati per ciascuna di esse a cui si accede dalla pagina principale.

Nella versione attuale (v. 1.51 beta) sono implementate 18 analisi statistiche:

- statistiche di base;
- autocorrelazione (ACF–Autocorrelation Function);
- analisi delle componenti stagionali – destagionalizzazione;
- autocorrelazione (ACF) per serie destagionalizzate;
- test di normalità;
- test di normalità per serie destagionalizzate;
- test per il change point detection;
- test per il change point detection per serie destagionalizzate;
- test per il trend detection;
- test per il trend detection per serie destagionalizzate;
- memoria a lungo termine (parametro di Hurst);
- memoria a lungo termine (parametro di Hurst) per serie destagionalizzate;
- fitting con le distribuzioni Gamma e LogNormale a 2 parametri;
- analisi dei valori estremi mediante la distribuzione Extreme Value I (EV1 o Gumbel);
- analisi dei valori estremi mediante la distribuzione generalizzata del valore estremo (GEV);
- grafici diagnostici per analisi mediante l'approccio POT–Peaks Over Threshold;
- analisi valori estremi mediante l'approccio POT e la distribuzione di Pareto generalizzata (GP);
- Standardized Precipitation Index (SPI) o Standardized Runoff Index (SRI).

FLOOD-PROOFS - FLOOD-PROBABILISTIC OPERATIONAL FORECASTING SYSTEM

Flood-PROOFS - Flood-PRObabilistic Operational Forecasting System (Laiolo et al. 2013) è uno strumento per la previsione delle piene. Esso supporta il responsabile di sala nella fase di previsione di un evento di piena fornendo una stima della probabilità di superamento di livelli critici nelle sezioni di riferimento lungo i bacini nazionali. Il sistema utilizza le osservazioni meteorologiche disponibili e le previsioni quantitative per determinare la portata; è in grado di modellare l'effetto della neve e la presenza di infrastrutture di tipo idraulico (dighe e prese ad acqua fluente). Oltre ai dati meteorologici rilevati dalla rete di telemisura (temperatura, pioggia, radiazione solare, velocità del vento e umidità relativa), il sistema può integrare dati satellitari (MODIS a bordo dei satelliti Terra e Acqua e dai sensori a bordo del Meteosat Second Generation) per la definizione dell'estensione del manto nevoso e per la valutazione dello stato di saturazione del suolo (modalità non ancora operativa a scala nazionale). Il modello idrologico utilizzato in FloodPROOFS è Continuum (Silvestro et al., 2013; Silvestro et al. 2015). Esso è stato implementato a scala nazionale con risoluzione spaziale di 0.005 deg (circa 500 m); per motivi computazionali il territorio italiano è stato diviso in 17 domini: Po, Adige, Friuli, Romagna, Toscana, Tevere, Lazio, Liguria, Liri, Marche, Puglia, Basilicata, Calabria, Gargano, Volturno, Sardegna e Sicilia.

La corsa sull'osservato utilizza i dati meteorologici rilevati dalla rete di telemisura nazionale di temperatura dell'aria, pioggia, radiazione solare, velocità del vento e umidità relativa, come input

per la modellistica idrologica. Inoltre, le osservazioni di precipitazione della rete radar nazionale sono utilizzate in combinazione con le osservazioni pluviometriche per definire la migliore stima possibile del campo di precipitazione, l'algoritmo che combina osservazioni pluviometriche e radar è il Modified Conditional Merging – MCM (Pignone et al. 2014). Le variabili meteorologiche estratte dal database sono interpolate sulla stessa griglia su cui è implementato il modello idrologico Continuum. Le variabili meteorologiche sono estratte dal database regionale e interpolate sulla stessa griglia su cui è implementato il modello idrologico Continuum. Precipitazione, radiazione solare ad onde corte incidente e velocità del vento sono interpolate con il metodo dell'inverso del quadrato della distanza (IDW). Temperatura dell'aria e umidità relativa dell'aria sono interpolate con una regressione lineare in funzione delle quote. Le altezze di neve osservate sono interpolate con una regressione lineare multipla in funzione della quota, della pendenza e dell'aspetto dei versanti. Le principali incertezze di tale corsa sono legate ad errori osservativi (densità della rete di misura e metodi di spazializzazione), all'interpolazione delle misure e alla parametrizzazione dei modelli idrologici. I risultati delle simulazioni idrologiche sono pubblicati su Dewetra2 (menù "Previsioni-> Modelli idro -> FLOODPROOFS ITALIA DETERMINISTICO-Osservazioni"). Le sezioni di controllo, in cui è possibile visualizzare le serie modellate di portata, sono 327. Per tali sezioni, ove possibile, sono riportate anche le portate osservate. La corsa sull'osservato viene effettuata con cadenza bi-oraria. Il Manuale in italiano è disponibile al link: https://www.mydewetra.org/wiki/images/7/7c/Manuale_FloodPROOFS.pdf

TOPKAPI - TOPOGRAPHIC KINEMATIC APPROXIMATION AND INTEGRATION

TOPKAPI è un modello idrologico di tipo distribuito e fisicamente basato che rappresenta gli idrogrammi di piena a partire dall'input meteorologico e dalle caratteristiche fisiche e morfologiche del bacino idrografico.

Non è necessario descrivere in maniera accurata la geometria della sezione dell'alveo, ma è sufficiente darne una rappresentazione schematica. Il modello utilizza diverse mappe tematiche, che sono Modello Digitale del Terreno, Uso del suolo e copertura vegetale, Tipi di suolo, Coefficienti di drenaggio del suolo, Temperature medie mensili (ETP).

Il modello TOPKAPI è stato sviluppato sulla base dell'analisi critica di due modelli idrologici molto diffusi ed utilizzati: il modello ARNO ed il modello TOPMODEL.

Scopi principali del modello:

- Rispondere alla domanda di un modello idrologico fisicamente basato con una solida impostazione fisica, basata su numero limitato di parametri interpretabili fisicamente in maniera immediata.
- Essere applicabile a scale spaziali crescenti, conservando all'aumentare della scala valori fisicamente significativi dei parametri.
- Superare i tradizionali limiti dei modelli distribuiti fisicamente basati, come ad esempio la possibilità di applicazione solo a piccole scale, grande quantità di dati richiesti e lunghi tempi di calcolo.
- Essere semplice e parsimonioso nella parametrizzazione.

Il modello oltre alla simulazione della portata liquida, riesce a riprodurre la dinamica dei diversi componenti del ciclo idrologico, nonché a simulare frane, incendi e la gestione delle risorse idriche. Inoltre, essendo un modello distribuito può tenere in considerazione le caratteristiche e il comportamento dei diversi tipi di suolo, la copertura e uso del suolo, l'accumulo e lo scioglimento della neve, l'evapo-traspirazione, ecc. Di contro il modello non è semplice da parametrizzare e richiede lunghi tempi di calcolo.

Il TOPKAPI accoppia l'approccio cinematico alla topografia del bacino. Sulla base del DEM il modello suddivide il dominio di applicazione in celle quadrate la cui dimensione solitamente varia in funzione delle dimensioni complessive del bacino. Ciascuna cella rappresenta per il modello un nodo di calcolo per il bilancio della massa e del momento. Le pendenze e i percorsi della rete drenante vengono valutati dal DEM in modo che ciascuna cella del bacino sia connessa alle quattro più vicine in direzione N-S e E-W, delle quali solo una può essere la cella di uscita.

Il TOPKAPI deriva dall'ipotesi che in un punto il deflusso nella zona insatura del suolo, sulla superficie e nella rete drenante possa essere approssimato con il modello di un'onda cinematica. Le componenti principali del modello vengono schematizzate con le equazioni di tre serbatoi non

lineari zero dimensionali strutturalmente simili che derivano dalla integrazione nello spazio del modello di onda cinematica.

Il vantaggio principale di questo approccio risiede nella possibilità di derivare la struttura del modello e i parametri sulla base del DEM, di mappe del suolo e dell'uso del suolo nonché nella sua capacità di essere applicata a scale spaziali crescenti senza perdere l'interpretazione fisica del modello e dei suoi parametri.

Le componenti principali del modello sono:

- Evapo-traspirazione
- Infiltrazione
- Percolazione
- Accumulo scioglimento della neve
- Deflusso di superficie
- Deflusso ipodermico
- Trasferimento nella rete drenante

Le principali ipotesi del modello sono:

- L'intensità di precipitazione è costante sul dominio di integrazione (singola cella).
- L'intera quantità di precipitazione che cade al suolo su una cella si infiltra, a meno che il suolo della cella non sia già saturo (Dunne Mechanism, saturazione dal basso).
- L'inclinazione della superficie piezometrica è assunta coincidente alla pendenza del piano di campagna (ipotesi fondamentale per l'approssimazione cinematica delle equazioni di De Saint Venant).
- La conducibilità idraulica a saturazione è costante con la profondità in uno strato superficiale di terreno ed ha valori maggiori di quelli presenti negli strati più profondi del suolo.
- La trasmissività idraulica è espressa in funzione del contenuto medio d'acqua nel suolo vale a dire dall'integrale del profilo del contenuto d'acqua lungo la direzione verticale.

All'interno del modello TOPKAPI è possibile utilizzare il metodo di propagazione Muskingum-Cunge (modificato) come alternativa al serbatoio non-lineare per i canali con pendenza minore di 0,001.

Nel modello TOPKAPI si tiene conto del fenomeno dell'evapo-traspirazione come perdita d'acqua, sottratta al bilancio idrico del suolo. L'evapo-traspirazione potenziale viene calcolata sulla base di un'equazione semplificata nota con il nome di metodo della radiazione. Essa trae origine dall'equazione di Penman-Monteith con l'introduzione di alcune semplificazioni che consistono essenzialmente nel trascurare gli effetti della tensione di vapore e della velocità del vento.

Il modello TOPKAPI stima per ogni cella di calcolo la formazione e lo scioglimento della neve utilizzando un algoritmo che si basa sul bilancio energetico in termini di calorie a livello del manto nevoso e sul bilancio di massa del manto nevoso stesso.

Il tasso di percolazione dallo strato superficiale di suolo aumenta in funzione del contenuto d'acqua nel suolo secondo una legge determinata sperimentalmente (Clapp and Hornberger, 1978; Liu et al., 2005).

Il modello può essere utilizzato per la valutazione degli impatti del cambiamento climatico e dell'uso del suolo, per l'analisi degli eventi estremi, data la possibilità della sua applicazione ai bacini non strumentati e infine come promettente strumento per la General Circulation Models (GCMs).

HEC-HMS - HYDROLOGIC ENGINEERING CENTER'S HYDROLOGIC MODELING SYSTEM

I modelli idrologici sono rappresentazioni concettuali e semplificate di una parte del ciclo idrologico e vengono utilizzati prevalentemente per eseguire previsioni di fenomeni di piena e per comprendere i processi idrologici.

Tali modelli possono essere suddivisi in due tipologie:

- i modelli basati sui dati (conosciuti anche come modelli idrologici stocastici), cioè sistemi modellati come una scatola nera, che utilizzano concetti matematici e statistici per stabilire delle relazioni tra ingressi (per esempio la pioggia) e uscite (per esempio le acque superficiali);

- i modelli basati sulle descrizioni del processo, in cui si tenta di rappresentare matematicamente il modello fisico osservato nel mondo reale. Tipicamente si rappresentano il ruscellamento superficiale, il flusso sotterraneo, l'evapotraspirazione e il flusso nei canali. Si parla, in questo caso, di modelli idrologici deterministici.

I programmi di simulazione idrologica utilizzati per l'analisi di un bacino idrografico consentono di determinare l'idrogramma di piena che si instaura in una determinata sezione della rete idrografica superficiale a partire dalle caratteristiche fisiche e morfologiche del bacino stesso e dal particolare evento pluviometrico considerato.

Questi modelli sono suddivisi in moduli che consentono di eseguire i diversi passaggi procedurali necessari alla determinazione degli idrogrammi di piena alle sezioni di interesse.

Nel caso di un modello deterministico di trasformazione afflussi/deflussi, ad esempio, questi moduli seguono tipicamente i seguenti passaggi:

- definizione dei componenti fisici del sistema idrografico;
- individuazione delle metodologie di calcolo da utilizzare;
- analisi meteorologica e individuazione degli eventi pluviometrici di riferimento;
- calcolo delle perdite del bacino;
- esecuzione della trasformazione afflussi-deflussi;
- calcolo della propagazione dei deflussi lungo il reticolo idrografico;
- taratura dei parametri idrologici.

In tal modo, a partire dalle grandezze fisiche e di uso del suolo del bacino considerato, si ottiene la risposta dello stesso, in termini di idrogrammi di portata, alle sollecitazioni pluviometriche imposte.

Le analisi idrologiche di tipo afflussi-deflussi consentono di prevedere le caratteristiche dei deflussi superficiali e sub-superficiali a partire dalle caratteristiche del bacino in esame (sia idrografico che urbano) e delle precipitazioni di riferimento.

L'obiettivo principale di tale analisi è quello di determinare i valori di portata e la rispettiva forma degli idrogrammi originati da eventi pluviometrici sia effettivamente verificatesi, sia di progetto, il più delle volte associati a una probabilità di accadimento espressa in termini di tempo di ritorno.

Tra i più diffusi codici di calcolo in grado di descrivere questo processo vi sono due programmi distribuiti da enti governativi statunitensi, rispettivamente lo Storm Water Management Model (SWMM) del U.S Environmental Protection Agency e l'Hydrologic Modeling System (HEC-HMS) dell'USACE. Il codice HMS ben si presta all'analisi idrologica dei bacini idrografici e per lo studio del trasferimento dell'onda di piena all'interno dei rispettivi rami dei corsi d'acqua.

Il modello HEC-HMS, Hydrologic Modelling System descrive quantitativamente la trasformazione delle piogge in deflussi sulla superficie di un bacino imbrifero e in correnti idriche che confluiscono e si propagano lungo i suoi collettori drenanti.

Il codice HEC-HMS è stato messo a punto dall'Hydrologic Engineering Center dell'USACE, funzionale in questo caso all'esecuzione di modellazioni idrologiche sia di bacini idrografici che in ambito urbano.

Il modello consente di simulare processi di trasformazione afflussi-deflussi in sistemi idrografici a struttura ramificata ed è applicabile a bacini di ogni dimensione, forma e caratteristiche morfologiche e di uso del suolo. Gli idrogrammi di portata risultanti dalle simulazioni idrografiche sono utilizzabili sia direttamente che tramite elaborazioni attraverso altri codici di calcolo (ad esempio HEC-RAS) a supporto di una grande varietà di studi che comprende l'analisi stagionale della disponibilità della risorsa idrica (ad esempio per fini irrigui), lo studio di opere di drenaggio urbano, lo studio dell'impatto della modifica dell'uso del suolo (ad esempio nel caso di realizzazione di nuove urbanizzazioni), la previsione di eventi di piena e la messa a punto di interventi di riduzione del rischio idraulico.

L'attuale versione del modello è il risultato di oltre trent'anni di evoluzione di diversi software idrologici come:

- HEC-ResSim: deriva da HEC-5 e serve per modellare il funzionamento di un sistema composto da più serbatoi, simulando varie manovre con differenti condizioni al contorno;

- HEC-ResPRM: (Prescriptive Reservoir Model) è un pacchetto software sviluppato per assistere i progettisti, gli operatori e i responsabili nella pianificazione e ottimizzazione delle operazioni di un sistema di serbatoi;
- HEC-ResPRM utilizza un processo di ottimizzazione di gestione della rete per suggerire il miglior funzionamento;
- HEC-FDA: utilizza le elaborazioni fatte in HEC-RAS e i dati relativi agli elementi vulnerabili per valutare l'entità dei danni previsti in funzione dei diversi tempi di ritorno;
- HEC-SSP: (Statistical Software Package) un nuovo modello HEC appositamente concepito per svolgere elaborazioni statistiche;
- HEC-RPT: (Regime Prescription Tool), modello di visualizzazione e condivisioni dati idro-meteorologici in tempo reale.

Il codice supporta diverse tipologie di modelli di formazione dei deflussi di piena e permette di combinare tra di loro più sotto-modelli per formare un modello composito. Il modello è caratterizzato da un ambiente di lavoro completamente integrato che include un database, un modulo per l'inserimento dei dati, un motore di calcolo e strumenti per la visualizzazione dei risultati.

I diversi moduli del modello consentono di modellare un sistema idrografico e ricavare gli idrogrammi di piena alle sezioni di interesse attraverso una serie di passaggi procedurali schematizzabili come segue e descritti di seguito:

- definizione dei componenti del sistema idrografico;
- individuazione della metodologia di stima delle perdite di bacino;
- impostazione della trasformazione afflussi-deflussi;
- definizione dei parametri di propagazione dei deflussi;
- analisi meteorologica;
- trasformazione afflussi-deflussi;
- taratura dei parametri idrologici.

La rappresentazione fisica del sistema idrografico avviene attraverso il modello BASIN MODEL. Tramite il quale gli elementi idrologici inseriti vanno connessi in un reticolo ad albero sul quale eseguire le simulazioni idrologiche. Gli elementi disponibili per la schematizzazione del sistema idrografico sono sottobacini, rami di corsi d'acqua, bacini di invaso, confluenze, diversivi, sorgenti e pozzi.

La computazione numerica procede in maniera unidirezionale partendo dagli elementi di monte e calcolando la propagazione degli idrogrammi verso gli elementi di valle. Questa struttura di calcolo consente quindi di quantificare la propagazione degli idrogrammi di portata ma non di stimare i profili di riflusso all'interno del reticolo idrografico. Per quest'ultima operazione è necessario completare la modellazione idrologica mediante simulazioni idrodinamiche.

Per la stima dei processi di perdita per infiltrazione sono disponibili dieci diversi metodi, oltre a sette per la stima del processo di formazione dei deflussi superficiali e cinque per la quantificazione dei deflussi sub-superficiali. Inoltre, il modello mette a disposizione sei metodi per il calcolo del processo di trasferimento degli idrogrammi all'interno dei diversi rami del reticolo idrico superficiale, oltre a procedure di calcolo specifiche per elementi quali bacini di invasi naturali (laghi, depressioni) o artificiali.

L'analisi meteorologica permette di definire le metodologie di simulazione e stima delle precipitazioni meteoriche (mediante sette metodi, tra cui l'inserimento manuale da parte dell'utente degli idrogrammi di pioggia discretizzati), dei processi di evapotraspirazione e di scioglimento del manto nevoso. La simulazione idrologica è generata specificando i parametri temporali, combinando la schematizzazione fisica del bacino idrografico con uno specifico evento meteorico.

La maggior parte dei parametri idrologici che descrivono i sottobacini o i rami dei corsi d'acqua possono essere stimati automaticamente utilizzando le funzioni di taratura, o optimization trials. Per poter effettuare la taratura automatica è necessario che sia disponibile almeno un idrogramma di piena rilevato in un punto del reticolo idrografico, posizionato alla sezione di chiusura, ricostruito o rilevato in occasione di un evento pluviometrico anch'esso noto. La stima viene effettuata per gli elementi posti a monte della sezione in cui è noto l'idrogramma, impostando una tra le sei differenti

funzioni obiettivo per la misura del grado di adattamento tra l'idrogramma simulato e quello reale e selezionando uno dei due metodi di stima per la minimizzazione della funzione obiettivo scelta.

La versatilità e la velocità del modello di calcolo consentono di rappresentare sistemi idrografici composti da centinaia di elementi idrologici. Le potenzialità di utilizzo del software vengono ulteriormente estese dalla possibilità di combinare l'analisi idrologica con un sistema informativo geografico (GIS) da cui rilevare automaticamente le caratteristiche morfologiche e i parametri idrologici che descrivono bacini e sottobacini idrografici e il relativo reticolo idrico. Tale possibilità è offerta da un apposito applicativo GIS denominato Geospatial Hydrologic Modelling Extension (HEC-GeoHMS).

Definizione dei componenti del sistema idrografico

La rappresentazione fisica di uno spartiacque è compiuta dal componente BASIN MODEL. Gli elementi idrologici sono collegati in una rete dendritica per simulare processi di deflusso. Gli elementi disponibili sono:

- SUBBASIN (sottobacino)
- JUNCTION (confluenza)
- REACH (tratto di corso d'acqua)
- RESERVOIR (bacino di invaso o serbatoio)
- DIVERSION (scolmatore o diversivo)
- SOURCE (sorgente)
- SINK (pozzo)

Individuazione della metodologia di stima delle perdite di bacino

Il modello consente di stimare le perdite per infiltrazione attraverso l'applicazione di diverse metodologie, tra cui il metodo Initial Constant, il metodo Curve Number del Soil Conservation Service, il metodo di Green-Ampt o l'utilizzo di una griglia regolare. Il modello consente anche l'utilizzo del metodo SMA di calcolo delle perdite idrologiche ai fini di una rappresentazione dell'umidità del suolo, utile nel caso in cui si devono simulare fenomeni di infiltrazione alle diverse profondità e le perdite per evapotraspirazione.

Impostazione della trasformazione afflussi-deflussi

Per ciascun bacino o sottobacino considerato va impostato il metodo di calcolo per la trasformazione degli afflussi pluviometrici in deflussi, definendone i parametri caratteristici. Tra i metodi disponibili vi sono quelli basati sulla teoria dell'idrogramma unitario (di Snyder, del Soil Conservation Service, di Clark), oppure che fanno riferimento a deflussi superficiali. È inoltre possibile applicare il metodo cinematico che prevede la definizione di piani su cui scorre il flusso superficiale (Ferro 2002; Murachelli e Riboni 2010).

Definizione dei parametri di propagazione dei deflussi

Una volta determinate le caratteristiche del processo di formazione dei deflussi per ciascun sottobacino, vanno specificati i parametri che regolano la propagazione dei deflussi a pelo libero scegliendo uno dei modelli disponibili.

Il calcolo dell'idrogramma di piena in ogni sezione di interesse è stato effettuato utilizzando il modulo Transform Method del modello HEC-HMS. Il calcolo dell'onda di piena risultante nella sezione di chiusura del bacino principale è stato effettuato utilizzando il modulo Routing Method Lag di HEC-HMS. In questo caso l'unico dato di input è costituito dal tempo di ritardo (Time lag), variabile in funzione delle caratteristiche del corso d'acqua (lunghezza, pendenza, scabrezza) e della corrente. Il Time lag per ciascun sottobacino è stato effettuato con Mockus in funzione della pendenza media del singolo sottobacino e della lunghezza dell'asta principale prolungata fino alla displuviale.

Analisi meteorologica

L'analisi meteorologica dei dati viene effettuata tramite il componente METEOROLOGICAL MODEL che definisce sia i dati di pioggia di riferimento che quelli relativi al processo di evapotraspirazione. Tutte queste componenti sono richieste per le simulazioni. Le simulazioni di

eventi semplici richiedono solo le precipitazioni, mentre la simulazione continua richiede l'evapotraspirazione.

Per quanto riguarda i dati di pioggia, è possibile inserire sia eventi registrati che ietogrammi sintetici. Possono essere utilizzati ietogrammi definiti direttamente dall'utente (USER-SPECIFIED HYETOGRAPH) oppure estrapolati dalle serie riferite a diversi pluviografi, assegnando opportuni coefficienti di peso (GAGE WEIGHTS) o tramite l'analisi della distribuzione spaziale di dati rilevati da radar (GRIDDED PRECIPITATION). Il calcolo delle perdite per evapotraspirazione, effettuato mensilmente, risulta rilevante solo per simulazioni di processi idrologici di durata considerevole. Per i tempi di formazione dell'onda di piena in un corso d'acqua i tempi sono di solito dell'ordine di ore, quindi il contributo dell'evapotraspirazione risulta trascurabile. Nel caso di eventi per i quali siano disponibili dati sufficienti per la taratura, il contributo dell'evapotraspirazione viene generalmente assorbito e aggiustato dai diversi coefficienti caratteristici durante il processo di taratura.

La selezione di metodi di bilancio energetico per evapotraspirazione o scioglimento della neve richiede anche metodi di radiazioni. Inoltre, sono inclusi quattro diversi metodi per l'analisi storica delle precipitazioni. Questi metodi si occupano della simulazione di precipitazioni utilizzando i dati statistici e riescono a riprodurre tempeste con una specifica probabilità di superamento. Fonti di supporto dati statistici includono 40 Carte Tecniche (National Weather Service, 1961) e NOAA Atlas 2 (National Weather Service 1973). Il metodo di progetto tempesta attua il regolamento per le precipitazioni nella stima del diluvio standard di progetto (Corps of Engineers, 1952).

HEC-RAS - HYDROLOGIC ENGINEERING CENTER--RIVER ANALYSIS SYSTEM

Il codice di calcolo HEC-RAS è un programma sviluppato dal Corpo degli ingegneri dell'esercito U.S.A. presso l'Hydrologic Engineering Centre (HEC) utilizzato per la modellazione mono e bidimensionale di reti di canali naturali e artificiali, River Analysis System (RAS)

Il software HEC RAS permette di:

- Effettuare simulazioni in condizioni stazionarie (steady flow) in corrente lenta, veloce o mista, calcolando i corrispettivi profili di corrente
- Effettuare simulazioni in condizioni non stazionarie (unsteady flow)
- Effettuare simulazioni per la classificazione e quantificazione di processi di idrodinamica del trasporto solido relativi a fenomeni di erosione o deposizione generalizzata e/o localizzata

Dalla versione HEC RAS 5.0.0. è possibile effettuare simulazioni idrauliche bidimensionali all'interno dell'analisi in moto vario => modelli monodimensionali e bidimensionali in moto vario, sia modelli monodimensionali integrati con modelli 2D nelle aree inondabili. Dalla versione HEC RAS 5.0.0. è possibile effettuare simulazioni idrauliche bidimensionali all'interno dell'analisi in moto vario => modelli monodimensionali e bidimensionali in moto vario, sia modelli monodimensionali integrati con modelli 2D nelle aree inondabili.

Gli schemi di moto (riferimento spaziale) che possono essere utilizzati sono:

- Moto monodimensionale: deflusso secondo una direzione prevalente
- Moto bidimensionale: deflusso senza una direzione prevalente
- Moto quasi bidimensionale: deflusso secondo una direzione prevalente con fuoriuscita in zone di accumulo

Il regime di moto (riferimento temporale) che possono essere utilizzati sono:

- Moto uniforme: alveo cilindrico e portata costante
- Moto permanente: sezione gradualmente variata e portata costante nel tempo
- Moto vario: sezione gradualmente variata e portata variabile

Devono inoltre essere fissate la Scabrezza dell'alveo, che dipende dal materiale di rivestimento e dallo stato di manutenzione, le condizioni al contorno (monte e valle), le condizioni iniziali, ovvero la portata defluisce tutta a partire dal tempo $t = 0$ se moto permanente, oppure le portate in caso di moto vario.

La procedura di calcolo di HEC-RAS si basa sulla soluzione delle equazioni dell'energia secondo lo schema monodimensionale, andando ad analizzare solamente la componente della velocità diretta secondo la direzione prevalente del moto (longitudinale).

Il calcolo dei profili di corrente viene effettuato all'interno del software attraverso la risoluzione dell'equazione dell'energia tra due sezioni consecutive, mediante un processo iterativo (standard step method).

HEC-RAS consente il calcolo del profilo del pelo libero nel caso di moto stazionario (STEADY FLOW) e non stazionario (UNSTEADY FLOW)

Il modello di calcolo viene applicato ad un PROJECT, costituito da tutto l'insieme di dati che caratterizzano un sistema idrografico:

- PLAN DATA: composto da uno specifico gruppo di "geometric" e "flow" data
- GEOMETRIC DATA
- STEADY FLOW DATA
- UNSTEADY FLOW DATA

Il programma dispone di una Graphical User Interface (GUI) che permette la gestione di tutte le fasi della modellazione: la descrizione geometrica del sistema, la definizione delle variabili idrauliche (e.g. condizioni al contorno, portate, etc.) e la visualizzazione grafica e tabulare dei risultati. Tutti i dati possono essere importati ed esportati nei più comuni formati di interscambio favorendo pertanto l'interoperabilità con i sistemi di gestione delle informazioni territoriali. Inoltre, il sistema HEC-RAS è predisposto per potersi interfacciare con altri software sviluppati dal medesimo Ente. Si citano ad esempio HEC-GeoRAS, plugin per ArcGis per la gestione dei dati topografici e di allagamento, e HEC-HMS per la modellistica idrologica.

La preparazione e lo sviluppo di un modello prevede la definizione in fase iniziale di un progetto a cui fanno riferimento tutti i file di input e output. Considerando la modellazione idraulica monodimensionale di correnti permanenti, gli altri file che si renderanno necessari sono:

1. File dei dati geometrici;
2. File dei dati di moto permanente;
3. File della singola simulazione.

In particolare, la geometria del sistema in analisi viene descritta tramite la combinazione del tracciato planimetrico e la definizione delle sezioni trasversali del corso d'acqua. La descrizione di questi elementi è basata sui dati topografici misurati tramite battitura di sezioni oppure attraverso procedure automatiche in ambiente GIS che operano su modelli digitali di elevazione del terreno.

La simulazione dei profili di moto permanente per una corrente monodimensionale prevede la definizione di alcuni elementi fondamentali quali la portata fluente nell'alveo e le condizioni al contorno. La portata deve essere immessa nella sezione di monte, non sono ammesse zone a portata nulla ed il valore imposto a monte può essere variato (aumentato o ridotto) nelle sezioni di valle. Il codice permette di valutare contemporaneamente più combinazioni di portata e condizioni al contorno agendo sul numero di profili. Le condizioni al contorno sono un elemento cruciale nella soluzione dei profili poiché da esse dipende la soluzione. È possibile definire sia a monte che a valle le seguenti condizioni al contorno:

1. Quota nota della superficie libera;
2. Profondità critica (che viene poi calcolata autonomamente dal solutore);
3. Altezza di moto uniforme (definita per mezzo della pendenza media del fondo);
4. Scala delle portate.

Poiché è possibile calcolare contemporaneamente i profili di moto permanente per diversi valori di portata, le condizioni al contorno possono essere definite per ciascuno di essi oppure ritenute invarianti rispetto ad essi.

La visualizzazione dei risultati può essere effettuata in termini sia grafici sia tabulari relativamente all'intero profilo o con dettaglio della singola sezione o struttura. In entrambi i casi è possibile personalizzare la visualizzazione e le informazioni contenute in essa.

HEC-RAS permette la modellazione di strutture trasversali al corso d'acqua (e.g. soglie di fondo, paratoie, stramazzi, ponti) che inducono variazioni anche brusche della forma della corrente e le cui leggi d'efflusso sono basate sulle relazioni della foronomia. La descrizione geometrica delle strutture trasversali, definite Inline structures nel programma, segue due passi fondamentali:

1. Definizione di quattro sezioni trasversali al corso d'acqua che ne descrivano la geometria in punti identificati nei pressi della struttura.

2. Descrizione della geometria della struttura e definizione dei parametri fondamentali (e.g., coefficienti d'efflusso). Il codice permette di modellare vari tipi di paratoia con leggi d'efflusso di letteratura o, in alternativa, l'inserimento di una struttura con scala di deflusso nota.

Deve essere tenuto in considerazione che il modello HEC-RAS è adatto a rappresentare soltanto fenomeni essenzialmente monodimensionali e in flusso permanente (condizione di moto stazionario); vale infatti l'ipotesi di corrente lineare, gradualmente o bruscamente variata. Inoltre, poiché gli eventi di piena prevedono lo studio della propagazione della sua onda, è necessario utilizzare il codice in modalità non stazionaria. Le esondazioni richiedono la conoscenza dei volumi esondabili e pertanto bisogna ricorrere ad una rappresentazione bidimensionale in regime di moto vario del fenomeno.

MIKE 11 HD

Il modello MIKE 11 è stato realizzato dal DHI (Danish Hydraulic Institute) a partire dal modello SYSTEM 11 che dal 1972, anno della sua messa a punto, ad oggi, è stato usato in un grande numero di applicazioni in tutto il mondo con ottimi risultati e riconoscimenti.

MIKE 11 è un modello generale per la simulazione del flusso idrico a pelo libero in estuari, fiumi, sistemi di irrigazione e simili corpi idrici. MIKE 11 simula il flusso monodimensionale, stazionario e non, di fluidi verticalmente omogenei in qualsiasi sistema di canali o aste fluviali. E' possibile tenere conto di:

- portate laterali;
- condizioni di corrente veloce o lenta;
- flusso libero o rigurgitato in corrispondenza di sfioratori;
- differenti regole operative di funzionamento di serbatoi o invasi;
- resistenze localizzate e perdite di carico concentrate;
- casse d'espansione;
- condizioni di flusso bidimensionale sulle pianure alluvionali;
- azione del vento;
- nodi idraulici (biforcazioni e convergenti).

L'adozione del modello di simulazione DHI\MIKE 11 consente la soluzione del problema idrodinamico di moto vario con uno schema di soluzione numerica molto efficiente che limita i tempi di calcolo consentendo una adeguata rappresentazione dell'evolversi temporale dei transitori idraulici legati al passaggio dell'onda di piena.

Descrizione delle condizioni di moto simulate

Il modello consente di attivare tre diverse descrizioni del moto, mediante tre differenti formulazioni matematiche:

Approccio dell'"onda cinematica". Le condizioni di moto sono calcolate imponendo il bilancio tra le forze di gravità e di attrito. Questa semplificazione non permette di simulare gli effetti di rigurgito.

Approccio dell'"onda diffusiva". Oltre alle forze di gravità ed attrito viene tenuto conto del gradiente idrostatico in modo tale da poter valutare anche gli effetti a monte delle condizioni al contorno di valle, cioè simulare i fenomeni di rigurgito.

Approccio dell'"onda dinamica". Utilizzando le equazioni complete del moto, comprese le forze di accelerazione, è possibile simulare con questa formulazione transitori veloci, flussi di marea ecc.

In funzione del tipo di problema da risolvere è possibile scegliere la descrizione del moto più appropriata. Ognuna delle tre formulazioni consente di simulare sia sistemi idrici ramificati sia reti idrauliche con maglie chiuse.

Equazioni generali di de saint venant

MIKE 11 mediante il terzo tipo di formulazione risolve le equazioni di conservazione del volume e della quantità di moto (equazioni di De Saint Venant) che sono derivate sulla base delle seguenti assunzioni:

- a) Il fluido (acqua) è incomprimibile ed omogeneo, cioè senza significativa variazione di densità.
- b) La pendenza del fondo è piccola.

- c) Le lunghezze d'onda sono grandi se paragonate all'altezza d'acqua, in modo da poter considerare in ogni punto parallela al fondo la direzione della corrente: è cioè trascurabile la componente verticale dell'accelerazione e su ogni sezione trasversale alla corrente si può assumere una variazione idrostatica della pressione.

I tipi di strutture simulate dal modello sono le seguenti.

Tipo 1. Stramazzo a larga soglia. Il modello automaticamente determina le caratteristiche di funzionamento standard dello stramazzo sulla base della geometria e dei coefficienti di perdita di carico specificati dall'utente. Viene assunta una distribuzione idrostatica delle pressioni sulla soglia e vengono utilizzati diversi algoritmi per la simulazione del deflusso libero e di quello rigurgitato.

Tipo 2. Relazione Q-h. Nel caso in cui le condizioni standard di funzionamento (tipo 1) dello stramazzo non risultino adeguate (ad esempio quando è evidente una significativa curvatura delle linee di corrente) è possibile specificare le relazioni Q-h (portate-livelli) valide per la data struttura. La relazione Q-h viene utilizzata per il deflusso libero in condizioni critiche, mentre per il deflusso rigurgitato (o sommerso) vengono utilizzati gli stessi algoritmi della struttura "tipo 1".

Tipo 3. Tombino. Un tombino può essere descritto mediante diversi algoritmi validi per condizioni di deflusso critico, rigurgitato o a "tubo pieno". il funzionamento a "tubo pieno" è a sua volta suddiviso in deflusso libero a valle, flusso rigurgitato e flusso sommerso. Deve essere inserita una relazione Q-h che contempli tutti i casi di deflusso critico allo sbocco del tombino. La portata critica è determinata da una formulazione di stramazzo a larga soglia quando l'imbocco è libero e da una formulazione di luce sotto battente quando l'imbocco è sommerso.

Tipo 4. Relazione Q-t. E' possibile inserire una qualsiasi relazione Q-t esterna per descrivere ad esempio il deflusso da una diga o un pompaggio. Questa relazione sostituisce localmente l'equazione di conservazione della quantità di moto.

Tipo 5. Relazione $Q = A(Zj1) \cdot Zj2$. Il deflusso nell'ambito di una struttura può essere posto in relazione, in modo dinamico, a due qualsiasi variabili indipendenti del sistema consentendo di simulare regole operative particolari. Il deflusso da un invaso può per esempio essere correlato alla portata in ingresso e al livello nell'invaso (o al livello a valle di esso).

Tipo 6. Strutture mobili. E' possibile simulare la presenza di strutture mobili con condizioni di deflusso di tipo sfioro o luce sotto battente. Viene assegnata la geometria fissa della struttura (larghezza, quota del fondo per sistemi a sfioro tipo ventola, quota del livello massimo della paratoia per sistemi con luce sotto battente) ed una regola operativa che determina la quota della parte mobile della struttura in funzione di una delle seguenti condizioni idrodinamiche calcolate dal modello: un livello, una differenza di livelli, una portata, una differenza di portate, il tempo. Il modulo simula dinamicamente la variazione della geometria della struttura ed il flusso che ne consegue.

Resistenza d'attrito

MIKE 11 consente di utilizzare due diverse formulazioni della resistenza d'attrito: l'espressione di Chezy e quella di Strickler.

Condizioni iniziali

Le condizioni iniziali possono essere specificate dall'utente oppure essere calcolate automaticamente. Nel secondo caso viene usata la formula di Chezy per determinare i livelli idrici e le portate da considerare all'inizio della simulazione su tutta la rete o schema idraulico. In alternativa a queste due opzioni è possibile anche assumere come condizioni iniziali i risultati di una precedente simulazione effettuata sullo stesso schema idraulico.

Metodo di soluzione

La soluzione del sistema di equazioni è indipendente dall'approccio modellistico seguito (cinematico, diffusivo, dinamico). Le equazioni generali di De Saint Venant sono trasformate in un sistema di equazioni implicite alle differenze finite secondo una griglia di calcolo con punti Q e h alternati tra loro, nei quali la portata Q e il livello idrico h, rispettivamente, sono determinati ad ogni passo temporale (schema di Abbott a 6 punti).

MIKE11 NAM

MIKE11 NAM è un modello di trasformazione afflussi-deflussi che fa parte del modulo MIKE 11 sviluppato dal Danish Hydraulic Institute (DHI), Danimarca. Il software MIKE 11 può simulare

portate, qualità dell'acqua e trasporto dei sedimenti nei fiumi, nei canali di irrigazione e in altri corpi idrici.

Il NAM (Nedbor Afstromnings Model) è un modello di trasformazione afflussi-deflussi deterministico, a parametri concentrati e concettuale che simula in continuo il deflusso superficiale, il deflusso di base e quello intermedio al variare dell'umidità del suolo (DHI 2003).

Il modello considera ogni sottobacino come un'unità, quindi i parametri e le variabili sono rappresentativi dei valori medi per l'intero sottobacino. Il modello restituisce quindi una serie temporale continua del deflusso simulato per il bacino durante il periodo di modellazione. Pertanto, il modello MIKE11 NAM simula sia la portata di picco che il deflusso di base tenendo conto della condizione di umidità del suolo antecedente l'evento di deflusso modellato.

Nel modello NAM devono essere descritti 9 parametri relative al contenuto idrico in corrispondenza della superficiale del suolo, della zona dell'apparato radicale e della zona relativa alla falda.

I dati di input di base necessari per la calibrazione del modello sono dati meteorologici e dati di portata, oltre alla definizione dei parametri principali del bacino e alla definizione delle condizioni iniziali. I dati meteorologici sono costituiti dalle serie temporali delle precipitazioni, della evapotraspirazione potenziale e di temperatura. Con questi input, il modello simula una serie temporale del deflusso superficiale del bacino idrografico, dei contributi del flusso sotterraneo al canale e informazioni relativi ad altre componenti del ciclo idrologico, come il contenuto di umidità del suolo e la ricarica delle falde.

MODELLO SACRAMENTO - SRG

Il modello Sacramento è un modello di bilancio idrologico del bacino che mette in relazione il deflusso con le precipitazioni giornaliere. Il modello contiene cinque componenti e ha sedici parametri.

Il modello opera ad una scala di unità funzionale e a scala giornaliera.

È stato sviluppato dal Centre for Catchment Hydrology. Il modello Sacramento è stato originariamente sviluppato per il Servizio meteorologico nazionale degli Stati Uniti e lo Stato della California, Dipartimento delle risorse idriche da Burnash et al (1973).

Il modello Sacramento è stato ampiamente applicato negli Stati Uniti dal National Weather Service. In Australia, il Sacramento Model è stato scelto per gli studi sulle risorse idriche che hanno applicato l'IQGM ed è stato quindi ampiamente applicato nel Queensland e nel New South Wales. Ci sono state applicazioni in altri stati australiani, anche se queste sono state meno numerose.

Sacramento è un modello di trasformazione afflussi-deflussi che opera in continuo a scala giornaliera, simulando il deflusso a partire dalle precipitazioni giornaliere e dai dati di evapotraspirazione potenziale. Utilizza l'umidità del suolo per simulare il bilancio idrologico all'interno del bacino a scala dell'unità funzionale). Per ogni step temporale il modello calcola 1. la riduzione dell'umidità del suolo a causa della evapotraspirazione e la sua redistribuzione; l'aumento dell'umidità del suolo a causa della precipitazioni e della percolazione e generazione del deflusso. Il modello Sacramento divide il bacino in aree impermeabili e permeabili. L'area impermeabile è la parte del bacino che è coperta da laghi, fiumi, marciapiedi e altre superfici impermeabili che sono direttamente collegate alla rete dei corsi d'acqua. L'area impermeabile produce deflusso per qualsiasi pioggia mentre l'area permeabile produce deflusso solo quando la pioggia è sufficientemente intensa. Il modello Sacramento consente inoltre all'utente di specificare un'area impermeabile variabile, che è una porzione del bacino che può diventare impermeabile quando il bacino è vicino alla saturazione.

SOBEK SUITE

SOBEK è suite di modelli per la previsione delle inondazioni, l'ottimizzazione dei sistemi di drenaggio, la gestione dei sistemi di irrigazione, la progettazione degli scarichi di troppo pieno delle fognature, la morfologia dei fiumi, l'intrusione salina e la qualità delle acque superficiali. La suite è stata sviluppata da Deltares, un istituto indipendente per la ricerca applicata nel campo dell'acqua, del sottosuolo e delle infrastrutture. I moduli all'interno della SOBEK suite simulano influssi

complessi e i processi relativi all'acqua in quasi tutti i sistemi. I moduli rappresentano fenomeni e processi fisici in modo accurato in sistemi che possono essere considerati monodimensionali (1D) e bidimensionali (2D). È lo strumento utile per la gestione ottimale delle risorse idriche.

SOBEK suite è stato sviluppato in collaborazione con istituti pubblici olandesi e organizzazioni governative, istituti di ricerca, università e consulenti privati di tutto il mondo. Anche se i diversi moduli sono stati ampiamente testati, la suite richiede altrettante validazioni.

RIBASIM - RIVER BASIN SIMULATION

RIBASIM è un pacchetto software generico per la simulazione della risposta idrologica di bacini fluviali in varie condizioni. RIBASIM è in fase di sviluppo presso Deltares, un istituto indipendente per la ricerca applicata nel campo dell'acqua, del sottosuolo e delle infrastrutture.

RIBASIM è progettato per qualsiasi analisi che richieda la simulazione del bilancio idrico di un bacino. Il bilancio idrico simula la quantità di acqua disponibile e il deflusso in ogni punto e in qualsiasi momento nel bacino idrografico. RIBASIM consente di simulare il bilancio nel grado di dettaglio richiesto, tenendo conto del drenaggio agricolo, degli scarichi industriali e del riutilizzo dell'acqua a valle. Il modello fornisce anche numerosi parametri per la valutazione del modello nelle diverse situazioni simulate.

Un approccio integrato al sistema idrico è la base per una gestione ambientale sostenibile a lungo termine. La pianificazione multisettoriale per gestire le risorse idriche carenti a livello di bacino fluviale è sempre più necessaria nel settore idrico, poiché gli utenti dell'acqua e le agenzie governative diventano più consapevoli dei compromessi necessari che devono esserci tra quantità, qualità, costi e affidabilità delle risorse. Il pacchetto modello RIBASIM (River BASin SIMulation) fornisce uno strumento efficace per supportare il processo di pianificazione e gestione delle risorse. Fin dai primi sviluppi iniziati nel 1985 RIBASIM è stato applicato in molti paesi in tutto il mondo ed è utilizzato da molte agenzie nazionali e regionali.

RIBASIM include anche il modulo Sacramento, come modello di trasformazione afflussi-deflussi.

DELWAQ/EMISSION

Il modulo D-Water Quality è stato sviluppato da Deltares, un istituto indipendente per la ricerca applicata nel campo dell'acqua, del sottosuolo e delle infrastrutture. D-Water Quality in quanto successore di Delft3D-WAQ, simula la qualità dell'acqua in funzione di diversi processi relativi al trasporto dei sedimenti e alla qualità dell'acqua on-site e off-site. Al fine di raggiungere questo obiettivo, il modello include diverse equazioni di advection diffusion e un'ampia scelta di formulazioni di processo standardizzate relative alle sostanze selezionate dall'utente. I processi predefiniti consentono di simulare, ad esempio, il decadimento del BOD e la nitrificazione, la crescita elementare delle alghe e il ciclo dei nutrienti, lo scambio di sostanze con l'atmosfera, l'adsorbimento e il desorbimento di sostanze contaminanti e la deposizione e risospensione di particelle e sostanze adsorbite da e verso il letto. Il modulo D-Water Quality è disponibile anche come add-on per gli utenti di TELEMAC. D-Water Quality include la libreria dei processi aperti D-Water Quality. Si tratta di un sistema aperto per definire sostanze aggiuntive, processi che agiscono su sostanze nuove ed esistenti, coefficienti aggiuntivi da utilizzare nelle formule, condizioni esterne e l'output ausiliario. DELWAQ è il modello computazionale del modulo D-Water Quality. EM-Plugin (or D-Emissions plugin) è una libreria del modello.

SAVENIJE MODEL

Savenije propone un approccio teorico analitico completo per simulazione della dinamica delle maree e l'intrusione salina negli estuari alluvionali. Gli estuari alluvionali generalmente possono essere simulati come un "estuario ideale", con profondità costante e larghezza e area della sezione trasversale variabili in modo esponenziale lungo la direzione longitudinale. Questa semplificazione corrisponde bene alla geometria di numerosi estuari in tutto il mondo (Savenije, 2005). Savenije, H.H.G., 2005. Salinity and Tides in Alluvial Estuaries. Elsevier, Amsterdam, 197pp.

MESOHABITAT SIMULATION MODEL (MESOHABSIM)

Il Mesohabitat Simulation Model (MesoHABSIM) è un approccio efficace per modellare gli habitat relativi alla scala del corso d'acqua e dello specifico sito. È stato sviluppato dal RUSHING RIVERS INSTITUTE degli Stati Uniti. Utilizza il modello Sim-Stream, per simulare la numerosità degli habitat per le comunità acquatiche nei fiumi e nei corsi d'acqua in funzione di diversi scenari di gestione dei bacini idrografici. Viene utilizzato nella gestione della risorsa idrica per la valutazione del deflusso all'interno del corso d'acqua, nonché nella pianificazione della conservazione e del ripristino dei fiumi.

2.3.5 Modellistica previsionale meteo-climatica

Per previsione meteorologica si intende quel processo che, attraverso l'applicazione delle conoscenze della fisica, termodinamica e della scienza atmosfera, porta alla previsione dello stato dell'atmosfera (temperatura, pressione, precipitazioni, vento, ecc.) in un tempo futuro ed in una data località. La previsione meteorologica è un processo che dipende dalla risoluzione spaziale e temporale desiderata e sono necessarie:

- delle osservazioni meteorologiche per fornire le condizioni iniziali e queste possono essere ottenute da strumentazione in situ o da remoto (misure di temperatura, vento, umidità, pressione ecc.). Le osservazioni sono fondamentali sia per l'inizializzazione dei modelli meteorologici che per la loro verifica.
- analisi e previsioni di modelli globali (GFS, ECMWF, etc.), indispensabili per i modelli ad area limitata (LAM).
- dei modelli numerici di previsione. Di seguito verranno descritti i diversi modelli disponibili.
- possono essere presenti degli strumenti di post-elaborazione, anche di tipo statistico.

Una possibile classificazione della modellistica meteorologica attuale, anche se non l'unica, è quella in base alla temporale di interesse, cioè l'orizzonte temporale a cui la previsione fa riferimento. In particolare, la scala temporale di interesse rappresenta l'orizzonte temporale a cui la previsione fa riferimento ed è classificabile al seguente modo:

- **brevissimo termine** (definito anche come nowcasting): in questo intervallo temporale è possibile prevedere diversi fenomeni meteorologici, come la formazione di nebbia oppure la nascita e lo sviluppo di celle temporalesche. La previsione a brevissimo termine, in generale, è molto utile per prevedere fenomeni che hanno una predicibilità intrinseca molto bassa, in genere i fenomeni con scala spaziale più piccola, come ad esempio le celle temporalesche convettive. Queste previsioni, infatti, sono meno precise se fatte con altri metodi (ad esempio la quantità della precipitazione associata ad una cella temporalesca o la sua posizione nello spazio-tempo). Le principali fonti di dati per questo tipo di previsione sono il dato radar, i dati satellitari e le misurazioni dei dati provenienti da reti al suolo. Il ruolo principale è sicuramente rappresentato dal dato radar, che fornisce una visione nazionale con buona accuratezza, ma l'utilizzo dei dati satellitari può incrementare questa accuratezza e uniformare l'informazione sull'intero territorio nazionale. Inoltre, la combinazione delle due sorgenti può consentire di estendere temporalmente il nowcasting. Per prevedere l'evoluzione delle variabili osservate nel brevissimo termine sono necessari dei metodi di nowcasting basati sulla propagazione in avanti delle osservazioni. Questi metodi sono molto affidabili per l'immediato futuro, cioè dai minuti fino ad un paio d'ore massimo. Per tempi successivi i modelli meteorologici offrono le prestazioni migliori. In questo senso, i modelli offrono una continuità spaziale e temporale in modo da avere la previsione a brevissimo termine con una frequenza temporale regolare su tutto il territorio di interesse.
- **breve termine** (da 6 ore sino a 24 ore) e **medio termine** (da 1 a 5 giorni): in questo intervallo temporale le osservazioni continuano a rappresentare un dato molto importante, ma la previsione delle variabili meteo è affidata sempre di più ai modelli numerici previsionali. L'importanza delle osservazioni sta nella prescrizione delle condizioni iniziali da cui partono i modelli meteorologici. Una migliore descrizione di queste condizioni consente una previsione migliore dello stato dell'atmosfera per i tempi successivi. A valle della previsione meteorologica possono essere utilizzati dei tools di post-elaborazione del dato per ottimizzare la previsione meteorologica in base alla specificità del territorio o alla

disponibilità di dati per la “taratura” delle previsioni dei modelli nei siti specifici. Questa post-elaborazione può avvenire con metodi statistici oppure viene affidata ai previsori meteo. Per migliorare la previsione sono stati introdotti dei sistemi che utilizzano i modelli di previsione numerica in cicli di assimilazione/previsione. Questi metodi correggono frequentemente le uscite del modello per le nuove osservazioni che si rendono a disposizione in modo da migliorare continuamente la qualità della previsione per le ore successive all’analisi. Inoltre, l’impossibilità di ottenere una descrizione esatta dello stato iniziale dell’atmosfera ha portato allo sviluppo di previsioni meteorologiche basate sulla probabilità, come ad esempio l’ensemble forecasting. Anche in questo caso il modello numerico di previsione è l’elemento principale, ma, invece di ottenere una sola previsione (approccio deterministico), si effettuano previsioni per diverse situazioni dell’atmosfera (ottenibili, ad esempio, con una perturbazione statistica delle condizioni iniziali) che rappresentano un sotto insieme dei possibili scenari meteo. Tali scenari possono fornire delle informazioni probabilistiche sul verificarsi di un dato evento e una stima dell’incertezza della previsione stessa.

- **lungo periodo** (previsioni mensili/stagione): le previsioni meteo con questa scala temporale rappresenta una grande sfida per la particolare complessità del problema, ma è di fondamentale importanza per la pianificazione del territorio, la gestione energetica ed idrica e tutte quelle problematiche che richiedono previsioni con orizzonte temporale che supera i 15 giorni. Alla base di queste previsioni ci sono i modelli di circolazione generale dell’atmosfera, e, per incrementare l’accuratezza, si preferisce un approccio di tipo ensemble ed un’elaborazione statistica delle variabili in uscita dai modelli.

La maggior parte dei modelli meteorologici utilizza piattaforme di high performance computing (HPC) per il calcolo a volte di proprietà dei vari Enti che svolgono le previsioni a volte appartenenti a centri di HPC (ad esempio CINECA). La panoramica dei modelli disponibili in Italia è vasta e mostra una notevole competenza nel settore. Ci sono modelli globali volti alle scale subseasonal to seasonal (30-90 giorni in avanti) e modelli globali con range temporali più lunghi (9 mesi). C’è una quantità notevole di modelli ad area limitata (LAM) che hanno risoluzioni spaziali di qualche chilometro (al massimo) per poter tenere conto della complessità orografica italiana e fornire un focus sulle diverse regioni per poter risolvere meglio i fenomeni alla scala locale. Alcuni LAM utilizzano il paradigma della data assimilation per migliorare le condizioni iniziali dei modelli meteorologici al fine di prevedere meglio i fenomeni a scala locale. A volte questi LAM sono introdotti in cicli RUC (Rapid Update Cycle) in cui il ciclo di assimilazione/previsione è svolto più volte al giorno per seguire meglio l’evoluzione temporale dei fenomeni. Alcuni di questi modelli LAM sono accoppiati con altri modelli in cascata per prevedere lo stato del mare (sia il moto ondoso che la circolazione marina), la dispersione degli inquinanti e l’impatto idrogeologico degli eventi meteorologici più intensi.

Tabella 6 - Elenco dei modelli numerici per previsioni meteo-climatiche

	MODELLI	DOMINIO	RISOLUZIONE	LIVELLO I	RANGE	TIPO	PARTNER NAZIONALI
CMCC	CAM/Nemo	Globale	1x1/4	46	9 mesi	Earth System	
CMCC	CAM/Nemo	Globale	1/4x1/4	71	9 mesi	Earth System	
CMCC	Nemo	Globale	1/16	98	10g	Oceano	
CMCC	Nemo	Med	1/24	144	10g	Oceano	
CMCC	WW3	Med	1/24		10g	Wave	
CMCC	Nemo/var3d	Med	1/24	144		Data Assimilation	
CMCC	Nemo/var3d	Globale	¼ e 1/16	144		Data Assimilation	
ARPAL	BOLAM	Europa	0.0737	60+7	72h	LAM (nesting su livelli ibridi IFS)	CNR-ISAC
ARPAL	MOLOCH	Italia	0.014	60+7	48h	LAM	CNR-ISAC

	MODELLI	DOMINIO	RISOLUZIONE	LIVELL I	RANGE	TIPO	PARTNER NAZIONALI
ARPAL	MOLOCH-LAPS	Nord Italia	0.014	60+7	36h	Data Assimilation	CNR-ISAC
ARPAL	WW3	Med	0.09		72h	Wave Model	
ARPAL	WW3	Mar Ligure	0.02		48h	Wave Model	
CIMA	WRF	Italia	0.014	50	48h	LAM	
LaMMA	WRF	Europa	0.11	50	120hr	LAM	
LaMMA	BOLAM	Europa	0.07	50	120hr	LAM	
LaMMA	WRF	Italia	0.027	50	48h	LAM	
LaMMA	MOLOCH	Italia	0.024	50	48h	LAM	
LaMMA	WW3	Med	0.1		120hr	LAM	
LaMMA	WW3	Mar Ligure	0.02		48h	LAM	
LaMMA	WW3	Med	Unstruc. Grid up tp 500 m res		120hr	LAM	
LaMMA	ROMS	Med NordOvest	1/72	32	120hr	LAM	
LaMMA	CFS7E-OBS	Italia			3 mesi		
ARPAE ER	COSMO 5M	Mediterranea	5 km	45	72 ore	LAM	
			2.2km		2 corse al giorno		
ARPAE ER	COSMO 2I	Italia	2.2km	65	48 ore	LAM	
			2.2km		2 corse al giorno		
ARPAE ER	COSMO 2I RUC	Italia	2.2km	65	18 ore	LAM	
			¼ grado		8 corse al giorno		
ARPAE ER	COSMO 2I EPS	Italia	1/2 grado	65	48 ore	LAM EPS	
			1/120 grado		1 corsa al giorno	20 membri	
ARPAE ER	COSMO 2I	Italia	2km	65	Ciclo assimilazione continua	KENDA	
	LETKF		0.045			40 membri	
	KENDA		0.02				
ARPAE ER	SWAN	Mediterraneo	0.0625		73 ore	Wave model	
ARPAE ER	SWAN	Italia	0.02		73 ore	Wave model	
ARPAE ER	SWAN	Aree regionali	1/20		48 ore	Wave model	
ARPAE ER	ROMS	Adriatico	1/60		72 ore	Ocean. model	
AM	COSMO0	ME	1/20	45	72 ore	Deterministico Atmosfera	1ARPA E.R. e Piemonte
AM	COSMO	IT	0.02	65	48 ore	Deterministico Atmosfera	1ARPA E.R. e Piemonte
AM	COSMO	ME	0.0625	45	72 ore	Probabilistico Atmosfera	=2ARPA E.R. e Piemonte+H41
AM	COSMO	IT	0.02	65	48 ore	Probabilistico Atmosfera	3ARPA E.R. e Piemonte
AM	WAM4	ME	43831	-	72 ore	Deterministico Stato del Mare	ISMAR-CNR

	MODELLI	DOMINIO	RISOLUZIONE	LIVELL I	RANGE	TIPO	PARTNER NAZIONALI
AM	WAM	IT	21916	-	48 ore	Deterministico Stato del Mare	ISMAR-CNR
AM	WAM	ME	43831	-	48 ore	Probabilistico Stato del Mare	ISMAR-CNR
CNR-ISAC	MOLOCH	Italia	1.25 Km	60	48 ore	LAM	DPC Roma- ARPAL-LaMMA-ISPRA
CNR-ISAC	BOLAM	Europa	8Km	60	72 ore	LAM	DPC Roma
CNR-ISAC	GLOBO	Globale	19km	60	7 giorni	AGCM	DPC Roma
CNR-ISAC	GLOBO	Globale	60km	60	32 giorni	AGCM EPS 41 membri	DPC Roma
CNR-ISAC	WRF	Italia	3km	42	6 ore – 4 corse al giorno	LAM con assimilazione fulminazione e riflettività radar	DPC Roma
CETEMPS	WRF-ARW	Italia	3km	40	72 ore - 2 corse al giorno	LAM con assimilazione radar	DPC Abruzzo
CETEMPS	WRF-ARW	centro-Italia	1km	40	48ore - 1 corsa al giorno	LAM con assimilazione radar	DPC Abruzzo
CETEMPS	WRF-ARW	Italia	9km	40	72 ore - 1 corsa al giorno	LAM Probabilistico 20 membri	5DPC Abruzzo
CETEMPS	WRF-ARW	Europa	12km	40	96ore - 1 corsa al giorno	LAM con assimilazione Radar	ADRIARADNET
CETEMPS	WRF-ARW	Italia	3km	40	48 ore - 1 corse al giorno	LAM con assimilazione radar	ADRIARADNET
CETEMPS	WRF-CHIMERE	Europa Italia Abruzzo e Pescara	45km 15km 4km 1km	40	96ore - 1 corsa al giorno	LAM per la previsione degli inquinanti	ARTA
CETEMPS	CHyM	Italia	Fino a 300 m	-	120 ore - 1 corsa al giorno	Idrologico deterministico accoppiato WRF 3km	
CETEMPS	CHyM	Centro Italia	300 m	-	120 ore - 2 corse al giorno	Idrologico deterministico accoppiato WRF 1km	DPC Abruzzo
UNIVPM-CETEMPS	ROMS-WRF-SWAN	Adriatico	1km	40 atmo - 30 oceano	96ore - 1 corsa al giorno	Oceano-stato del mare-atmosfera	6UNIVPM-CETEMPS
ARPAS	BOLAM	Euro-Atlantica	0.18 in upgrade a 0.08	32 in upgrad e a 48	72 ore	LAM	CNR-ISAC

	MODELLI	DOMINIO	RISOLUZIONE	LIVELL I	RANGE	TIPO	PARTNER NAZIONALI
ARPAS	BOLAM	In upgrade a tutta Italia e Med Ovest	0.05 in upgrade a 0.04	42 in upgrade a 60	42 ore	LAM	CNR-ISAC
ARPAS	MOLOCH	Sardegna	0.015	50	36 ore	LAM	CNR-ISAC
ARPAS	WRF	Sardegna	0.015	50	36 ore	LAM	
ARPAS	MM5	Sardegna	0.016	48	36 ore	LAM	
ARPAS	WRF-ARW	Sardegna	6 km	40	48 ore	LAM	
ARPAS	WRF-ARW	Sardegna	2 km	40	48 ore	LAM	
ARPAS	WRF-ARW	Sardegna	9 km	40	72 ore	LAM	
ARPAS	WRF-ARW	Sardegna	3 km	40	72 ore	LAM	
ISPRA	BOLAM	Mediterraneo	11 km	40	84 ore - 1 corsa al giorno	LAM	AM, CNR-ISAC
ISPRA	BOLAM	Europa e Mediterraneo	7.8 km	40	132 ore - 1 corsa al giorno7	LAM	AM, CNR-ISAC
ISPRA	MOLOCH	Italia e Mediterraneo Centrale	2.5 km	50	84 ore - 1 corsa al giorno7	LAM	AM, CNR-ISAC
ISPRA	WAM	Mediterraneo, 10 aree mari italiani nestate e 6 aree costiere	1/60:1/240	-	132 ore - 1 corsa al giorno	Deterministico stato del mare accoppiato a BOLAM e MOLOCH ISPRA	AM, DPC
ISPRA	SHYFEM 2D	Mediterraneo, Adriatico e Laguna di Venezia	Griglia a elementi finiti: max 40 km Medit.; max 15 km Adriatico; max .5 km Lag. di Venezia	-	96 ore - 4 corse al giorno8	Deterministico con sistema di assimilazione 4D-PSAS	AM, DPC, CNR-ISMAR
ISPRA	ISPRASTAT 2008	Alto Adriatico e Laguna di Venezia	Previsione su 7 località	-	48 ore - 28 corse al giorno9	Modello statistico autoregressivo	AM, DPC
ARPA-FVG	WRF	Friuli-Venezia Giulia	2km		72 ore - 1 cosa al giorno	LAM	

Di seguito si riportano la descrizione più dettagliata dei diversi modelli disponibili, distinguendo fra modelli LAM e globali.

MODELLI LAM

I modelli LAM si dividono in modelli idrostatici e non idrostatici, con una profonda differenza nella previsione delle precipitazioni, che sono un campo caratterizzato da una notevole imprevedibilità e che coinvolge scale spazio-temporali molto piccole. I modelli idrostatici con risoluzioni fino a 6 km

contengono una descrizione approssimativa dei fenomeni convettivi (temporali, sistemi convettivi, squall lines). Per questi modelli si può approssimare l'equazione verticale, con l'equazione idrostatica che lega variazioni di quota a variazioni di pressione. Aumentando la risoluzione, l'approssimazione idrostatica non è più valida e quindi anche la velocità verticale necessita di una sua equazione prognostica e diventa un'incognita del sistema. Quindi i modelli non idrostatici sono in grado di descrivere i sistemi di precipitazione con maggiore precisione e con risoluzione inferiore a 6 km.

MODELLO COSMO

(<https://www.cosmo-model.org/>, 2022-11-01)

Il modello COSMO è sviluppato dal consorzio internazionale COSMO a cui partecipano AM, ARPA-ER, e ARPAP. Il modello è operativo presso l'AM e presso ARPAE SIMC dal 2001 ed è usato, oltre che a supporto delle previsioni operative di tali Enti, anche a supporto delle attività della DPC. Il Consorzio COSMO, dal 2020, non investe più risorse sul codice COSMO, perché è passato al modello ICON-LAM. Nell'ambito modellistico nazionale è stato stipulato un accordo "satellite", denominato Lami, che vede la collaborazione del Servizio meteorologico dell'Aeronautica militare, del Servizio IdroMeteoClima di Arpa Emilia-Romagna e di Arpa Piemonte per lo sviluppo e la gestione operativa delle catene numeriche previsionali nazionali in Italia. Il modello COSMO è un modello di previsione atmosferica ad area limitata non idrostatico. Esso è stato progettato sia per la previsione meteorologica numerica operativa (NWP) che per varie applicazioni scientifiche su scala meso- β (da 40 a 100 km di estensione) e meso- γ (minore di 40 km di estensione). Il modello COSMO si basa sulle equazioni termoidrodinamiche primitive che descrivono il flusso comprimibile in un'atmosfera umida. Tali equazioni sono formulate in coordinate geografiche ruotate e coordinate in altezza che seguono l'orografia del terreno generalizzato. A fianco alla risoluzione delle equazioni che gestiscono i moti e gli scambi termici dell'atmosfera, ci sono diversi schemi di parametrizzazione che gestiscono alcuni processi fisici. Essendo un modello ad area limitata, oltre al modello di previsione stesso, sono necessari una serie di componenti aggiuntivi come l'assimilazione dei dati, l'interpolazione delle condizioni al contorno fornite da un modello globale e gli strumenti di post-elaborazione per eseguire il modello in modalità NWP.

Nell'ambito di Lami, Arpa-SIMC gestisce le catene operative Cosmo 5M e Cosmo 2I:

- **COSMO 2I:** Cosmo 2I elabora previsioni per due giorni due volte al giorno, esso genera inoltre previsioni a più breve scadenza (18 ore) aggiornate ogni tre ore e, infine, una previsione probabilistica di ensemble una volta al giorno. Le previsioni basate su questa catena modellistica vengono eseguite presso il centro di supercalcolo Cineca, sulla base di un contratto stipulato con il Servizio IdroMeteoClima e il Dipartimento della Protezione Civile Nazionale. Il modello è gestito dall'ARPA-SIMC Emilia Romagna congiuntamente al CNMCA (Centro Nazionale di Meteorologia e Climatologia Aeronautica) dell'Aeronautica Militare ed offre previsioni meteorologiche con due corse al giorno, alle ore 00.00 ed alle 12.00, con una risoluzione spaziale di 2 km sull'area italiana. Un esempio di dominio in Arpa è rappresentato nella Figura 9. Le uscite di questo modello sono disponibili anche sulla piattaforma MYDEWETRA,

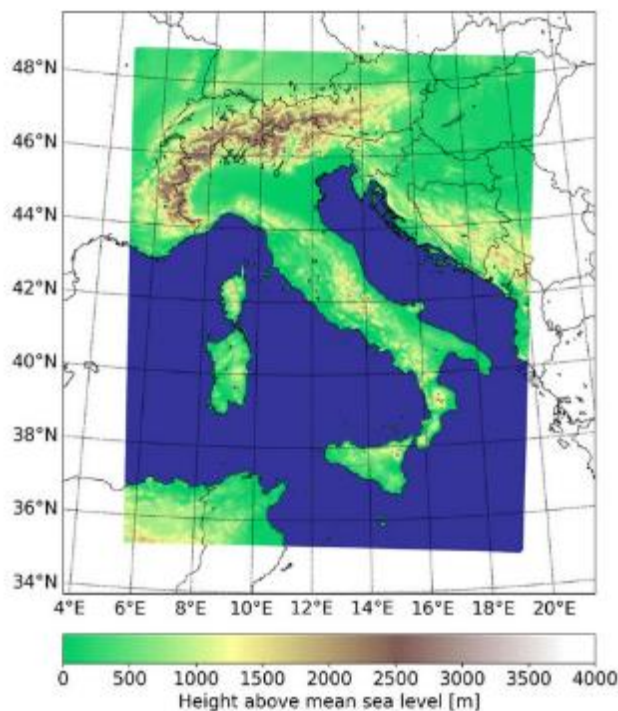


Figura 9 - Esempio di dominio della catena modellistica COSMO 2I

- COSMO 5M:** Il modello fornisce i prodotti deterministici ad area limitata, utili alla previsione a medio-breve termine (fino alla scadenza di +72 ore) ed alla sua definizione su scale spaziali più ridotte, viene gestito dall'ARPA-SIMC Emilia-Romagna congiuntamente al CNMCA (Centro Nazionale di Meteorologia e Climatologia Aeronautica). Tale modello effettua due corse al giorno, alle ore 00.00 ed alle 12.00, fornendo una previsione dei campi meteorologici bi-tridimensionali sull'area mediterranea con un passo di griglia di 5 km. La Figura 10 rappresenta un esempio di dominio per questa catena modellistica sull'area mediterranea in Arpae. Cosmo 5M copre un intervallo temporale di tre giorni, per due corse previsionali al giorno, alle 00 e alle 12 UTC. Anche le uscite di questo modello sono disponibili anche sulla piattaforma MYDEWETRA.

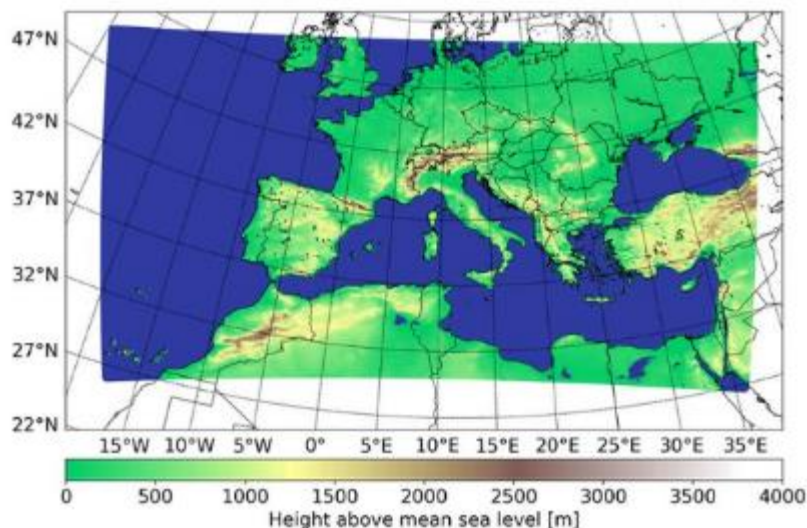


Figura 10 - Esempio di dominio della catena modellistica COSMO 5M

Arpae-SIMC gestisce inoltre la catena operativa denominata Cosmo Leps , che è un sistema di previsione probabilistica di ensemble basato sul modello Cosmo, che opera con un passo di griglia di 7 km e su un'area europea.

Il modello COSMO viene adottato anche dal Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare e, in modalità "deterministica", ha le seguenti due configurazioni:

- COSMO-ME, integrato fino a 72 ore su una griglia con passo di 5 km e 45 livelli verticali, che copre l'Europa centro-meridionale ed il bacino del Mediterraneo con quattro corse al giorno (00, 06, 12, 18 UTC) e utilizza come stato iniziale i campi d'analisi prodotti dal sistema di assimilazione di tipo probabilistico del COMET e i campi del modello ECMWF-HRES come condizioni al contorno;
- COSMO-IT, in grado di risolvere i fenomeni convettivi esplicitamente e utilizzata per la previsione a brevissimo termine. Nello specifico COSMO-IT è integrato quattro volte al giorno (00, 06, 12, 18 UTC) fino a 30 (06, 18 UTC) o 48 (00, 12 UTC) ore su una griglia con passo di 2.2 km e 65 livelli verticali, che copre l'Italia, con condizioni al contorno del modello ECMWF-HRES. COSMO-IT è inizializzato con l'analisi deterministica prodotta dalla configurazione ad altissima risoluzione del sistema di assimilazione di tipo ensemble (LETKF, Local Ensemble Transform Kalman Filter) che è calcolata ogni ora utilizzando 40 membri e la stessa tipologia di osservazioni usata nel sistema di assimilazione di COSMO-ME.

Il servizio meteorologico dell'Aeronautica Militare è dotato di un sistema di previsioni probabilistiche che consente anche di determinare l'incertezza associata alla previsione deterministica. In modalità probabilistica (Ensemble Prediction System - EPS) il modello COSMO è usato nella configurazione:

- COSMO-ME EPS, costituito da 20+1 membri integrati su una griglia con passo di 7 km e 45 livelli verticali, che copre l'Europa centro-meridionale ed il bacino del Mediterraneo, con due corse al giorno (00 e 12 UTC), per previsioni fino a 72 ore. COSMO-ME EPS usa una selezione delle condizioni iniziali prodotte dal sistema LETKF e condizioni al contorno dall' EPS di ECMWF.
- COSMO-IT EPS, costituito da 20 membri integrati su una griglia con passo di 2.2 km e 65 livelli verticali, che copre l'Italia, con due corse al giorno (00 e 12 UTC), per previsioni fino a 48 ore. COSMO-IT EPS usa una selezione delle condizioni iniziali prodotte dal sistema LETKF ad altissima risoluzione e condizioni al contorno da ECMWF-EPS.

La Figura 11 schematizza la configurazione del modello di previsione adottato dal Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare.

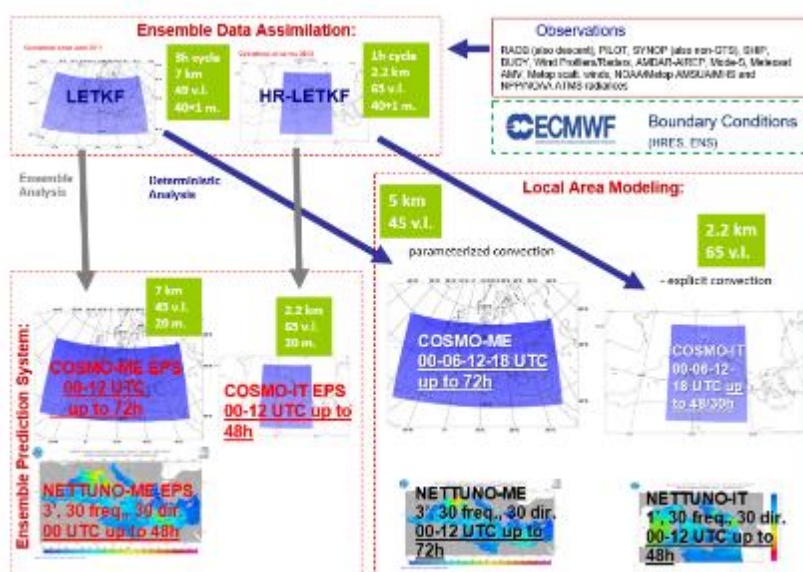


Figura 11 - Schema del sistema di previsione numeriche operativo del Servizio Meteorologico dell'AM

MODELLO ICON

(<https://code.mpimet.mpg.de/projects/iconpublic> , 2022-11-01)

Il modello ICON (**I**cosahedral **N**onhydrostatic Weather and Climate Model) è un modello che nasce dalla collaborazione tra il Deutscher Wetterdienst (DWD) e il Max-Planck-Institute for Meteorology (MPI-M) per lo sviluppo di un modello unificato globale di prossima generazione. Questo è un modello non idrostatico che impiega una griglia triangolare non strutturata che si basa sul perfezionamento successivo di un icosaedro sferico, che consiste di 20 triangoli equilateri di uguali dimensioni. Una prima versione operativa del modello si è avuta nel 2015 e le caratteristiche peculiari di ICON sono:

- una migliore descrizione delle leggi di conservazione rispetto ai modelli globali stati dell'arte;
- una migliore scalabilità sui grandi sistemi HPC;
- applicabilità a molte scale spaziali da quella globale fino a quella locale;
- la possibilità di fare dei raffinamenti di griglia in aree di specifico interesse.

ICON supporta contemporaneamente griglie annidate ad una o due vie. Il dominio verticale del modello globale si spinge fino alla mesosfera per facilitare l'assimilazione di dati satellitari, mentre le griglie annidate arrivano fino alla stratosfera.

L'Aeronautica militare ha implementato sullo scenario italiano il modello ICON, usato nella configurazione ICON-IT, in grado di risolvere la convezione intensa. Nello specifico ICON-IT è integrato due volte al giorno (00 e 12 UTC) fino a 48 ore su una griglia che copre l'Italia (passo di 2.2 km e 65 livelli verticali). ICON-IT utilizza le condizioni al contorno del modello ECMWF-HRES ed è inizializzato con l'analisi deterministica prodotta dalla configurazione ad altissima risoluzione del sistema di assimilazione di tipo ensemble (LETKF) che è calcolata ogni ora utilizzando 40 membri e la stessa tipologia di osservazioni usata nel sistema di assimilazione di COSMO-IT.

MODELLO WRF

(<https://www.mmm.ucar.edu/models/wrf> , 2022-11-01)

Il modello WRF è sviluppato da NCAR-NCEP, ed è un Community model supportato da NCAR. Il modello è operativo in diverse catene di centri regionali: LaMMA Toscana, CETEMPS Abruzzo (Centro di Competenza per la Regione Abruzzo) operativo a 1km con assimilazione, CNR-ISAC (con assimilazione di dati di fulminazione e di CAPPI di riflettività radar), ARPA FVG, Fondazione CIMA.

Il modello WRF è un modello a multiscala che può essere utilizzato sia per scopi di ricerca che per poter svolgere previsioni operative. WRF ha due diversi core dinamici ed una vasta gamma di parametrizzazioni fisiche per potersi adattare alle diverse situazioni. Il modello ha un sistema per l'assimilazione dati che consente di migliorare. L'architettura software del modello consente l'utilizzo di calcolo parallelo massivo consentendo delle elevate risoluzioni spaziali. WRF, inoltre, può essere seguito sia per casi reali che per simulazioni ideali.

Come detto, il modello WRF è utilizzato in diversi centri in Italia sia in configurazione operativa che di ricerca. Focalizzandosi sulla parte operativa, la differenza tra le varie catene citate sopra sta nell'area di interesse per la griglia a risoluzione più alta, nelle parametrizzazioni fisiche adottate, nelle variabili utilizzate per l'assimilazione dati. Ci sono versioni del modello WRF che sono utilizzate in dei RUC in cui si svolgono frequenti cicli di previsione/assimilazione (ad esempio ogni 6h) per poter seguire meglio l'evoluzione dei sistemi meteorologici in atto.

MODELLI BOLAM E MOLOCH

(<https://www.isac.cnr.it/en/content/weather-forecasts>, 2022-11-02)

I modelli BOLAM e MOLOCH sono stati sviluppati dal CNR-ISAC (Centro di Competenza nazionale del DPCN) operativi in diverse catene (ARPA Liguria, LaMMA Toscana, CNR Bologna, ARPA Sardegna, ISPRA, MIPAF) ed è usato in diversi centri regionali.

Il modello BOLAM (BOlogna Limited Area Model) è un modello idrostatico basato sulle equazioni primitivi e sulla parametrizzazione della convezione non esplicitamente risolta. Il modello BOLAM utilizza una griglia a circa 8 km di risoluzione spaziale orizzontale su un vasto dominio che contiene l'Europa. Il modello è sviluppato presso ISAC-CNR e fornisce le condizioni iniziali ed al contorno per il modello MOLOCH. Il modello MOLOCH è basato sulle equazioni primitive ed ha delle parametrizzazioni per la diffusione atmosferica, la radiazione e la microfisica. MOLOCH ha un'alta efficienza numerica che consentono di utilizzarlo ad alte risoluzioni spaziali orizzontali (ad oggi è il

modello a più alta risoluzione spaziale orizzontale, 1.250 m di passo di griglia, utilizzato in Italia). Come detto, i modelli sviluppati al CNR-ISAC sono utilizzati da diversi centri in Italia e all'estero per scopi operativi e di ricerca. Nella configurazione utilizzata presso CNR-ISAC, il modello MOLOCH riceve le condizioni iniziali ed al contorno dal modello BOLAM che, a sua volta, le riceve dal modello a scala globale GLOBO. In questo modulo la catena modellistica fornisce previsioni dalla scala globale a quella locale.

MODELLI GLOBALI

2.3.5.1.1.1 Modello GLOBO

(<https://www.isac.cnr.it/en/content/weather-forecasts>, 2022-11-02)

Il modello GLOBO è sviluppato da CNR-ISAC ed operativo per previsioni probabilistiche mensili a supporto del Dipartimento di Protezione Civile Nazionale. Il modello GLOBO, inoltre, svolge una previsione di 7 giorni, presso il CNR-ISAC, per l'inizializzazione del modello BOLAM. GLOBO è un modello idrostatico a punti di griglia e rappresenta l'evoluzione di BOLAM su griglia globale. In particolare, il modello GLOBO ha lo stesso nucleo di dinamica e le stesse parametrizzazioni fisiche del modello BOLAM. GLOBO utilizza una griglia geografica in longitudine e latitudine e uno schema temporale esplicito. Quest'ultimo, a differenza degli schemi di integrazione semi-impliciti o semi-Lagrangiani, consente dei passi numerici di integrazione minori ma rende più agevole la decomposizione dei domini su macchine parallele.

2.3.5.1.1.2 Modello ECMWF

(<https://www.ecmwf.int>, 2022-11-11)

Il modello è sviluppato dal Centro Europeo di Previsione meteo (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts)

Il modello del Centro Europeo è denominato IFS (Integrated Forecasting System) e rappresenta il modello ad oggi più accurato per le previsioni globali. IFS è un Earth System Model comprensivo delle diverse componenti climatiche terrestri (atmosfera, biosfera, litosfera, idrosfera, criosfera) che fornisce quattro volte al giorno le previsioni per i dieci giorni successivi.

Il modello ECMWF utilizza due diverse rappresentazioni numeriche dei campi globali:

- Calcolo Spettrale, sulla base di una espansione di armoniche sferiche, troncate in un particolare numero d'onda, ad esempio T1279 per identificare come troncamento l'onda numero 1279. Questa rappresentazione è utilizzata nel modello per calcolare alcune derivate orizzontali e per i calcoli impliciti.
- Griglia Gaussiana ridotta. Una griglia quasi regolare in longitudine e latitudine. La griglia gaussiana standard ha lo svantaggio che la distanza est-ovest tra i punti della griglia si riduce verso i poli. Per evitare alcuni problemi numerici intorno a questi e per risparmiare tempo di calcolo, nel 1991 è stata introdotta la griglia gaussiana ridotta, che riduce il numero di punti della griglia lungo le linee di latitudine più corte vicino ai poli, in modo da mantenere la separazione est-ovest tra i punti su differenti latitudini quasi costante. Questa griglia viene utilizzata nel modello per il calcolo dei termini avvezione e le tendenze di alcuni parametri fisici.

Il modello IFS include un complesso sistema di data assimilation con tecnica 4D-Var e svolge ogni 6 ore un ciclo di analisi e previsione. Ciò consente una migliore valutazione dello stato attuale dell'atmosfera utilizzato per inizializzare la corsa del modello stesso.

Il modello del Centro Europeo svolge anche previsioni di insieme (Ensemble Prediction System-EPS) che hanno, generalmente, una risoluzione spaziale orizzontale doppia di quella del modello deterministico. Il sistema EPS è composto da 51 corse del modello (50 perturbate ed una di riferimento) con le quali si vanno a valutare le probabilità dei diversi scenari atmosferici compatibili con la situazione meteorologica attuale.

La versione attuale del Centro Europeo (47CYR3) ha una risoluzione spaziale orizzontale di circa 9 km (O1280) alle nostre latitudini e 137 livelli verticali dalla superficie fino al 0.01hPa. La previsione d'insieme ha, generalmente, la metà della risoluzione spaziale orizzontale.

2.3.5.1.1.3 Modello GFS

Il modello GFS (Global Forecast Model) è il modello sviluppato da uno sforzo congiunto di vari enti negli USA (NCEP e NOAA tra tutti) e genera una previsione globale di molte variabili del sistema terra-

atmosfera includendo tra questi parametri atmosferici, come vento, temperatura, umidità, precipitazione etc., variabili di suolo e di superficie, variabili relative alla biosfera e alla criosfera. Il sistema modellistico è completo ed unisce quattro diversi modelli per l'atmosfera, l'oceano, la litosfera e biosfera, la criosfera per simulare le diverse componenti del sistema climatico terrestre. Il sistema di assimilazione dati è il Global Data Assimilation System (GDAS), un sistema 4D ibrido ensemble-variazionale che fornisce le condizioni iniziali per il modello GFS. Il modello è in continua evoluzione per migliorare le sue prestazioni e fornisce previsioni per i successivi 16 giorni. Per la prima settimana le previsioni sono svolte a 28 km di risoluzione spaziale orizzontale, mentre per i giorni successivi la risoluzione è degradata a 70 km. Il modello GFS fornisce le condizioni iniziali e al contorno alla maggior parte dei LAM utilizzati in Italia. Anche il modello GFS dispone di una suite per l'ensemble chiamata GEFS (Global Ensemble Forecast Model). Attualmente il modello GEFS ha 21 membri che descrivono i possibili stati dell'atmosfera compatibilmente con gli errori di misura, con gli errori del modello e con la rappresentatività delle osservazioni meteorologiche.

MODELLI STAGIONALI

2.3.5.1.1.4 Modello CESM/NEMO

Il Modello CESM/NEMO operato da CMCC. CESM (Community Earth System Model) è un modello accoppiato del sistema terrestre sviluppato da NCAR (National Center for Atmospheric Research). La componente oceanica viene sostituita dal modello NEMO (Nucleus for European Modelling of the Ocean) è un modello stato dell'arte per la ricerca e la previsione dell'oceano. Il modello è sviluppato da un consorzio Europeo. Il modello NEMO è costituito da tre componenti principali: NEMO-OCE che modella la dinamica e termodinamica oceanica risolvendo le equazioni primitive; NEMO-ICE per la modellizzazione del ghiaccio marino includendo le variazioni dello spessore alla scala sottogriglia; NEMO-TOP-PISCES è un sottomodello per il trasporto dei traccianti marini e dei processi bio geologici.

2.3.5.1.1.5 Modello CAM/NEMO

Il modello CAM/NEMO operato da CMCC (1 e 1/4 deg atmosfera, 1/4 Oceano) per le previsioni stagionali operative d'ensemble. (50 membri per 6 mesi ogni mese). Il modello CAM (Community Atmosphere Model) è un modello atmosferico globale sviluppato da NCAR.

2.3.6 Modelli di moto ondoso, oceanografici e previsionali di marea

Vasto è anche il panorama dei modelli di moto ondoso, modelli oceanici e modelli storm surge e previsione di marea. Di seguito si riportano i relativi modelli usati in Italia:

- **Modelli di moto ondoso**
 - Modello WAM (WAVE Model) sviluppato da ECMWF operativo presso AM e ISPRA
 - Modello WaveWatch3 (WW3) sviluppato da NCEP operativo in diverse catene (ARPAL, LAMMA Toscana, CMCC)
 - Modello SWAN operativo presso ARPA-ER.

- **Modelli oceanici**
 - Modello ROMS a scala fine operativo presso LaMMA Toscana (Med. Nord Ovest) e ARPA-ER (Adriatico).
 - Modello CMCC per le previsioni del Mediterraneo (1/24 di grado), basato su NEMO a scala di bacino operativo giornaliero.
 - Modello CMCC per le previsioni del Mar Nero (1/16 di grado), basato su NEMO a scala di bacino operativo giornaliero.
 - Modello CMCC per le previsioni oceaniche globali (1/16 di grado), basato su NEMO.
 - Modello ROMS accoppiato con WRF e SWAN a scala fine su Adriatico operativo presso UNIVPM (UNIVPM-CETEMPS)

- **Modelli storm surge e previsione di marea**

- Modello SHYFEM 2D (con data assimilation) sviluppato dal CNR-ISMAR, operativo presso ISPRA in 2 versioni (campi di previsione meteo di ECMWF e BOLAM ISPRA) su coste italiane, Alto Adriatico e laguna di Venezia
- Modello ISPRASTAT_2008 sviluppato da ISPRA in 2 versioni (campi di previsione meteo di ECMWF e BOLAM ISPRA) per la previsione di storm surge e livelli di marea in 7 località del Nord Adriatico.

2.3.7 Monitoraggio satellitare

MONITORAGGIO SAR

La tecnica più diffusa per il monitoraggio satellitare delle deformazioni al suolo è quella dei diffusori permanenti (Permanent Scatters, PS) basata sull'impiego di serie temporali d'immagini radar satellitari di tipo SAR (PS-InSAR). Essa consente, con precisione millimetrica, di identificare sul terreno una serie di bersagli naturali e/o artificiali (parti di edifici, ponti, strade, linee ferroviarie, in generale elementi già presenti al suolo, le cui caratteristiche elettromagnetiche non variano sensibilmente nel tempo oppure bersagli artificiali opportunamente posizionati sulla superficie) e di fornire informazioni sul loro spostamento nel tempo lungo la linea di osservazione del satellite relativamente ad un punto considerato stabile (reference point).

Le modalità di acquisizione dati e relativi prodotti, descritte nel presente paragrafo, derivano dal PNOT - Piano Nazionale per lo sviluppo di capacità di Osservazione della Terra - Analisi dei Fabbisogni del Buyers Group Mirror Copernicus:

- monitoraggio su area vasta in tempo differito a media e alta risoluzione in tempo differito
 - monitoraggio del ground motion a media risoluzione
 - prodotti di livello 1 - Mappe di accelerazione, anomalie della velocità e profili di velocità;
 - prodotti di livello 2 - Calibrazione con reti geodetiche e mappe di deformazione da tecniche geo-statistica;
 - Statistiche sui PS/DS e individuazione aree anomale finalizzate all'aggiornamento dell'inventario dei fenomeni franosi;
 - Mappe di spostamento lungo la direzione di massima pendenza;
 - Analisi e statistiche sui PS in prossimità di infrastrutture lineari di comunicazione;
 - Individuazione aree subsidenti (inland e costiere).
- monitoraggio dei movimenti del terreno ad alta risoluzione su siti di attenzione in tempo quasi reale
 - monitoraggio in continuo del ground motion in tempo reale
 - prodotti di livello 1 - Mappe di accelerazione, anomalie della velocità e profili di velocità;
 - prodotti di livello 2 - Calibrazione con reti geodetiche e mappe di deformazione da tecniche geo-statistica;

L'EUROPEAN GROUND MOTION SERVICE (EGMS)

È un servizio di monitoraggio dei movimenti del terreno a scala paneuropea, realizzato sotto il coordinamento dell'Agenzia Europea dell'Ambiente nell'ambito del Copernicus Land Monitoring, basato sull'analisi interferometrica multitemporale da satellite utilizzando le immagini radar Sentinel-1. Le principali applicazioni di EGMS riguardano il monitoraggio degli hazard geologici di tipo lento (fenomeni franosi lenti, subsidenza naturale e antropica, unrest vulcanico, etc.) e delle deformazioni indotte dalle attività umane. Naturalmente, considerata la risoluzione spaziale e soprattutto quella temporale (frequenza di aggiornamento una volta all'anno), questi prodotti possono essere utilizzati solamente per un aggiornamento dei fenomeni deformativi nel tempo differito mentre non sono utili per il monitoraggio in near real time.

L'EGMS distribuisce tre livelli di prodotti aggiornati annualmente:

- base. Mappe di velocità della linea di vista in orbite ascendenti e discendenti con geolocalizzazione annotata e misure di qualità per punto di misurazione. I prodotti base sono riferiti ad un punto di riferimento locale;

- Calibrato. Mappe della velocità della linea di vista in orbite ascendenti e discendenti riferite a un modello derivato da dati di serie temporali dei sistemi satellitari di navigazione globale. I prodotti calibrati sono assoluti, non essendo più relativi ad un punto di riferimento locale;
- Orto. Componenti del moto (orizzontale e verticale) ancorate al modello geodetico di riferimento. I prodotti Ortho vengono ricampionati su una griglia di 100 m.

Inoltre, EGMS fornisce agli utenti il modello di velocità grigliata di 50 x 50 km utilizzato per calibrare il prodotto Basic.

SERVIZI DI GROUND MOTION REGIONALI (PS JOURNAL)

Rappresentano uno strumento utile di governo del territorio per l'individuazione di aree in cui l'accelerazione dei processi deformativi può essere indicativa di una potenziale evoluzione parossistica dei fenomeni (frane, subsidenza, vulcanismo, etc.). Il warning dovrà comunque essere confermato con specifici sopralluoghi sul terreno. Attualmente tale servizio è attivo in Toscana (dal 2016), in Valle d'Aosta (dal 2018), in Veneto (dal 2019) e nel Friuli-Venezia Giulia quest'ultimo attraverso la **piattaforma Rethicus**. Quest'ultima piattaforma traccia continuamente i movimenti del suolo tramite l'interferometria radar satellitare, elabora i dati e li rende fruibili su cloud in abbonamento.

Attualmente, in vista della prossima realizzazione del servizio di ground motion nazionale nell'ambito del programma Mirror Copernicus, sono già disponibili e accessibili le serie storiche dal 1992 dei PS su dati ENVISAT, ERS e CSK contenute nel **Piano Straordinario di Telerilevamento (PSTA)** del MITE.

COPERNICUS

Copernicus è il programma di osservazione della Terra dell'Unione europea, dedicato a monitorare il nostro pianeta e il suo ambiente a beneficio di tutti i cittadini europei. Offre servizi di informazione basati sull'osservazione satellitare della Terra e dati in situ (non spaziali).

Il programma è coordinato e gestito dalla Commissione europea ed è attuato in collaborazione con gli Stati membri, l'Agenzia spaziale europea (ESA), l'Organizzazione europea per l'esercizio dei satelliti meteorologici (EUMETSAT), il Centro europeo per le previsioni meteorologiche a medio termine (CEPMET), le agenzie dell'UE e Mercator Océan.

Il programma utilizza enormi quantità di dati globali provenienti da satelliti e da sistemi di misurazione terrestri, aerei e marittimi per fornire informazioni che aiutino i prestatori di servizi, le autorità pubbliche e altre organizzazioni internazionali a migliorare la qualità della vita dei cittadini europei. I servizi di informazione forniti sono accessibili agli utenti del programma in modo libero e gratuito. È possibile accedere ai dati e ai servizi di informazione di Copernicus tramite i DIAS o le piattaforme tradizionali di accesso ai dati.

Sulla base di osservazioni satellitari e in situ, i servizi Copernicus forniscono in tempo quasi reale dati con una copertura globale, che possono essere utilizzati anche per rispondere a esigenze locali e regionali. Copernicus raccoglie inoltre informazioni da sistemi in situ come le stazioni di terra, che forniscono dati acquisiti da numerosi sensori posizionati al suolo, in mare o nell'atmosfera.

I servizi Copernicus sono erogati sulla base dell'elaborazione di dati ambientali raccolti dai satelliti per l'osservazione della Terra e da sensori in situ. I satelliti per l'osservazione della Terra che forniscono i dati sfruttati dai servizi Copernicus sono suddivisi in due gruppi di missioni:

- I satelliti Sentinel, sviluppati per le esigenze specifiche del programma Copernicus. Sentinel-1, -2, -3 e -6 sono satelliti dedicati, mentre Sentinel-4 e -5 sono strumenti a bordo dei satelliti meteo dell'EUMETSAT. Sentinel-5P, ovvero il precursore di Sentinel-5, è anch'esso un satellite dedicato;
- Le missioni partecipanti, gestite da organizzazioni nazionali, europee o internazionali, forniscono già una ingente quantità di dati per i servizi Copernicus.

2.3.8 Reti di monitoraggio in situ

La descrizione analitica di tutte le reti di monitoraggio in situ rilevanti per il fenomeno della instabilità idrogeologica è riportata nel seguente Capitolo 9. Reti di monitoraggio.

2.4 Censimento dei fabbisogni e delle richieste

Per il Verticale 1 il quadro dei fabbisogni rilevati e delle richieste avanzate ai tavoli tecnici fanno riferimento ai seguenti Enti ed ai relativi documenti forniti:

AGENZIA ITALIA METEO

- SCHEDA AGENZIA ITALIAMETEO - UNICA PER TUTTI I TAVOLI.pdf
- ALLEGATO1-LEGGE-205-27122017-ITALIAMETEO-parte_rilevante.pdf
- Allegato2-RICOGNIZIONE
- Allegato3-WP-ITALIAMETEO-per-PNRR

DPC - DIPARTIMENTO DELLA PROTEZIONE CIVILE

- SCHEDA DIP. PROTEZIONE CIVILE - All.Instabilita.pdf
- Specifiche tecniche-RAN-OSS-20221112.docx *
- Oneri_aggiornamento_rete_radar_09112022.xlsx *

ISPRA

- ISPRAALLEGATOProposta_potenziamento_monitoraggio_frane_in_situ_ISPRA_Regioni_ARPA_01_07_2022_vers5.pdf
- Scheda ISPRA - Instabilità idrogeologica.pdf
- 00_STAZIONI_POA_NOV2022.xlsx *
- idrogeo_sistemi_monitoraggio_ISPRA.csv *
- idrogeo_dizionario_monitoraggio.xlsx *
- ISPRA IdroGeo_ Sistema Monitoraggio e Previsione - Censimento sistemi esistenti.v.1.1_IdroGEO_ISPRA.docx *

MiC – Ministero della Cultura

- SCHEDA MIC - INSTABILITA' IDROGEOLOGICA MIC - All. 1 - PNRR - M2C4_1.1.pdf
- MiC DG ABAP - Sistema Monitoraggio - Censimento sistemi esistenti - MiC_SITAP.docx *
- Indicazioni di carattere generale in merito ai sistemi ministeriali di riferimento nello specifico sulla "Carta del rischio" afferente alla DG-SPC trasmesse come testo e-mail *
- Definizione dei fabbisogni specifici della DG-ABAP trasmessi come testo e-mail *

MIMS – Ministero delle Infrastrutture e della Mobilità Sostenibile

- SCHEDA PROV. MIMS - Sistema di monitoraggio delle grandi dighe, appunto 06.06.2022.pdf

ADB – Autorità Distrettuale di Bacino

- ADB Alpi orientali
 - PNRR_SIM_AdB_TT_23092022_DirezioneIdraulica.pdf
 - PNRR_SIM_AdB_TT_DAO_Direzione_Geologia.pdf
 - PNRR_SIM_AdB_TT_DAO_Risorse_idriche__con_Allegato.pdf
- ADB Appennino Centrale
 - All1_MisurePGRA.pdf
 - All2_RIMU_progetto_2021_Umbria.pdf
 - All4_Stazioni_idrometriche__Bilancio_Idrologico_Nazionale_Estratto_dal_Progetto_POA_ACQ_UACENTRO.pdf
- ADB Appennino Settentrionale
 - Allegato2_Descrizonesintetica_rilevamento_regionale.pdf
 - Allegato3_Sistema_di_monitoraggio_PHUSICOS.pdf
 - PNRR_SIM_ADAS_def_1.pdf

- ADB Sicilia
 - 20220921_39881_S04_PNRR_SIM_AdB_TT_DRPC.pdf
 - 20220921_39881_S04_PNRR_TRASMISSIONE_ADB-MITE.pdf
 - ALL01_20211130_62993_S04_PNRR_SISTEM_MONIT_FRANE+Anagrafica.pdf
 - g19-17o - DPR 12 2 2018 n 4 - reg att AdB
- ADB FIUME PO
 - PNRR_SIM_AdB_TT_MP20220919_FM__1_ - Copia.pdf

IGM – Istituto Geografico Militare

- Scheda Istituto Geografico Militare - Instabilità idrogeologica.pdf
- RDN - progetto PNRR.docx *
- RELAZIONE- PNRR - Livellazione.docx *
- All 1 - SPECIFICHE IGM ricognizione, segnalizzazione e misura linee di livellazione.doc *
- estratto_copertura_LiDAR_PST.pdf *

AM - AERONAUTICA MILITARE

- PNRR_SCHEDA_DEI_FABBISOGNI AM - Servizio Meteorologico.pdf
- AM Sistema Monitoraggio e Previsione - Censimento sistemi esistenti.v.1.... (1).docx *
- ELENCO STAZIONI METEOROLOGICHE DELL'A.M.pdf *
- RICOGNIZIONE-AM novembre 2022.xlsx *

REGIONE LOMBARDIA

- SCHEDA FABBISOGNI _R_LOMB_SIT_Assetto Idrogeologico.pdf
- SCHEDA FABBISOGNI_R_LOMB_Protezione Civile.pdf

PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO

- PNRR_SCHEDA DEI FABBISOGNI_Geologico.pdf

Le Integrazioni documentali prodotte su richiesta *del RTI* sono contrassegnate con un * (asterisco).

Si riporta di seguito una sintesi tabellare delle esigenze e delle richieste espresse.

Figura 12 - Sintesi delle esigenze e richieste espresse Verticale Instabilità Idrogeologica

Ente	Richieste totali (unità)	Richieste totali (€)	Note
ISPRA	19	48.247.455,00	Di questi, 8.000.000€ relativi al monitoraggio satellitare potrebbero rientrare in ambito PNOT. In possesso dei costi scorporati per macrovoci per monitoraggio frane in situ
DPC	4	0,00	Richieste non quotate da parte dell'ente
IGM	5	22.780.787,00	In possesso dei costi scorporati per macro voci
AM	6	109.010.000,00	

MiC	2	0,00	Richieste non quotate da parte dell'ente
ADB Alpi Orientali	14	13.200.000,00	Il costo esposto si riferisce a due fabbisogni (Implementazione della piattaforma dell'Osservatorio dei Cittadini nella UoM Piave e creazione di un nuovo sistema in grado di restituire informazioni di allerta e previsione in modo automatico e continuativo nel tempo).
ADB Appennino Settentrionale	4	3.346.000,00	Costi di manutenzione previsti per l'Hub del Sistema Integrato di Monitoraggio: 771.000,00 €
ADB Appennino Centrale	8	2.900.000,00	
ADB Fiume Po	3	23.130.000,00	
ADB Sicilia - DRPC Sicilia	2	15.130.000,00	Parte dei costi esposti per il monitoraggio geologico di siti prioritari è già contenuto nella proposta ISPRA
Abruzzo	29	5.216.830,00	Censimento idro ISPRA (14 richieste) + Censimento geo ISPRA (15 richieste)
Basilicata	13	1.437.000,00	Censimento idro ISPRA (9 richieste) + Censimento geo ISPRA (4 richieste)
Provincia di Bolzano	11	865.000,00	Censimento idro ISPRA (7 richieste) + Censimento geo ISPRA (4 richieste)
Calabria	1	220.000,00	Censimento geo ISPRA
Campania	12	2.300.000,00	Censimento geo ISPRA
Emilia-Romagna	22	1.665.000,00	Censimento idro ISPRA (7 richieste) + Censimento geo ISPRA (15 richieste)
Friuli Venezia Giulia	10	1.348.500,00	Censimento idro ISPRA (6 richieste) + Censimento geo ISPRA (4 richieste)
Lazio	18	2.849.000,00	CNITA (1 richiesta) + Censimento idro ISPRA (6 richieste) + Censimento geo ISPRA (11 richieste)
Liguria	34	1.209.100,00	Censimento idro ISPRA (21 richieste) + Censimento geo ISPRA (13 richieste)
Lombardia	25	5.950.000,00	CNITA (13 richieste di cui 4 non quotate) + Censimento idro ISPRA (5 richieste) + Censimento geo ISPRA (7 richieste)
Marche	10	1.470.677,00	Censimento idro ISPRA (9 richieste) + Censimento geo ISPRA (1 richiesta)
Molise	7	1.375.000,00	Censimento idro ISPRA (5 richieste) + Censimento geo ISPRA (2 richieste)
Piemonte	12	1.455.000,00	Censimento idro ISPRA (4 richieste) + Censimento geo ISPRA (8 richieste)
Puglia	4	2.171.600,00	Censimento geo ISPRA

Sardegna	5	1.500.000,00	Censimento geo ISPRA
Sicilia	34	2.020.000,00	Censimento idro ISPRA
Toscana	16	1.496.830,00	Censimento idro ISPRA (7 richieste) + Censimento geo ISPRA (9 richieste)
Provincia autonoma di Trento	11	1.000.000,00	CNITA (7 richieste non quotate) + Censimento geo ISPRA (4 richieste)
Umbria	6	941.000,00	Censimento geo ISPRA
Valle D'Aosta	17	2.757.000,00	CNITA (4 richieste non quotate) + Censimento idro ISPRA (5 richieste) + Censimento geo ISPRA (8 richieste)
Veneto	13	3.780.000,00	Censimento idro ISPRA (5 richieste) + Censimento geo ISPRA (8 richieste)
TOTALE		270.966.779,00	

3 3. AGRICOLTURA DI PRECISIONE

Secondo definizione, per Agricoltura di precisione (Adp) si intende un insieme di tecnologie e strumenti applicati ai processi produttivi in agricoltura posti in essere al fine di migliorare la produzione, minimizzare i danni ambientali ed elevare gli standard qualitativi dei prodotti agricoli. La "precisione" introdotta da tali tecnologie consente di effettuare una distribuzione mirata dei principali fattori di produzione (acqua, fertilizzanti, fitofarmaci) solo dove serve e nella quantità corrispondente al reale fabbisogno della coltivazione in atto.

I sistemi applicati all'Adp comportano un incremento di produttività a parità di "input", in quanto viene ridotta la variabilità di campo, producendo maggiormente nei punti meno fertili e riducendo la sensibilità agli effetti climatici. Le risorse, in questo modo, sono ottimizzate abbassando il costo di produzione, da un lato, e incrementando e stabilizzando la redditività, dall'altro. L'Adp, rappresenta, quindi, una serie ciclica di operazioni effettuate per ottimizzare la produzione, minimizzando l'utilizzo di risorse (quali l'acqua i fitofarmaci, fertilizzanti) i tempi di lavorazione e, al contempo, massimizzando la resa. In Italia lo sviluppo dell'AdP risulta in linea con le tendenze di sviluppo nell'Unione Europea, evidenziando un impegno destinato ad aumentare rapidamente nel tempo.

La sinergia tra la meccanizzazione e l'ingegneria ad alta tecnologia sta rivoluzionando l'agricoltura, con l'impiego di tecnologie come computer, satelliti, sistemi di posizionamento ad alta precisione, sensori intelligenti, networks ed un'ampia gamma di applicazioni, che rendono possibile aumentare la produzione, ottimizzare le risorse, ridurre i costi e favorire i migliori risultati produttivi quanti-qualitativi, in base alle caratteristiche specifiche del suolo e/o culturali. La gestione strategica definita "Agricoltura di Precisione", oltre a sostenere l'agricoltore in ogni intervento agronomico, come la preparazione del terreno, la protezione e la raccolta delle colture, la semina, la fertilizzazione, l'irrigazione, consente di ottimizzare tutte le risorse impiegate e la forza lavoro, migliorando la sicurezza e l'ergonomia delle attrezzature.

In tale contesto in Italia, con il decreto ministeriale n. 33671 del 22 dicembre 2017, sono state approvate le "Linee guida per lo sviluppo della Agricoltura di precisione in Italia" sulla base di un'analisi condotta da un Gruppo di lavoro formato da rappresentanti dei principali enti di ricerca nazionali, sotto il coordinamento del Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali e con il supporto del Crea. Al momento, come confermato da informazioni acquisite presso i competenti Uffici del Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali, le suddette Linee Guida non risultano essere state aggiornate, nè sono disponibili statistiche ufficiali del MIPPAAF aggiornate dell'Adp e della sua diffusione nell'ambito del tessuto aziendale nazionale. Alcuni recentissimi studi confermano il livello di interesse raggiunto da parte degli agricoltori negli ultimi anni, ma nonostante siano acclamate le potenzialità e

le tecnologie, la diffusione dell'AdP in Italia rimane molto limitata rispetto alla situazione internazionale. Le ragioni di questo lento trasferimento non sono dovute alla mancanza di offerta e nemmeno alla scarsità di ricerche e sperimentazioni intraprese nel nostro territorio. Probabilmente le cause possono essere: gli ambienti fortemente eterogenei, le caratteristiche del territorio, l'età/livello di istruzione e la dimensione aziendale.

Nell'ambito dello sviluppo del sistema avanzato ed integrato di monitoraggio e previsione (PNRR - M2C4_1.1), l'elemento costitutivo del sistema è rappresentato dalla raccolta, l'omogeneizzazione e l'elaborazione di dati territoriali. Si prevede lo sfruttamento di dati, prodotti e servizi derivanti da satelliti (programmi spaziali europei e nazionali già in sviluppo), droni, sensoristica da remoto in situ, integrazione di sistemi informativi esistenti ed elaborazione nuovi algoritmi.

In particolare, nel verticale relativo all'Adp, vengono individuati una serie di prodotti considerati di interesse primario e che possono rappresentare anche una sorgente informativa utile agli scopi di altri verticali.

3.1 Riferimenti normativi

In Italia, con il decreto ministeriale n. 33671 del 22 dicembre 2017, sono state approvate le "Linee guida per lo sviluppo della Agricoltura di precisione in Italia" sulla base di un'analisi condotta da un Gruppo di lavoro formato da rappresentanti dei principali enti di ricerca nazionali, sotto il coordinamento del Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali e con il supporto del Crea. Il sopra citato decreto ha previsto, inoltre, all'articolo 2, che le Regioni e le Province autonome individuano, in conformità alle Linee Guida di cui all'articolo 1, idonei sostegni finanziari ai fini dello sviluppo e della diffusione delle tecniche relative all'Agricoltura di Precisione. L'articolo 3 prevede, poi, un aggiornamento con cadenza biennale delle suddette Linee Guida allo scopo di garantire una continua verifica dell'offerta tecnologica in agricoltura a livello nazionale. Al momento, le suddette Linee Guida non risultano essere state aggiornate, nè sono disponibili statistiche ufficiali del MIPPAAF aggiornate dell'Adp e della sua diffusione nell'ambito del tessuto aziendale. Un punto di partenza significativo, oltre al Codice della protezione civile di cui al D.Lgs. 2 gennaio 2018, è il combinato disposto dal comma 12-quaterdecies dell'articolo 23 del decreto-legge 6 luglio 2012, n. 95, convertito, con modificazioni, dalla legge 7 agosto 2012, n. 135 e gli articoli 3 e 11 della Legge 28 giugno 2016, n.132, istitutiva del SNPA.

Tale combinato si pone quale raccordo tra D.Lgs. 27 gennaio 2010, n. 32, attuativa della direttiva 2007/2/CE, che istituisce un'infrastruttura per l'informazione territoriale nella Comunità europea (INSPIRE), nonché i successivi DPCM collegati e la Legge 11 gennaio 2018, n.7, detta Legge "Spazio". Con la legge 27 dicembre 2017, n. 205 "Bilancio di previsione dello Stato per l'anno finanziario 2018 e bilancio pluriennale per il triennio 2018-2020", nel comma 551 dell'art.1 viene istituita l'Agenzia nazionale per la meteorologia e climatologia denominata «ItaliaMeteo», elencandone i compiti.

Il Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali (Mipaaf) svolge le funzioni ed i compiti statali ad esso spettanti in materia di agricoltura e foreste, caccia, alimentazione, pesca, produzione, prima trasformazione e commercializzazione dei prodotti agricoli e della pesca, come definiti dall'articolo 38 del Trattato sul Funzionamento dell'Unione Europea e dalla vigente normativa comunitaria e nazionale.

Il Mipaaf elabora e coordina la politica agricola, agroalimentare, della pesca e dell'acquacoltura, delle foreste e dell'ippica, anche con riferimento alle frodi alimentari ed alla sicurezza alimentare, ferme restando le competenze dell'Unione Europea, delle Regioni e delle Province autonome in materia. Il Mipaaf esercita attività di vigilanza sui seguenti Enti:

- AGEA, ente pubblico non economico, che svolge le funzioni di organismo pagatore nazionale per l'erogazione di aiuti, contributi e premi comunitari;
- CREA, ente di ricerca di diritto pubblico con competenza scientifica nel settore agricolo, zootecnico, ittico, forestale, agroindustriale, nutrizionale, fino all'ambito socioeconomico. Si articola in 12 Centri di ricerca, 6 di filiera e 6 trasversali, presenti in maniera capillare sul territorio nazionale.
- ISMEA, (Istituto di Servizi per il Mercato Agricolo Alimentare) è un ente pubblico economico, che realizza servizi informativi, assicurativi e finanziari e costituisce forme di garanzia creditizia e finanziaria per le imprese agricole e le loro forme associate, al fine di favorire l'informazione e la trasparenza dei mercati, agevolare il rapporto con il sistema bancario e assicurativo, favorire la competitività aziendale e ridurre i rischi inerenti alle attività produttive e di mercato.

- EIPLI, ente pubblico non economico, (soppresso dal decreto legge 201/2011 convertito con legge 24/12/2011 n. 214, che all'articolo 21, comma 10, e messo in liquidazione) che provvede, nei territori delle Regioni Puglia e Basilicata e della Provincia di Avellino, alla elaborazione di interventi organici a carattere interregionale finalizzati alla conservazione dell'equilibrio idrogeologico ed inoltre alla progettazione ed alla esecuzione di opere idrauliche ed irrigue a carattere interregionale, compresi i serbatoi ed i laghi artificiali, nonché al loro esercizio ed alla loro manutenzione.
- Ente Nazionale Risi (legge n. 1785 del 1931) ente pubblico economico, organismo di intervento per l'attuazione delle norme comunitarie sul riso e Organismo Pagatore, ai sensi dell'art. 4 del reg. CEE n. 729/70, così come modificato dall'art. 1 del Reg. CE n. 1287/95, per quanto attiene le operazioni di intervento nel settore agricolo.

Rimanendo nel contesto nazionale, le altre norme di riferimento individuate nel contesto dell'Adp sono:

- D.P.R. 120/2003 (conservazioni degli habitat naturali e seminaturali, flora e fauna selvatiche)
- D.Lgs 102/2004 (Interventi finanziari a sostegno delle imprese agricole)
- D.Lgs 152/2006 (Codice dell'ambiente, convertito, con modificazioni, dalla L. 21 settembre 2022, n. 142, e dal D.L. 23 settembre 2022, n. 144)
- D.Lgs 49/2010 (Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni)
- Legge 10/2013 (Norme per lo sviluppo degli spazi verdi urbani)
- DM MATTM 22 gennaio 2013 "Registro nazionale dei serbatoi di carbonio"
- Decreto 9 dicembre 2016 "Attuazione della legge 3 maggio 2016, n. 79 in materia di ratifica ed esecuzione dell'Emendamento di Doha al Protocollo di Kyoto. (GU Serie Generale n.298 del 22-12-2016)
- DM 162/2015 sulla semplificazione e lo sviluppo del sistema di gestione del rischio (SGR)
- Legge 28/06/2016 n. 132 (Istituzione del Sistema nazionale a rete per la protezione dell'ambiente e disciplina dell'Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale)
- D. Lgs. 34/2018 (Testo unico in materia di foreste e filiere forestali)
- D. Lgs. 150/2012 che recepisce la direttiva 2009/128/CE: Piano di Azione Nazionale per l'uso sostenibile dei prodotti fitosanitari
- DM n. 3687/2020 Piano di Gestione del Rischio 2020: individuazione, validazione ed uso di algoritmi e modelli che correlino l'andamento delle rese a ben determinati eventi meteorologici e fasi fenologiche delle colture.

Focalizzando su un contesto internazionale, Il Green Deal europeo mira ad avviare l'elaborazione di una serie di politiche profondamente trasformative e integrare la sostenibilità in tutte le politiche dell'UE, stimolando investimenti sia pubblici che privati, allo scopo di trasformare l'economia dell'UE per un futuro sostenibile. Il settore agricolo ed agro-alimentare, rientrano in quelle tipologie di attività produttive da un lato vulnerabili, ma dall'altro molto impattanti rispetto ai cambiamenti climatici, necessitano quindi di una trasformazione nel nome della sostenibilità, assicurandone crescita e sviluppo e soddisfacimento dei fabbisogni. La Comunicazione 4 sul futuro dell'alimentazione e dell'agricoltura sottolinea come gli agricoltori e i selvicoltori siano i primi custodi dell'ambiente naturale, in quanto curano risorse naturali, come suolo, acqua, aria e biodiversità sul 48% del territorio dell'UE, garantendo funzioni essenziali di assorbimento del carbonio e di fornitura di energia e risorse rinnovabili per l'industria nel quadro della bioeconomia. La Commissione Europea nella "Strategia tematica per la protezione del suolo" (COM2006/231) individua nella diminuzione del contenuto di carbonio organico nei suoli una grave minaccia ed un elemento di degrado del suolo e pone come obiettivo del 7° programma di azione per l'ambiente (7°PAA, Decisione N.1386/2013/UE) "un mondo esente dal degrado del suolo nel contesto dello sviluppo sostenibile"; in coerenza con tale obiettivo identifica nella Pianificazione Agricola Comune (Reg.UE n. 1306/2013). Il Green Deal riconosce il ruolo fondamentale svolto dagli agricoltori nella gestione della transizione. Le normative di riferimento europee, riportate nel seguito, coprono gli aspetti più di dettaglio rispetto al corretto svolgimento delle

attività in ambito Adp a tutela degli ecosistemi in cui insistono e delle emissioni in atmosfera Green House Gas (GHG):

- Direttiva 86/278/CEE (direttiva utilizzo agronomico fanghi)
- Direttiva Europea Nitrati (91/676/EEC)
- Direttiva Habitat (92/43/EEC)
- Direttiva Quadro Acque (2000/60/EC)
- Regolamento (CE) n. 1737/2006 della Commissione, del 7 novembre 2006.
- Regolamento (CE) 2006/1907 (REACH)
- Direttiva valutazione e gestione rischi alluvioni (2007/60/EC)
- Direttiva 2009/128/CE (utilizzo sostenibile prodotti fitosanitari)
- Direttiva Uccelli (2009/147/EC)
- Direttiva 2009/128/CE: l'obbligo di applicare i principi della difesa integrata
- Regulation (EC) No 401/2009 of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the European Environment Agency and the European Environment Information and Observation Network
- Regolamento (CE) 2009/1185 (statistiche sui pesticidi)
- Regolamento (CE) 2009/1107 (prodotti fitosanitari)
- Regolamento (CE) 2009/1069 (sottoprodotti di origine animale e prodotti derivati destinati al consumo umano)
- Roadmap to a Resource Efficient Europe COM(2011) 571
- Guidelines on best practice to limit, mitigate or compensate soil sealing SWD (2012) 101
- Regolamento (UE) 2012/528 (biocidi)
- Decisione n. 529/2013/UE (emissioni e agli assorbimenti di gas a effetto serra LULUCF)
- Regulation (EU) No 377/2014 of the European Parliament and of the Council of 3 April 2014
- Reg. (UE) n. 640/2014
- Regolamento (UE) 2018/841 (gas a effetto serra)
- Regolamento (UE) 2018/848 (agricoltura biologica)
- COM (2018) 395 (Iniziativa UE a favore degli impollinatori)
- COM (2019) 640 final (Green Deal)
- Regolamento (UE) 2019/1009 (nuovo regolamento fertilizzanti, in vigore dal 22 luglio 2022)
- EU strategy on adaptation to climate change, 24 February 2021
- COM(2020) 380 final. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. EU Biodiversity Strategy for 2030

3.2 Analisi dei processi, degli attori e delle responsabilità

Lo sviluppo tecnologico, la diffusione della digitalizzazione in tutti i settori produttivi e il ricambio generazionale, hanno ridestato interesse per l'AdP che, a partire indicativamente dal 2010, ha iniziato, seppur gradualmente, a diffondersi nelle aziende agricole maggiormente vocate e presso i contoterzisti e a svilupparsi verso una forma più evoluta definita agricoltura digitale (azioni di gestione dei dati generati dal sistema fino alla creazione di processi previsionali)

Attualmente, l'AdP si basa su quattro pilastri tecnologici principali:

- sistema di posizionamento geografico basato su costellazioni di satelliti (Gps, Glonass, Galileo, BeiDou);
- sistema d'informazione geografica (Gis);
- applicazioni in termini di: sensori per l'acquisizione dei dati, attuatori per il dosaggio variabile, controllo delle sezioni di campo, sistemi per la valutazione della qualità dei prodotti;
- sistemi per la connettività e l'interoperabilità (internet, IoT, protocolli di comunicazione).

Tenendo conto di quanto sopra, le tecnologie dell'AdP possono essere suddivise in due grandi categorie:

- A) Relative alla GUIDA ASSISTITA/SEMI-AUTOMATICA: consentono alle macchine di individuare precisamente i percorsi da fare e fatti in modo tale da evitare sovrapposizioni e garantire la correttezza/maggior efficienza delle linee delle operazioni a prescindere dall'operatore; tale tecnologia determina un aumento della capacità di lavoro delle macchine, la riduzione della fatica degli operatori, la drastica riduzione dei consumi di gasolio e dei costi di esercizio delle macchine in generale, la drastica riduzione delle sovrapposizioni e, quindi, la forte riduzione degli "sprechi" dei fattori di produzione (fitofarmaci, fertilizzanti, seme) nonché degli effetti negativi derivanti dai sovradosaggi di questi ultimi.
- B) Relative al DOSAGGIO VARIABILE dei fattori produttivi: consentono di variare l'input dei fattori di produzione in funzione delle esigenze della coltura e delle caratteristiche del terreno; ciò determina l'aumento dell'efficienza dei fattori di produzione, minori sprechi e quindi minor inquinamento, nonché la massimizzazione della resa nelle condizioni date. Tale procedura prevede quattro fasi attuative:
- 1) il monitoraggio di dati (ambientali, produttivi, pedologici, meccanici, ecc.);
 - 2) l'analisi;
 - 3) decisione/azione;
 - 4) il controllo.

Questi quattro pilastri sono finalizzati alla gestione sostenibile delle risorse (fertilizzanti e nutrienti, sementi, prodotti fitosanitari, carburanti, acqua, suolo, ecc.) per mezzo del controllo delle macchine che le gestiscono.

Lo sviluppo pieno delle tecnologie della categoria B dell'AdP richiede anche informazioni agrometeorologiche e agro-climatiche tipicamente ad elevata risoluzione sia spaziale che temporale; d'altra parte, lo stesso non può prescindere da dati meteo-climatici di qualità e che presentino una validità ed una omogeneità a livello nazionale, necessaria per lo sviluppo e calibrazione di modelli agronomici, agro-fenologici e fitosanitari. E' importante, quindi, che siano resi disponibili tali dati di buona qualità, completi e facilmente fruibili.

3.2.1 Macro Aree Trasversali

Mentre è semplice individuare le aree di filiera produttiva (inerenti le applicazioni e le esigenze specifiche relative ai diversi sistemi produttivi) in cui l'AdP porta benefici, bisogna considerare delle aree trasversali (principalmente di carattere tecnologico e di trattamento dati) che si innestano su quelle di filiera contribuendo allo sviluppo di ognuno di essi.

SISTEMI DI GEOLOCALIZZAZIONE

Per quanto riguarda le macchine semoventi, oltre alle diverse predisposizioni di serie, le soluzioni disponibili per la geolocalizzazione permettono diversi gradi di precisione a seconda della rete satellitare utilizzata e del sistema di correzione adottato (da 8-10 m a 2-3 cm) e diverse modalità di intervento sulla guida, da quello manuale con indicazioni spesso solo visive, a quello assistito, fino a quello automatico.

Per aumentare la diffusione dell'uso del posizionamento satellitare, ad esempio, per i contoterzisti sono in studio semplici strumenti a basso costo che, collegati in plug-in al proprio telefono cellulare, garantiscono accuratissime di posizionamento in campo intorno al metro. Per quanto riguarda le macchine operatrici, la possibilità di variare la distribuzione in continuo dei mezzi tecnici è ormai realtà commerciale; sono gestibili separatamente settori di appena 30-40 cm di larghezza su fronti di oltre 30 metri, per distribuzioni liquide/granulari sia di fertilizzanti che di antiparassitari.

INTERAZIONE TRATTRICE/OPERATRICE

ISOBUS è l'infrastruttura tecnologica che consente la comunicazione e la trasmissione di dati e comandi tra tutte le parti coinvolte nell'attività agricola, come la trattoria agricola, le attrezzature accessorie che possono essere associate ad essa, l'operatore e l'azienda, con il fine di migliorare il rapporto risorse-lavoro-resa produttiva. Dotando i trattori ed ogni singolo attrezzo ad esso applicabile, di 'Centraline elettroniche' (Electronic Control Units - ECUs), ed installando sulle cabine, come singolo dispositivo di interfaccia universale, un display di sempre più semplice/intuitivo utilizzo da parte dell'operatore. Lo standard ISO 11783 stabilisce tutti i requisiti essenziali per la comunicazione

ISOBUS, assicurando la piena compatibilità tra dispositivi di diversi costruttori. La fondazione internazionale AEF, (Agricultural Industry Electronic Foundation, www.aef-online.org), che rappresenta le principali aziende costruttrici di attrezzature e trattatrici agricole, nonché del settore di elettronica per l'agricoltura, ha sviluppato, sostiene e promuove lo sviluppo della tecnologia ISOBUS e l'adozione dello Standard ISO 11783, a livello mondiale.

SENSORISTICA

L'Agricoltura di Precisione si basa su una dettagliata conoscenza della variabilità spaziale delle principali proprietà dei suoli e delle caratteristiche vegetative delle piante nei sistemi colturali. Per l'acquisizione dei dati, entrano in gioco i sensori, distinguibili in "remote" e "proximal sensing", i primi che utilizzano sensoristica installata su satellite o aereo, i secondi strumentazione da campo. Nel caso del "remote sensing" si utilizzano solitamente sensori di tipo passivo, che sfruttano cioè la luce solare calcolandone la quantità riflessa dalla vegetazione, con i limiti all'utilizzo del monitoraggio da remoto, che necessitano di correzioni atmosferiche via software (differenze di lettura in caso di variabilità nella trasmissione del segnale in atmosfera) e l'assenza di copertura nuvolosa. Negli ultimi anni, la sensoristica da remoto ha subito una notevole evoluzione, passando da sensori che analizzavano solo porzioni limitate dello spettro elettromagnetico (essenzialmente il visibile-VIS, l'infrarosso vicino-NIR, short wave infrared-SWIR), a sensori in grado di utilizzare un ampio intervallo di lunghezze d'onda (dalle microonde agli ultravioletti). Il programma di osservazione della terra ESA Copernicus, attraverso la costellazione Sentinel-1 (SAR microonde) e Sentinel-2 (VIS, NIR, SWIR) permette il monitoraggio sistematico su scala globale con risoluzioni spaziali dai 10m ai 20m e tempo di rivisita da 3 a 6 giorni a seconda delle latitudini, mettendo a disposizione gratuitamente i prodotti. LE missioni commerciali DigitalGlobe Worldview o Planet mettono a disposizione prodotti ottici ad altissima risoluzione spaziale (da 3m fino a 30 cm), ma con capacità di copertura al suolo del singolo prodotto più limitata. La larghezza di banda spettrale si è poi ridotta drasticamente con l'avvento del rilevamento iperspettrale, che permette una migliore analisi di composti specifici, delle interazioni molecolari, dello stress delle colture e consente, inoltre, di individuare specifiche caratteristiche biofisiche e biochimiche. Anche i dati satellitari stanno incrementando la loro offerta spettrale, come ad esempio il sensore della missione ASI iperspettrale Prisma e quello dell'agenzia spaziale israeliana Shalom, in attesa dei prossimi lanci del sensore iperspettrale CHIME che andrà ad integrare il programma ESA Copernicus. Attualmente è disponibile un'ampia varietà di indici spettrali per varie applicazioni in AdP, che vanno ad aggiungersi al già diffuso NDVI (Normalized Difference Vegetation Index). Allo stesso tempo, l'evoluzione dei sensori ha incrementato la risoluzione spaziale, permettendo la valutazione del suolo e delle colture con un'accuratezza sub-metrica, richiedendo, però, l'incremento delle capacità di memorizzazione e soprattutto di elaborazione dei dati. Oltre all'evoluzione della sensoristica in termini prestazionali (spettrale/spaziale), va menzionata anche la miniaturizzazione che ha permesso l'installazione su multirotori UAV che possono eseguire campagne di acquisizioni autonome e ripetibili. Questi mezzi si pongono in un ambito applicativo tra il remote ed il proximal sensing, incrementando e semplificando le capacità di osservazione e di dettaglio ottenibili, mitigando i limiti di disponibilità del prodotto satellitare (in termini di passaggio ed eventuale copertura nuvolosa) ed i costi di un prodotto a risoluzione centimetrica.

La realizzazione di cartografie (GIS, pedologiche, ecc.) con adeguata scala di dettaglio, può avvalersi di misure più economiche ed efficienti, grazie allo sviluppo delle tecnologie di diverse tipologie di sensori prossimali. Queste, tramite misure speditive ed a basso costo, riescono a fornire mappe molto dettagliate della variabilità del suolo a diverse profondità. Per "prossimali" si intendono quei sensori che eseguono la misura a distanze minime (1-2 m) o tramite il contatto diretto con il suolo. Rispetto ai sensori aviotrasportati o satellitari, hanno il pregio di avere una maggior precisione e un più semplice utilizzo, ma a corto raggio. Le principali tipologie di sensori prossimali per il rilevamento al suolo sono:

- 1) sensori a induzione elettromagnetica (EMI): consentono il rilevamento della conducibilità elettrica del suolo, fino a 2 o 3 m di profondità, senza bisogno di contatto diretto. La conducibilità elettrica del suolo è ben correlata con le caratteristiche fisico-idrologiche dello stesso (in particolare: tessitura, pietrosità, capacità di ritenzione idrica, compattamento, salinità) e fornisce indicazioni sul prelievo di campioni rappresentativi da sottoporre ad analisi chimico-fisiche per una rappresentazione sito-specifica delle caratteristiche del terreno;

- 2) georesistivimetri trainabili per la misura della resistività elettrica del suolo a diverse profondità: forniscono un risultato molto simile ai precedenti, ma sono strumenti molto più grandi che hanno bisogno di un contatto diretto con il terreno;

3) spettrometri di raggi-gamma: misurano in continuo i raggi gamma emessi naturalmente dai primi decimetri (30-40 cm) di suolo o delle rocce. Tramite l'analisi dello spettro è possibile calcolare la quantità dei maggiori isotopi (^{40}K , ^{232}Th , ^{238}U) presenti nel suolo. Il conteggio totale dei raggi-gamma e la quantità di isotopi è in relazione con la mineralogia del suolo, la tessitura, la pietrosità superficiale ed i carbonati. Sono una tipologia di sensori di grande potenzialità e precisione, ma ancora poco utilizzati in agricoltura e nel rilevamento pedologico;

4) spettrometri di riflettanza diffusa nel campo dell'ultravioletto-visibile-infrarosso (UV-Vis-NIR): sono una tipologia di sensori molto diversificata e in agricoltura vengono utilizzati sia per il suolo che per le piante. Sfruttano il principio per cui un materiale riflette la luce nel campo del visibile e dell'infrarosso con caratteristiche spettrali specifiche della sua composizione. Riguardo alle piante, tra le varie applicazioni, essi possono essere utilizzati per il monitoraggio dello stato nutrizionale ed il contenuto idrico.

Per quanto riguarda invece il rilevamento prossimale delle caratteristiche vegetative delle piante si segnalano:

1. reti di Sensori Wireless o Wireless Sensor Network (WSN). Le tecnologie che utilizzano tali reti di sensori sono efficaci strumenti che consentono un monitoraggio continuo e in tempo reale dei parametri legati alla fisiologia della pianta e al suo ambiente di sviluppo, rendendoli fruibili da remoto;
2. sensori per il monitoraggio della coltura. Sono sensori in grado di mappare lo stato della coltura per mezzo di uno screening laterale della parete fogliare lungo filare e un sistema di GNSS per la georeferenziazione dei dati acquisiti;
3. sensori per il monitoraggio della produzione. Per quanto riguarda il monitoraggio della produzione rappresentano sistemi ormai molto diffusi, in grado di registrare informazioni georiferite, integrabili sulle macchine trattrici;
4. sensori per il monitoraggio della qualità. Tali strumenti sono concepiti come "handheld", ossia strumenti portati a mano da un operatore, impiegati per misure prossimali georiferite. I principali sono spettrofotometri con ricevitore satellitare integrato, per monitorare la maturazione dei prodotti. Oltre a strumenti basati su tecniche spettrofotometriche, sono presenti anche soluzioni in grado di effettuare misure di fluorescenza.

DATA MANAGEMENT

Il data management è uno degli aspetti cruciali dell'AdP. Rappresenta un tassello fondamentale per lo sviluppo del settore ma pone delle problematiche di gestione oltre a questioni tutt'ora da risolvere, non solo di tipo tecnico, ma anche di carattere politico-economico. Si pensi a tal proposito alla gestione dei cosiddetti big data detenuti da grandi aziende private.

Da un punto di vista più strettamente scientifico, è ben noto come l'AdP produca una grande mole di dati multi-sensore e multi-sorgente derivanti dai differenti sensori. Tali dati, inoltre, sono geolocalizzati e spesso sono temporalmente spazializzati, con frequenze di acquisizione elevate. Si generano, quindi, data-set di dimensioni enormi. Purtroppo, molti di questi dati vengono dispersi a causa della attuale limitata capacità organizzativa, di sintesi e di interrogazione. Inoltre, altre problematiche emergenti, riguardano: la creazione e la distribuzione di informazioni georeferenziate molto dettagliate; la ridefinizione e/o lo sviluppo in un contesto di cooperazione multidisciplinare di nuove metodologie di analisi; l'adozione di pratiche agronomiche per il miglioramento della tutela ambientale.

A fronte di notevoli spese per acquisizione di hardware, droni e sensori dedicati, l'informazione prodotta non è spesso adeguata ed è comunque limitata, soprattutto spazialmente.

I principali colli di bottiglia dal punto di vista del "data management" riguardano:

1. l'organizzazione del dataset per l'allineamento dei dati spazialmente e temporalmente (allineando e sintetizzando le frequenze di acquisizione);
2. l'elaborazione del dataset mediante applicazioni di geostatistica multivariata per lo studio della variabilità spaziale, definizione di aree omogenee per la gestione agronomica differenziata mediante l'impiego combinato di geostatistica e simulazione dinamica culturale;
3. la realizzazione di modelli supervisionati generalizzabili per l'ottenimento di previsioni/classificazioni efficienti ed in grado, eventualmente, di comunicare rapidamente con degli attuatori;
4. la gestione e l'interrogazione, su larga scala, di informazioni provenienti da più sensori e più macchine posizionate in differenti località per ottenere dati sintetici utili ai diversi operatori della filiera.

È indispensabile realizzare piattaforme avanzate ed integrate di gestione, con sistemi esperti di supporto alle decisioni basati su modelli di simulazione dei parametri specifici per la gestione agronomica sito-specifica delle principali colture del territorio. A questo proposito, è da segnalare che anche le politiche agricole europee (PAC)




sono tese a cambiare il loro focus per passare da una politica di controllo pluriennale sulla correttezza dell'erogazione dei sussidi a un approccio di monitoraggio dinamico dell'intera realtà agro-ambientale dell'Unione. Le nuove possibilità e potenzialità tecnologiche, infatti (costellazione satellitare Sentinel, big data e Cloud, processori ad alta velocità, reti di sensori in campo sempre più sicuri ed economici, ecc.), stanno offrendo finalmente la possibilità di un cambio di passo, espandendo enormemente la platea di lavoro all'intera superficie agro-pastorale continentale. Questo porterà le Agenzie ufficiali di pagamento, come l'AGEA in Italia, a divenire collettori e distributori di grandi moli di dati, indicatori e prodotti intermedi (classificazioni, indici satellitari, domande grafiche aziendali, rilevamenti da drone e da cellulare "geo-tagged", punti tematici GNSS sempre più economici, ecc..) che potranno essere messi su cloud a disposizione del comparto pubblico e privato. L'alta frequenza delle informazioni, la capacità di calcolo e di storage, offriranno quindi ad Enti specializzati, singoli professionisti, fino agli agricoltori/contoterzisti stessi, informazioni multitemporali da utilizzare sui loro strumenti abituali come base analitica per qualsiasi attività "verticale" e ad hoc di AdP, riducendo al minimo i costi, i tempi operativi e soprattutto le difficoltà di processare e gestire dati finora costosi e software complessi e disponibili solo previo l'acquisto di licenza d'uso.

3.2.2 Applicazione in sistemi colturali erbacei

I sistemi colturali erbacei, in particolare quelli basati su colture cerealicole, sono stati quelli in cui le tecnologie riconducibili all'AdP si sono sviluppate per prime. In effetti, spesso si tratta di sistemi caratterizzati da appezzamenti di dimensioni medio-grandi, in cui è abbastanza evidente la scarsa efficienza della gestione agronomica uniforme nello spazio e nel tempo. Le prime macchine mietitrebbiatrici in grado di fornire mappe delle produzioni, grazie all'uso di quantimetri e sistemi di posizionamento satellitare (GNSS), sono state introdotte sul mercato statunitense negli anni Ottanta e in Italia negli anni Novanta. Il primo spandiconcime a rateo variabile pienamente funzionante ed operativo è stato immesso sul mercato statunitense a fine anni Ottanta. I sistemi satellitari di guida parallela, introdotti nel mercato italiano a partire dagli anni Novanta, stanno trovando attualmente nei sistemi colturali erbacei una crescente diffusione, per operazioni quali la semina, i trattamenti fitosanitari e le lavorazioni.

Così come per altri sistemi colturali, una delle fasi fondamentali nell'implementazione della gestione sito-specifica dell'AdP, è quella della raccolta delle informazioni necessarie per quantificare la variabilità del sistema colturale, con modalità rapida, economica ed accurata, ma soprattutto compatibile con la gestione agronomica complessiva per migliorare l'efficienza. Tra le tecnologie attualmente disponibili a questo scopo, adatte ad applicazioni nei sistemi colturali erbacei, vi sono quelle basate sul telerilevamento da piattaforme satellitari, da droni, o da sensori prossimali installati ad es. sulle trattrici. Gli aspetti più importanti da considerare oltre a quelli economici (Tabella 1), che dipendono anche dalle dimensioni delle superfici da gestire, sono di tipo tecnico.

Tabella 7 - Impatto economico delle tecnologie

IMPATTO ECONOMICO DELLE TECNOLOGIE	
<p>SATELLITE</p> 	<p>Da 0 a 0,30 €/ha</p>
<p>DRONI (UAV)</p> 	<p>Da 5 a 20 €/ha</p>
<p>TRATTRICI</p> 	<p>Da 4 a 15 €/ha</p>

Le diverse piattaforme si caratterizzano per differenti risoluzioni spaziali e spettrali, che influiscono sulla possibilità o meno di osservare e stimare determinate variabili.

La frequenza e la tempestività di acquisizione è molto importante, vista l'elevata dinamicità stagionale di molti processi che avvengono durante il ciclo colturale e la necessità di interventi agronomici tempestivi. Alcune piattaforme (tipicamente quelle satellitari) hanno frequenze di acquisizione meno flessibili rispetto ad altri sistemi che consentono acquisizioni a richiesta (alla domanda), benché l'offerta della costellazione Copernicus Sentinel 2 consenta ormai fino a 72 acquisizioni per anno sulla stessa area di interesse.

Infine, è da considerare la complessità delle operazioni che devono essere svolte per il trasferimento dal rilievo (dato grezzo) al dato che sia effettivamente utilizzabile nella gestione agronomica; questo incide sulla qualità del prodotto consegnato all'utente finale e sulle tempistiche di consegna.

Le diverse pratiche agronomiche adottate nei sistemi colturali erbacei si contraddistinguono per esigenze ben specifiche, in termini di caratteristiche che devono avere le informazioni per poter essere utilizzate nell'ambito di sistemi di AdP. In tabella 2 vengono riassunti i requisiti dei dati per l'agricoltura di precisione a seconda dell'operazione agronomica.

Tabella 8 - Requisiti dei dati per tipologia di operazione agronomica

REQUISITI DEI DATI PER TIPOLOGIA DI OPERAZIONE AGRONOMICA			
TECNICA AGRONOMICA	Risoluzione Temporale	Risoluzione Spaziale	Risoluzione Spettrale
FERTILIZZAZIONE	Elevata	Media (10m)	MS – HYS
TRATTAMENTI FOTOSANITARI	Elevata	Elevata (<1m)	HYS
DISERBO	Elevata	Elevata (<1m)	HYS
IRRIGRAZIONE	Elevata	Media (10m)	MS – Termico
SEMINA	Bassa	Media (10m)	MS - HYS
LAVORAZIONI	Bassa	Media (10m)	MS - HYS

Combinando le caratteristiche tecniche delle piattaforme di raccolta dati e le specificità richieste dalle diverse tecniche agronomiche, emerge la matrice di compatibilità tra potenzialità delle prime ed esigenze delle seconde. Nella tabella 3 è indicato per quali pratiche agronomiche e quali piattaforme sono già disponibili delle applicazioni pienamente operative, per quali condizioni operative le soluzioni richiedono ancora sperimentazione e, infine, quando sono d'incerta possibilità applicativa o non appaiono attualmente praticabili.

Tabella 9 - Compatibilità piattaforma ed operazione agronomica

COMPATIBILITÀ PIATTAFORMA ED OPERAZIONE AGRONOMICA			
TECNICA AGRONOMICA	Satellite	Drone (UAV)	Sensore Proximale
FERTILIZZAZIONE	Operativa	Sperimentale/ Operativa	Operativa
TRATTAMENTI FOTOSANITARI	Sperimentale	Sperimentale	Sperimentale/ Operativa
DISERBO	Sperimentale	Sperimentale	Operativa
IRRIGRAZIONE	Sperimentale/ Operativa	Sperimentale	Sperimentale
SEMINA	Sperimentale	Sperimentale	Sperimentale
LAVORAZIONI	Sperimentale	Sperimentale	Sperimentale

Per i sistemi colturali erbacei (comprendenti le colture orticole di pieno campo), esistono già metodologie pienamente operative per la gestione della fertilizzazione, in particolare per la concimazione azotata, basate sull'utilizzo di informazioni ottenute da dati satellitari o da sistemi prossimali. I dati satellitari, elaborati anche mediante l'utilizzo di modelli agronomici ed agrometeorologici, sono utilizzati per fornire diverse tipologie d'informazione per interventi agronomici su frumento duro e tenero, orzo e colza. Le informazioni includono la produzione di mappe di prescrizione per gestire la concimazione azotata, la stima della biomassa e, per il frumento la previsione del rischio di allettamento, del rischio di sviluppo di malattie fungine, nonché la stima della resa. Nonostante siano tecniche operative in espansione in altri stati, attualmente non si riscontra una tale diffusione in Italia. I sistemi prossimali per la gestione della concimazione azotata sono in commercio fin dai primi anni 2000, tuttavia la loro diffusione in aziende agricole in Italia è attualmente inesistente, a causa dell'elevato costo di tali sistemi (circa 30.000 €) e del non dimostrato ritorno economico.

In ogni caso la semplice rilevazione dello stato della coltura non è sufficiente a definire le azioni da mettere in atto in risposta alla variabile misurata. Una specifica calibrazione deve essere messa in atto al fine di determinare la risposta agronomica conseguente alla rilevazione.

Per i trattamenti fitosanitari non vi sono ancora soluzioni disponibili a livello operativo, ma esistono interessanti iniziative di ricerca in Italia e all'estero. Per quanto riguarda il diserbo è in commercio un sistema prossimale utilizzabile esclusivamente in situazioni di presemina, in particolare in semina su sodo, essendo in grado di distinguere la presenza/assenza di vegetazione e di irrorare di conseguenza, ma non permette di discriminare tra coltura ed infestanti, non permettendo applicazioni in post-emergenza. In questo ambito sono in corso interessanti studi volti a valutare le potenzialità dei dati satellitari ad altissima risoluzione e dei droni. Per l'irrigazione sono operativi servizi che utilizzano dati satellitari e modelli agronomici per fornire un consiglio irriguo, che tiene conto della variabilità temporale e di quella tra appezzamenti, pur non considerando la variabilità spaziale all'interno degli appezzamenti. Già sono disponibili in commercio soluzioni per la gestione variabile dell'irrigazione (anche all'interno degli appezzamenti) per grandi sistemi ad ala mobile imperniata (pivot) e per rotoloni, anche sviluppati da aziende italiane.

Nell'ambito delle lavorazioni del terreno, i sistemi di guida autonomi sono strumenti efficaci e spesso indispensabili per attuare le varie tecniche. L'esigenza di ripercorrere a distanza di tempo la striscia lavorata al momento della semina o di un secondo intervento di affinamento rende particolarmente virtuoso l'impiego di sistemi di guida semiautomatica in configurazione RTK. Precisione e massima ripetibilità sono caratteristiche necessarie per questo tipo di applicazione.

Attualmente, non trovano invece diffusione operativa sistemi di lavorazione del terreno che consentano di gestire la variabilità spaziale, conseguenza della eterogeneità delle proprietà del suolo.

Per la semina, la variazione della densità di semente deve essere effettuata agendo sulla distanza di deposizione dei semi sulla fila. Questo viene realizzato per le seminatrici a righe e per quelle di precisione. Con questi sistemi, la variazione della densità può essere realizzata manualmente dalla cabina del trattore impostando la dose voluta nella centralina di controllo, oppure in modo automatico inserendo mappe di prescrizione di semina e il collegamento con un GNSS.

3.2.3 Applicazione in sistemi colturali arborei

Nel settore frutticolo sono disponibili diversi contesti applicativi dell'AdP correlati alla gestione delle piante, non solo relativamente ai mezzi tecnici (fertilizzazione, irrigazione, irrorazione, gestione interfilari, ecc.) ma anche al monitoraggio delle infezioni/infestazioni e ad alcune operazioni colturali (diradamento/controllo, accrescimento frutti), ove la maggior manodopera richiesta ne aumenta l'interesse. Il monitoraggio dell'accrescimento dei frutti, grazie alla messa a punto di curve specifiche di sviluppo, è in grado di individuare con buona precisione le situazioni alteranti rispetto all'ordinario sviluppo del frutto e spesso le cause. Per quanto riguarda il diradamento, l'abbinamento fra preventiva verifica ottica del carico dei frutti ed intensità della macchina operativa successiva, permettono un intervento mirato in funzione delle necessità. Tali aspetti riguardano sia i ricercatori che i produttori, per le informazioni utili per i processi decisionali, ma la loro affermazione richiede un profondo aggiornamento delle tecniche di gestione con sistematico coinvolgimento dei produttori stessi. Per garantire una reale affermazione di queste tecniche avanzate, risulta molto importante che esse vengano sempre mirate alle effettive necessità del produttore, soprattutto in funzione dell'impegno complessivo richiesto (personale ed attrezzature) in quanto tali costi sono riconosciuti dal settore agricolo solo in presenza di vantaggi tangibili.

Mentre lo stato dell'arte per quanto riguarda la sensoristica per il rilevamento delle informazioni e la loro gestione renderebbero l'AdP applicabile, l'attribuzione della giusta causa al sintomo richiede ancora notevoli approfondimenti, soprattutto per quanto riguarda gli aspetti qualitativi ed in alcuni casi quantitativi delle produzioni. Mentre per le colture erbacee annuali la ricerca (principalmente all'estero) è già in grado di fornire risposte validate, anche su alcuni aspetti qualitativi, aspetto piuttosto diverso riguarda le colture arboree, specialmente da frutto, ove i dati disponibili richiedono un'attenta verifica di campo in quanto specificità territoriali, colturali e varietali non li rendono ancora applicabili su larga scala.

3.2.4 Applicazione in viticoltura

La filiera viti-vinicola è quella con il maggiore ed avanzato sviluppo dell'AdP. Ciò deriva essenzialmente da alcuni fattori di forza del nostro sistema di ricerca e dalla vivacità tecnico-culturale del settore, ma specialmente per le tecnologie innovative proprie dell'AdP che possono offrire soluzioni applicative particolarmente in linea con quelle che sono le attuali richieste del comparto. Proprio in viticoltura, infatti, la massimizzazione del reddito avviene specialmente attraverso l'aumento del valore del prodotto (ovvero della sua qualità). L'uva e il vino di qualità sono l'espressione e la sintesi del territorio di provenienza e qualsiasi azione volta a caratterizzare ulteriormente il territorio per supportare un intervento mirato, accresce la qualità e la caratterizzazione del prodotto finale. Nella viticoltura, soprattutto in collina, all'interno del medesimo vigneto si trovano aree con diversa composizione e struttura del terreno, umidità, radiazione e microclima: a queste diversità la coltura risponde di conseguenza, evidenziando differenti stati di espressione fisiologica, riassumibili nella stima del vigore vegetativo. In viticoltura,

Le mappe di vigore possono essere utilizzate per effettuare scelte vendemmiali (a livello di vigneto o di comprensorio) e fornire la possibilità di compiere operazioni colturali non in maniera generalizzata ma mirata, sia spazialmente che temporalmente (es. vendemmia di precisione). Le mappe tematiche di interesse del viticoltore possono essere le più svariate e riguardare le rese per superficie, acidità, zuccheri, polifenoli, antociani, ecc. Dal punto di vista operativo le finalità che si propone la viticoltura di precisione sono molteplici, quali: gestione dell'eterogeneità dei vigneti attraverso la concimazione differenziata di varie porzioni del vigneto (Vrt); riduzione dei costi e dell'impatto ambientale dei trattamenti fitosanitari attraverso irroratrici a rateo variabile; gestione differenziata delle potature verdi e delle sfogliature a seconda della vigoria e delle esigenze microclimatiche; uniformità dei lotti di uve alla raccolta (vendemmia selettiva).

In viticoltura di precisione si prevede che la prospettiva futura più importante per uno sviluppo di questo settore sia l'utilizzo di sensori di rilevamento ad alta definizione, che possono essere montati su droni UAV. Il Mipaaf, tramite un progetto sperimentale della RRN ha già effettuato dei test operativi con droni multispettrali e termici anche su aziende viticole specializzate, ottenendo risultati cartografici e relativi indici di vigore vegetativo a grandissima scala. Per queste finalità si possono considerare i seguenti sensori:

1. sensore iperspettrale visibile ed infrarosso, spettro da 350 nm a 1000 nm;
2. sensore iperspettrale NIR/SWIR (soggetto a normative militari), spettro da 1000nm a 2700nm;
3. sensore FIR range spettrale 7,5-14 micron. Il sensore FIR completa la gamma dei sensori utilizzati per la ricerca delle anomalie e permette di discriminare, tramite un'immagine ad alta risoluzione, variazioni di temperatura molto piccole.

Tutti i dati rilevati dai sensori devono essere georeferenziati. Tramite tecniche di elaborazione basate su algoritmi ad intelligenza artificiale, è possibile esaminare le informazioni e le confronta anche con i dati storici. Il sistema ad intelligenza artificiale impara e abbina alle firme spettrali delle anomalie, gli esiti degli interventi correttivi e, nel tempo, il sistema si rende sempre più autonomo ed in grado di determinare automaticamente gli opportuni interventi. Il risultato delle analisi operate, sia che venga prodotto automaticamente dal sistema, o che sia determinato dall'analisi degli esperti, provoca come risultato una serie di interventi sul territorio, mediante l'impiego di robot di terra oppure mediante l'intervento tradizionale mirato alla porzione di superficie/pianta/porzione di pianta, da gestire.

3.2.5 Ruolo delle politiche e delle istituzioni

La Politica Agricola Comune (PAC) rappresenta l'insieme delle regole che l'Unione europea, fin dalla sua nascita, ha inteso darsi riconoscendo la centralità del comparto agricolo per uno sviluppo equo e stabile dei Paesi membri.

La PAC, ai sensi dell'articolo 39 del Trattato sul Funzionamento dell'Unione europea, persegue i seguenti obiettivi: incrementare la produttività dell'agricoltura; assicurare un tenore di vita equo alla popolazione agricola; stabilizzare i mercati; garantire la sicurezza degli approvvigionamenti; assicurare prezzi ragionevoli ai consumatori. Si attribuisce un ruolo fondamentale alle nuove tecnologie per contribuire ad aumentare la produttività agricola diminuendo al contempo l'impatto ambientale, soprattutto in prospettiva futura. Con riferimento alla Comunicazione sul futuro della Pac post 2020 presentata dalla Commissione europea il 29 novembre 2017. Nel capitolo dal titolo "Sfruttare la ricerca e l'innovazione per collegare le conoscenze alle colture", si afferma che le innovazioni nei vari settori (agronomia con soluzioni basate sulla natura, allevamento, agricoltura verticale, zootecnia, tecnologia, innovazioni digitali, organizzative e relative ai prodotti) sono a portata di mano e possono favorire la multifunzionalità dei sistemi agricoli e alimentari dell'UE. La ricerca e l'innovazione sono alla base dei progressi che si realizzano a fronte delle sfide del settore agricolo e delle zone rurali dell'UE sul piano economico, ambientale e sociale. Si ritiene che le esigenze e i contributi delle zone rurali debbano riflettersi fedelmente sul programma di ricerca dell'Unione europea e che la futura Pac debba potenziare ulteriormente le sinergie con la politica in materia di ricerca e innovazione nella promozione dell'innovazione. Lo sviluppo tecnologico e la digitalizzazione consentono grandi passi avanti nell'efficienza delle risorse e favoriscono l'agricoltura adeguata all'ambiente e ai cambiamenti climatici, il che riduce l'impatto ambiente/clima, aumenta la resilienza e la salute del suolo e riduce i costi per gli agricoltori. Tuttavia, poiché la diffusione delle nuove tecnologie nel settore agricolo rimane al di sotto delle aspettative in quanto sono distribuite in modo ineguale sul territorio dell'UE, occorre affrontare con particolare urgenza l'accesso delle piccole e medie aziende agricole alla tecnologia.

La sostenibilità e l'innovazione sono due parole chiave della PAC, esse sono considerate priorità determinanti per rendere il sistema agroalimentare e forestale europeo rispondente alle richieste dei cittadini e delle imprese: competitività/lavoro e salvaguardia ambientale. L'AdP è una tecnologia che consente di tenere insieme queste due anime della PAC. Nell'ambito degli interventi previsti dalle politiche europee, quelli che possono offrire più opportunità ad un'adeguata diffusione dell'AdP sono normate dal Reg. UE 1305/2013 e trovano attuazione nei Programmi di Sviluppo Rurale (Psr) gestiti dalle Regioni e in due Programmi nazionali: la Rete Rurale Nazionale – RRN e il Programma di Sviluppo Rurale Nazionale – PSRN.

Delle sei priorità previste dal Regolamento UE sullo sviluppo rurale, quattro sono quelle che possono ritenersi positivamente correlate all'AdP:

1. promuovere il trasferimento di conoscenze e l'innovazione;
2. potenziare in tutte le Regioni la redditività delle aziende agricole e la competitività;
3. preservare, ripristinare e valorizzare gli ecosistemi;
4. incentivare l'uso efficiente delle risorse e il passaggio a un'economia a basse emissioni di carbonio e resiliente al clima.

Il Ministero delle politiche agricole dovrà confermare il suo ruolo di riferimento e di guida rispetto alle spinte tecnologiche che investono tutti i settori dell'agricoltura, incentivando lo sviluppo di tecnologie in linea con le dimensioni ridotte delle nostre aziende e dal costo accessibile. Nei programmi Psr il precision farming viene indicato, direttamente o indirettamente, come uno strumento per raggiungere gli obiettivi della PAC e, conseguentemente, sono state disegnate idonee misure di sostegno.

Sul tema dei finanziamenti, quindi, saranno soprattutto i Psr a raccogliere le richieste che perverranno dal territorio per supportare gli investimenti delle aziende agricole nel settore delle nuove tecnologie. L'attività del Ministero continuerà ad essere di supporto ed indirizzo, anche con la collaborazione di altri Enti, quali ad esempio il Crea. Per i contoterzisti, invece, non essendo possibile accedere ai fondi dello sviluppo rurale, il sostegno finanziario è previsto dal Piano nazionale industria 4.0 che prevede ammortamenti speciali. La formazione delle professionalità è uno dei punti critici da affrontare, si auspicano la creazione di corsi di studio ad hoc, nonché l'aggiornamento professionale dei tecnici già operativi. Come in altri contesti, anche per l'agricoltura, il dato rappresenta la vera ricchezza. Piattaforme di condivisione dei dati tra agricoltori si sono diffuse negli Stati Uniti e stanno aiutando molte aziende nel prendere decisioni basandosi su informazioni condivise. Anche in Italia si deve puntare e promuovere sempre di più la condivisione dei dati. In tal senso, il DM 22 dicembre 2017, di approvazione delle "Linee Guida per lo sviluppo dell'agricoltura in Italia", prevede l'istituzione di un tavolo permanente di lavoro, i cui compiti dovranno essere ulteriormente definiti, che sarà chiamato a fornire risposte concrete su tutte le problematiche inerenti all'uso delle tecnologie in agricoltura, assicurando al Mipaaf il mantenimento di un ruolo centrale e di guida per il trasferimento della ricerca e dell'innovazione nel settore primario. In conclusione, quindi, è lecito immaginare un sempre maggiore sviluppo e applicazione delle nuove tecnologie in agricoltura, trattandosi di un processo irreversibile, accompagnato e favorito sempre più dalle politiche di sviluppo sia europee che nazionali.

3.3 Descrizione della situazione attuale (AS IS)

Ampliando quanto prima descritto sui principali *processi attualmente attivi o normativamente previsti ma non ancora implementati all'interno* della tematica verticale, sugli attori principali e le loro responsabilità, si delinea qui di seguito la situazione attuale, focalizzando su quelle che sono le funzionalità richieste in ambito di servizi di monitoraggio (modelli, dati remoti e in situ) che mira a sostenere e implementare l'adozione di pratiche sostenibili nella strategia di gestione delle attività agricole volte alla protezione ambientale.

A scopo di maggior chiarezza, l'analisi verrà strutturata secondo i fabbisogni di maggior interesse espressi dal capitolato e dalle schede di approfondimento tecnico pervenute dagli enti chiamati in causa (CREA, AGEA, ItaliaMeteo), e per ognuno di questi verrà descritto lo stato attuale delle tecnologie.

3.3.1 Mappatura delle colture e caratteristiche del suolo

La produzione di questa tipologia di dato deriva dalla composizione di diversi strati informativi e risulta essere una risorsa trasversale a molte verticali affrontati nel presente documento. La mappatura delle colture e delle caratteristiche del suolo passa necessariamente per l'informazione di land cover/land use, land degradation, umidità del suolo, emissioni ed assorbimenti di GHG e carbonio organico nei suoli.

LAND COVER/ LAND USE

Per copertura del suolo (Land Cover) si intende la copertura biofisica della superficie terrestre, comprese le superfici artificiali, le zone agricole, i boschi e le foreste, le aree seminaturali, le zone umide, i corpi idrici, come definita dalla direttiva 2007/2/CE. L'impermeabilizzazione del suolo, ovvero la copertura permanente di parte del terreno e del relativo suolo con materiali artificiali (quali asfalto o

calcestruzzo) per la costruzione, ad esempio, di edifici e strade, costituisce la forma più evidente e più diffusa di copertura artificiale. Altre forme di copertura artificiale del suolo vanno dalla perdita totale della “risorsa suolo” attraverso la rimozione per escavazione (comprese le attività estrattive a cielo aperto), alla perdita parziale, più o meno rimediabile, della funzionalità della risorsa a causa di fenomeni quali la compattazione (es. aree non asfaltate adibite a parcheggio).

L'uso del suolo (Land Use) è un concetto diverso dalla copertura del suolo, rappresenta un riflesso delle interazioni tra l'uomo e il suolo e costituisce quindi una descrizione di come esso venga impiegato in attività antropiche. La direttiva 2007/2/CE definisce l'uso del suolo come una classificazione del territorio in base alla dimensione funzionale o alla destinazione socioeconomica presenti e programmate per il futuro (ad esempio: residenziale, industriale, commerciale, agricolo, silvicolo, ricreativo). Nell'uso del suolo si deve distinguere il livello “de iure” (ad esempio la destinazione d'uso prevista da un piano urbanistico), da quello “de facto” (lo stato effettivo dell'uso del suolo al momento della rilevazione).

Facendo riferimento a quanto riportato sul portale di ISPRA e del Servizio Nazionale Protezione Ambiente (SNPA), i dati di uso e copertura del suolo in Italia, fanno storicamente riferimento al sistema di classificazione Corine Land Cover (CLC), alla base dei prodotti cartografici nazionali a scala 1: 100.000 realizzati da ISPRA al III e al IV livello e alla base di quasi tutte le iniziative di interesse regionali e locali a scala di maggior dettaglio. È stata avviata recentemente la realizzazione di una seconda generazione di CLC, che andrà a migliorare le caratteristiche dell'attuale dato nazionale ed europeo, offrendo inoltre una base a partire dalla quale rendere maggiormente interoperabili gli altri dati locali e paneuropei, quali Urban Atlas, High Resolution Layers, Riparian Zones, Natura 2000, ecc. È prevista, inoltre, l'introduzione di tre nuovi prodotti che andranno ad affiancare il dato vettoriale tradizionale (che prenderà il nome di “CLC Legacy” e garantirà la continuità della serie storica esistente). In particolare, sarà introdotto un dato vettoriale denominato “CLC Backbone”, caratterizzato da alta risoluzione spaziale (0,25-0,50 ettari) e un sistema di classificazione ridotto a poche classi coerenti con le specifiche EAGLE, che andrà a costituire la base geometrica per successivi prodotti di livello pan europeo e locale. Al “CLC Backbone” si affiancherà un secondo prodotto denominato “CLC-Core”, uno strumento in grado di armonizzare informazioni territoriali provenienti da diverse fonti in un sistema informativo basato su una griglia regolare di 10x10m e con tematismi coerenti con le specifiche EAGLE. Dall'integrazione di “CLC Backbone” e “CLC-Core” è prevista la produzione del “CLC+”, che offrirà informazioni, in formato raster e vettoriale, con un dettaglio tematico e spaziale superiore a quello dell'attuale generazione di CLC.

A livello nazionale, la carta di copertura del suolo e la carta di uso del suolo d'Italia, prodotte da ISPRA e raccolte dal SNPA, sono state realizzate nell'ottica di risultare il più possibile coerenti con le specifiche EAGLE, sia per quanto riguarda la separazione tra la componente di uso del suolo da quella di copertura, sia per la scelta dei dati di input utilizzati. Il sistema di classificazione SNPA è stato inoltre concepito con l'obiettivo di assicurare maggiore coerenza rispetto alle possibili evoluzioni future dei prodotti Copernicus, con riferimento ai documenti prodotti dal gruppo EAGLE relativamente alle prime specifiche del servizio che sostituirà il Corine Land Cover. Per la copertura artificiale, lo strato di riferimento è oggi la carta nazionale del consumo di suolo, aggiornata annualmente dal SNPA a 10 metri di risoluzione.

Ai fini dell'aggiornamento e mantenimento del SIPA (Sistema di identificazione delle parcelle agricole), c'è l'esigenza di avere disponibile una mappatura aggiornata della copertura del suolo riferito all'intero territorio nazionale a risoluzione molto accurata, basata su ortofoto aeree con risoluzione minore di 1m. Facendo riferimento alle informazioni presentate a questo tavolo da AGEA, tale mappatura viene garantita attraverso una rilevazione di immagini aeree ad alta risoluzione ed una successiva attività di fotointerpretazione da parte di un operatore specializzato per la classificazione del suolo (cosiddetto progetto “Refresh”). AGEA sin dal 2007 acquisisce con regolarità ortofoto digitali a colori (inizialmente con pixel 50 cm e dal 2015 con pixel 20 cm) tramite voli aerei che coprono l'intera superficie dell'Italia in tre anni (circa 1/3 del territorio per anno). Questo dataset, tramite attività di fotointerpretazione, aggiorna una cartografia della copertura del suolo che viene utilizzata per l'aggiornamento del SIPA, finalizzato quest'ultimo a supportare l'agricoltore nell'implementazione del Piano di Coltivazione e a verificare la compatibilità degli appezzamenti dichiarati nella domanda di aiuto per accedere ai contributi della PAC.

Le aree vengono fotointerpretate direttamente sull'ortofoto “in continuo”, secondo una suddivisione del suolo in “appezzamenti” omogenei delimitati da confini fisici naturali o artificiali (strade, acque, limiti fisici, fossi, creste delle montagne, ...). Tale attività di “individuazione oggettiva dell'uso del suolo” è indipendente dalle informazioni di conduzione o possesso delle porzioni di territori da parte dei produttori. In questo modo AGEA fornisce agli Organismi Pagatori in maniera da validare il pagamento degli aiuti.

La cartografia della copertura del suolo è in scala 1:10.000 e ogni appezzamento viene riferito ad una tabella di macro-usi predefinita. Il processo di fotointerpretazione presenta limiti dovuti allo stesso sistema di acquisizione quali:

- Imprecisione del poligono ottenuto
- Scarsa oggettività del dato di classificazione

Al fine di gestire l'integrazione con le procedure della domanda grafica lo strato cartografico ottenuto viene ritagliato sulle particelle catastali ereditando in questo modo le imprecisioni cartografiche dello stesso catasto.

Un ulteriore elemento di imprecisione è rappresentato dalla scarsa precisione dei dati a supporto della georeferenziazione delle mappe, in particolare dei Digital Terrain Model (DTM) utilizzati nel processo di ortorettifica. Allo stato attuale, questa tipologia di dato è prodotta a livello regionale con sufficiente risoluzione spaziale (passo 5m), ma senza seguire linee guida condivise, restituendo quindi difformità nelle varie produzioni che generano imprecisioni nel risultato finale di unione delle cartografie di copertura del suolo.

LAND DEGRADATION

Il degrado del suolo e del territorio è un fenomeno complesso causato da molteplici fattori che limitano o inibiscono le funzioni produttive, regolative e fruttive nonché i servizi ecosistemici che un suolo naturale è in grado di offrire. Tali fattori sono interconnessi e non vi è un accordo da parte della comunità scientifica su come valutarli. Negli ultimi anni l'Italia ha aderito al progetto pilota sulla Land Degradation Neutrality (LDN), promosso dal Segretariato della Convenzione delle Nazioni Unite per la lotta alla desertificazione (UNCCD), e al programma LDN Target Setting lanciato dallo stesso Segretariato per aiutare e affiancare i paesi nell'individuazione dei target volontari di LDN e nella definizione delle misure associate per il raggiungimento del target 15.3 degli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile, da valutare attraverso l'indicatore relativo alla "Percentuale di territorio degradato su/superficie totale del territorio".

La UNCCD ha proposto una metodologia finalizzata alla valutazione qualitativa secondo un approccio che prevede l'utilizzo combinato dei seguenti tre sub-indicatori, lasciando la possibilità di inserirne altri ritenuti importanti a livello di singolo paese: la copertura del suolo e i suoi cambiamenti nel tempo, la produttività del suolo (stimata attraverso l'indice NDVI Normalized Difference Vegetation Index) e il contenuto in carbonio organico. Le informazioni sono ricavate da sensori remote sensing integrati con dati proximal sensing come ad esempio rilievi pedologici.

Facendo riferimento a quanto riportato sul portale di ISPRA e del Servizio Nazionale Protezione Ambiente (SNPA), per il territorio italiano è stata presentata una prima serie di indicatori aggiuntivi, nell'ambito dell'edizione 2019 del Rapporto "Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici" del Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente, sicuramente ancora parziale (poiché non tiene conto di altri importanti fenomeni di degrado del suolo come la salinizzazione, la contaminazione, la compattazione, ecc.), che punta a costruire un quadro preliminare del degrado, valutabile utilizzando dati disponibili a livello nazionale e/o europeo.

L'approccio proposto è basato sui seguenti sub-indicatori:

1. Cambiamenti di copertura del suolo
2. Perdita di produttività
3. Perdita di carbonio organico
4. Perdita di qualità degli habitat
5. Aumento della frammentazione
6. Aree di impatto potenziale (identificate come le superfici potenzialmente impattate con aree di buffer di 60 metri dalla superficie coperta artificialmente)
7. Densità delle coperture artificiali (sulla base della definizione prevista nell'ambito del Sustainable Development Goal (SDG) 11)
8. Incremento degli spazi naturali di dimensioni inferiori a 1.000 m²
9. Superfici percorse dal fuoco

Il dato viene prodotto da ISPRA su scala nazionale con previsione di aggiornamento annuale ma attualmente fermo al 2018. La metodologia prevede la sovrapposizione del trend 2012-2018 dei tre sub-indicatori (copertura del suolo, perdita di produttività e diminuzione del carbonio organico) individuati dalla UNCCD con altri sub-indicatori/indici ritenuti importanti a livello nazionale.

UMIDITÀ DEL SUOLO

La misura dell'umidità del suolo è fondamentale per la pianificazione degli interventi di irrigazione. Un uso eccessivo o viceversa uno troppo scarso di acqua causa effetti negativi sulla salute della pianta e

sul suo sviluppo. L'umidità del suolo ha una grande influenza sulla disponibilità e l'assorbimento delle sostanze nutrienti. L'irrigazione è infine fonte crescente di costi per l'agricoltore.

Inoltre, poiché la presenza di acqua nel suolo ha influenza sulla risposta radiometrica, l'informazione relativa all'umidità del suolo può essere utilmente utilizzata per conoscere la variabilità delle proprietà del suolo (per esempio tessitura o mineralogia). La mappa dell'umidità del suolo e delle anomalie nell'andamento temporale e spaziale del dato è inoltre utile ai fini del controllo degli usi illegali di acqua.

Per quanto concerne le mappe di umidità superficiale derivate da misure satellitari sono attualmente distribuite in modo operativo, a scala globale e a bassa risoluzione spaziale (i.e., 25 – 45 km) nell'ambito delle missioni spaziali SMOS (ESA), ASCAT (EUMETSAT) e SMAP (NASA). Inoltre, esiste un prodotto pre-operativi a risoluzioni spaziali di 1 km sviluppato nell'ambito del Copernicus Global Land Service basate su dati S-1. Altri prodotti, a livello di ricerca e/o pre-operativo, con risoluzioni spaziali variabili (e.g. 0.1-1.0 km) esistono in varie nazioni. Tuttavia, la maggior parte di questi prodotti è stata sviluppata e testata su aree limitate. Per quanto riguarda l'Italia, il CNR ha implementato a livello pre-operativo mappe di umidità superficiale del suolo a scala di campo (i.e., ~100 m) e relativa deviazione standard da dati dei satelliti Sentinel-1 (S-1) e Sentinel-2 (S-2) del programma Copernicus. La risoluzione temporale è attualmente di 6 giorni e può essere migliorata a circa 3 giorni integrando passaggi S-1 ascendenti e discendenti e passaggi con orbite sovrapposte. L'algoritmo è stato sviluppato nell'ambito del progetto EU H2020 SENSAGRI (SENSAGRI.eu) e, in parte, nel progetto ESA SEOM Land Exploit-S-1 (seom.esa.int), ma necessita di ulteriori attività di ingegnerizzazione per un uso operativo su larga scala.

Per quanto riguarda il proximal sensing il MIPAAF, in collaborazione con il CREA, sono responsabili della Rete Agrometeorologica Nazionale (RAN). Facendo riferimento alle informazioni presentate a questo tavolo di CREA-AA, la RAN è costituita da 47 stazioni automatiche localizzate in zone a principale vocazione agricola ed utilizzate per il monitoraggio della stagione agraria (Figura 1). Nella Tabella 4 viene riportata la locazione geografica di ogni stazione. Le grandezze agrometeorologiche rilevate dalle centraline RAN sono utilizzate per la ricostruzione degli eventi meteorologici, in particolare: temperatura aria, temperatura suolo, precipitazione, umidità relativa, velocità del vento, direzione del vento, pressione atmosferica, radiazione globale, eliofania, flusso di calore, evaporazione, bagnatura fogliare, umidità del suolo. I dati rilevati sono acquisiti con cadenza oraria e sottoposti a sistematici controlli di correttezza e consistenza fisica e meteorologica prima di essere archiviati nella Banca Dati Agrometeorologica Nazionale del SIAN e utilizzati per il monitoraggio agrometeorologico.

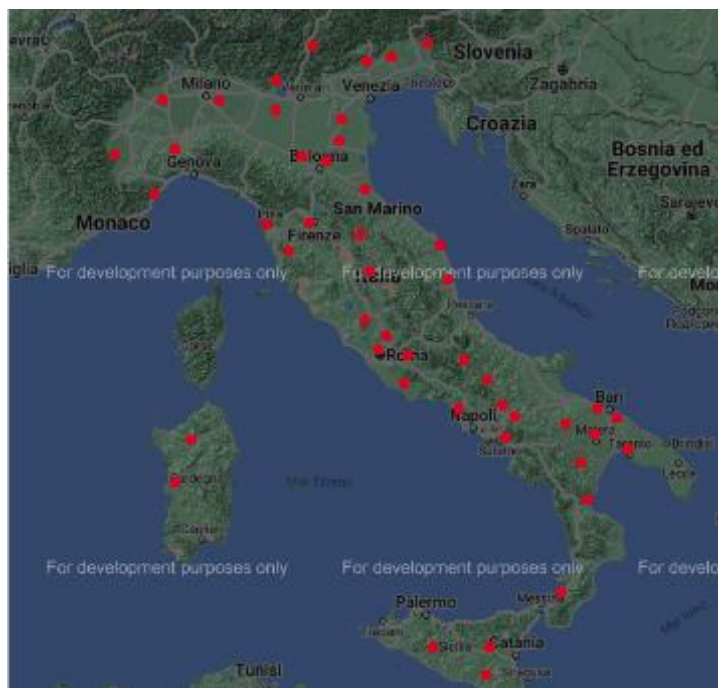


Figura 13 - Mappa di dislocazione delle stazioni facente parte della RAN (dal portale RAN-Mipaaf)

Tabella 10 - Locazione stazioni RAN

Locazione stazioni RAN			
Id	Latitude [°]	Longitude [°]	Name
1	45.322670	8.371660	VERCELLI
2	45.342073	9.449607	MONTANASO LOMBARDO
3	45.853316	12.257514	SUSEGANA
4	45.081704	11.767900	ROVIGO
5	44.582904	11.038268	SAN CESARIO
6	44.534406	11.491878	BUDRIO
7	42.887387	13.797667	MONSAMPOLO
8	42.099030	12.633636	MONTEROTONDO
9	41.898166	12.480730	ROMA COLLEGIO ROMANO
10	40.649053	14.887608	PONTECAGNANO
11	41.446342	15.505248	FOGGIA
12	37.540997	14.580781	LIBERTINIA
13	39.738330	16.449440	SIBARI
14	37.540550	13.516940	PIETRANERA
15	37.120000	14.525000	SANTO PIETRO
16	39.998190	8.619720	SANTA LUCIA
17	44.681660	8.623610	CARPENETO
18	46.074720	11.233050	VIGALZANO
19	43.667500	10.346110	SAN PIERO A GRADO
20	43.003610	12.302220	MARSCIANO
21	40.845830	16.039100	GENZANO DI LUCANIA
22	41.063050	13.991390	CASTEL VOLTURNO
23	44.067220	8.213330	ALBENGA
24	40.283610	16.314720	ALIANO
25	40.703330	16.588610	MATERA
26	40.610280	8.919440	CHILIVANI
27	44.603330	7.480270	VERZUOLO
28	46.096380	13.413610	CIVIDALE
29	45.920270	12.723610	FIUME VENETO
30	43.669720	11.151380	SAN CASCIANO
31	42.326110	12.215000	CAPRAROLA
32	41.750550	14.098610	CASTEL DI SANGRO
33	41.473610	14.537780	CAMPOCHIARO
34	41.112500	14.826940	PIANO CAPPELLE
35	44.128600	12.215280	CESENA
36	45.607500	10.523610	SALO
37	40.475000	17.230280	TARANTO
38	45.216660	10.514170	PIUBEGA
39	43.522500	12.129720	SANTA FISTA
40	41.420550	12.965280	BORGO SAN MICHELE

41	41.054720	16.632220	PALO DEL COLLE
42	41.822220	13.025280	PALIANO
43	43.370830	13.647500	POTENZA PICENA
44	40.944440	15.064170	TORELLA DEI LOMBARDI
45	43.288610	10.762500	POMARANCE
46	44.791670	11.731000	GUALDO
47	38.380000	15.943000	RIZZICONI

Sul territorio nazionale sono inoltre presenti le reti agrometeorologiche facenti capo alle regioni. Dall'indagine conoscitiva redatta nell'ambito del Programma Rete Rurale Nazionale 2014-2020 (a cura di CREA e Mipaaf) sullo stato delle reti regionali, risulta un quadro molto variegato, che evidenzia come la distribuzione delle stazioni utilizzate dai diversi servizi agrometeorologici regionali sia molto eterogenea. Risulta evidente che la rete di stazioni indicata da alcune regioni rispecchia l'intero settore meteorologico e non si limita alle stazioni più propriamente agrometeorologiche. Emerge, quindi, l'esigenza di rappresentare in modo più fedele l'effettiva disponibilità di stazioni agrometeorologiche, concordando una definizione comune standardizzata. La densità delle reti agrometeorologiche regionali sul territorio è abbastanza alta in termini di numero di stazioni per Superficie Agricola Utilizzata (SAU), ma in generale viene evidenziata la mancanza di risorse, soprattutto in termini di budget e di personale, nonché per una generale mancanza di interoperabilità tra i diversi servizi. A titolo esemplificativo, viene descritta nel seguito lo stato attuale del Servizio Integrato Agrometeorologico della Regione Lazio (SIARL), costituito da una rete di 95 stazioni per il monitoraggio agrometeorologico distribuite sull'intero territorio regionale (vedi Tabella 5) tutte dotate di sensoristica per la misurazione di temperatura, umidità, pioggia, direzione vento, velocità vento. Altri sensori presenti solo in parte degli apparati riguardano la misura di pressione atmosferica, PAR (Radiazione Fotosinteticamente Attiva), radiometro, temperatura terreno -10cm, temperatura terreno -30cm, bagnatura fogliare, evaporimetro ed umidità suolo. I dati rilevati dalla rete SIARL vengono trasmessi a cadenza oraria e sono resi disponibili in diversi formati e cadenze temporali, sia attraverso il sito OpenDataLazio, sia attraverso forniture FTP mirate con cadenza giornaliera o periodica verso istituzioni pubbliche (es. ISPRA, ISTAT, ARPA, Protezione Civile Regionale, etc.) e utenti privati.

Tabella 11 - Locazione stazioni SIARL

LOCAZIONE STAZIONI SIARL							
Prog	Sigla	Prov	Stazione	Località	Quota	UTM 33N	
						X	Y
1	FR07SPE	FR	ALATRI	Basciano	440	365.833	4.618.668
2	FR13SIE	FR	ALVITO	Az. Ist. S. Benedetto	391	395.688	4.615.510
3	FR10SIE	FR	ANAGNI	La Gloria	325	343.161	4.627.664
4	FR03SPE	FR	ARPINO	Vigne Piane	525	385.196	4.610.128
5	FR11SIE	FR	BOVILLE ERNICA	Sasso	217	373.836	4.609.653
6	FR16SPE	FR	CECCANO	C.da Passo del Cardinale	128	359.995	4.605.171
7	FR04SPE	FR	ESPERIA	Modale	140	386.669	4.583.078
8	FR08SPE	FR	PASTENA	Acero	202	375.461	4.591.637
9	FR06SPE	FR	PIGLIO	Civitella	360	344.054	4.630.302
10	FR14SPE	FR	PONTECORVO	Melfi di Sotto	84	383.095	4.594.687
11	FR09SIE	FR	S. ELIA FIUMERAPIDO	Portella	159	405.558	4.598.340
12	FR05SPE	FR	S. GIORGIO A LIRI	Porto	30	397.508	4.585.556

13	FR15CME	FR	SGURGOLA	Campo Lungo	185	343.338	4.617.208
14	FR12SIE	FR	VALLECORSIA	Serbatoio comunale	467	367.154	4.589.459
15	LT12MTX	LT	APRILIA	Le Ferriere	45	312.002	4.596.496
16	LT11CME	LT	CISTERNA	B.go Carso	34	321.169	4.600.898
17	LT10SPE	LT	CISTERNA	Doganella di Ninfa	67	326.065	4.606.986
18	LT06SIE	LT	CORI	Portone	174	325.255	4.611.186
19	LT08SIE	LT	FONDI	Capratica	3	365.358	4.572.828
20	LT01SIE	LT	FORMIA	Loc. Gianola	26	387.995	4.569.112
21	LT03SPE	LT	ITRI	Valle Quercia	216	375.850	4.568.908
22	LT05SPE	LT	MAENZA	Casacotta	112	347.017	4.597.889
23	LT07SIE	LT	MINTURNO	Pulcherini	132	396.141	4.572.326
24	LT04SPE	LT	PONTINIA	Cotarda	1	341.599	4.589.697
25	LT13MTX	LT	SABAUDIA	Acquaviva	20	333.096	4.581.238
26	LT09SPE	LT	SONNINO	Frasso	72	349.874	4.581.508
27	RI15CME	RI	ACCUMOLI	Terracino	1.171	353.413	4.727.327
28	RI05SPE	RI	BORGOVELINO	Ponte Basso	449	339.804	4.696.729
29	RI12CME	RI	CANTALUPO	S. Francesco	229	305.864	4.687.297
30	RI04SPE	RI	CASTEL DI TORA	Monte di Tora	566	332.509	4.675.868
31	RI14CME	RI	CASTELNUOVO FARFA	C. Spadone	173	312.515	4.678.126
32	RI06SIE	RI	CONFIGNI	Portella	425	306.900	4.699.186
33	RI07SIE	RI	FARA SABINA	Canneto	204	312.615	4.672.368
34	RI10CME	RI	FARA SABINA	Sant'Andrea	73	306.483	4.670.696
35	RI03SPE	RI	MONTELEONE S.	Prato Camino	453	322.701	4.676.412
36	RI09CME	RI	MONTOPOLI IN SABINA	Colle Arcone	178	307.679	4.678.243
37	RI01SIE	RI	MONTOPOLI IN SABINA	Villa Caprola	101	303.619	4.673.671
38	RI13CME	RI	POGGIO CATINO	Pastine	268	309.423	4.685.124
39	RI11CME	RI	POGGIO NATIVO	Casali	403	316.874	4.675.351
40	RI16CME	RI	RIETI	Piana di Rieti	376	320.047	4.699.097
41	RI08CME	RI	SCANDRIGLIA	Ponticelli	388	320.432	4.671.952
42	RM07SPE	RM	AGOSTA	La Cisterna	458	337.524	4.650.783
43	RM05SPE	RM	BRACCIANO	Prato Pianciano	247	264.195	4.661.720
44	RM04SPE	RM	CANALE MONTERANO	Monte Virginio	363	260.354	4.670.811
45	RM01CME	RM	CERVETERI	Campo di Mare	7	254.670	4.652.749
46	RM03SPE	RM	CIVITELLA S.PAOLO	Le Cese	271	298.339	4.674.536
47	RM25SIE	RM	FIUMICINO	Maccarese	3	271.379	4.633.596
48	RM24CME	RM	FIUMICINO	Testa di Lepre	97	274.972	4.648.646
49	RM29CME	RM	FORMELLO	Perazzeta	144	288.168	4.660.378
50	RM12SIE	RM	FRASCATI	Prata Porci	164	308.408	4.634.127
51	RM22SIE	RM	GENAZZANO	Coop. La Sonnina	327	332.424	4.631.385

52	RM16SIE	RM	GROTTAFERRATA	Valle Marciana	201	304.625	4.629.343
53	RM30CME	RM	LADISPOLI	Palo Laziale	2	259.191	4.646.769
54	RM06SPE	RM	LICENZA	Colle Franco	460	327.240	4.659.383
55	RM20CME	RM	MARCELLINA	V. Campetella	147	317.432	4.653.083
56	RM17SIE	RM	MARINO	Gotto d'Oro	173	302.591	4.625.358
57	RM11SIE	RM	MONTECOMPATRI	Colle Mattia	195	311.061	4.634.348
58	RM09SPE	RM	MONTECOMPATRI	Pantano Borghese	56	310.201	4.638.716
59	RM21CME	RM	MONTELIBRETTI	Bruciati	144	312.093	4.669.452
60	RM15SIE	RM	MONTEPORZIO	Camaldoli	583	310.182	4.630.486
61	RM19SIE	RM	MONTEROTONDO	Grotta Marozza	92	305.500	4.661.361
62	RM18CME	RM	PALOMBARA	Fonte Grande	142	313.209	4.660.049
63	RM02CME	RM	ROMA	Capocotta	90	288.251	4.619.197
64	RM27CME	RM	ROMA	Ponte di Nona	62	305.016	4.641.204
65	RM26CME	RM	ROMA	Via Lanciani 38	36	294.721	4.644.111
66	RM08SPE	RM	S. GREGORIO	C. Faustiniiano	300	320.614	4.640.535
67	RM10SPE	RM	VELLETRI	Cantina Sperimentale	322	315.725	4.618.132
68	RM28CME	RM	VELLETRI	Prato Lungo	153	317.100	4.612.000
69	RM23CME	RM	ZAGAROLO	Santa Apollara	256	317.376	4.635.302
70	VT08SPE	VT	ACQUAPENDENTE	Falconiera	457	241.437	4.736.196
71	VT15CME	VT	BAGNOREGIO	Castell Cellesi	364	266.927	4.718.963
72	VT13SPE	VT	BASSANO R.	Piano Mola	457	269.575	4.675.903
73	VT18SIE	VT	BLERA	Puntoni	258	253.984	4.684.120
74	VT09SPE	VT	BOLSENA	Capone	319	251.885	4.726.845
75	VT14CME	VT	BOLSENA	Rentica	342	249.566	4.728.017
76	VT05SPE	VT	CANINO	Diga Timone	154	231.185	4.704.515
77	VT29MTX	VT	CANINO	Pianacce	113	226.741	4.704.712
78	VT16CME	VT	CANINO	San Valeriano	281	230.889	4.708.673
79	VT20CME	VT	CELLENO	Acquaforte	366	264.683	4.714.683
80	VT12SPE	VT	CORCHIANO	Pantalone	188	284.458	4.690.814
81	VT22CME	VT	FARNESE	Gressa	298	229.233	4.715.505
82	VT25SIE	VT	FARNESE	Pian di Sala	400	232.905	4.719.597
83	VT26SIE	VT	GROTTE DI CASTRO	Borghetto	315	245.546	4.726.920
84	VT27SIE	VT	GROTTE DI CASTRO	Purgatorio	470	244.597	4.730.680
85	VT10SPE	VT	LATERA	Centro Florovivaistico	414	238.598	4.721.672
86	VT28SPE	VT	MONTALTO	Le Murrelle	4	220.000	4.690.000
87	VT17SIE	VT	MONTALTO	Pescia Romana	24	211.990	4.700.733
88	VT07SIE	VT	MONTEFIASCONE	Commenda	329	254.279	4.707.941
89	VT30CME	VT	RONCIGLIONE	Ponterotto	268	277.020	4.683.496
90	VT11SPE	VT	SORIANO CIMINO	Pantane	281	276.865	4.703.375
91	VT21CME	VT	SORIANO CIMINO	Poggio di Chia	316	275.098	4.700.968
92	VT01SIE	VT	TARQUINIA	Portaccia	19	230.512	4.680.145
93	VT19CME	VT	TUSCANIA	Montebello	196	237.099	4.691.527

94	VT23CME	VT	VETRALLA	Marchionato	217	254.028	4.690.053
95	VT24CME	VT	VITERBO	Pisello	243	251.373	4.705.829

La agrometeorologia è un fattore cruciale nel supportare i processi decisionali in agricoltura ai fini del raggiungimento di risultati produttivi, di gestione del rischio, di sostenibilità ambientale e di salute dei consumatori; quindi, è un fattore di competitività per le aziende agricole e per il Paese. Inoltre, è un fattore fondamentale per le valutazioni ex ante e di efficacia delle politiche, con particolare riferimento agli obiettivi di agricoltura sostenibile e resiliente ai cambiamenti climatici che l'agricoltura di precisione si pone. Lo sviluppo pieno delle tecnologie dell'agricoltura di precisione richiede anche informazioni agro-meteo-climatiche a elevata risoluzione sia spaziale sia temporale, basate su dati di qualità e che presentino una validità e un'omogeneità a livello nazionale. Tali dati sono necessari allo sviluppo-calibrazione di modelli agronomici, agrofenologici e fitosanitari e alla loro traduzione in servizi dinamici ed operativi (ICM – Integrated Crop management, IPM – Integrated Pest management e Water management). Il ruolo dell'agrometeorologia nel percorso di programmazione della futura PAC risulta ben esplicitato anche dalla Commissione europea nel policy brief Agriculture and climate mitigation, che fa riferimento a diverse aree di analisi fondamentali per descrivere i cambiamenti delle principali variabili agrometeorologiche (precipitazioni, temperature, frequenza e intensità degli eventi estremi, fenologia), a supporto del percorso di programmazione, che deve evidenziare adeguatamente il fabbisogno specifico in relazione all'adattamento ai cambiamenti climatici e alla gestione del rischio da eventi estremi.

Il dato agrometeorologico risulta essere anche un input fondamentale per i modelli di stima per il consiglio irriguo, il quale risulta essere cruciale in ottica di ottimizzazione della resa delle colture, dell'uso razionale della risorsa idrica, dell'impatto ambientale e in fine del risparmio economico per le aziende agricole.

In Italia, per dare risposta a queste necessità, grazie ad un progetto finanziato nel 2016 dal Psr della Regione Emilia – Romagna, il Canale Emiliano romagnolo (CER) ha realizzato un software disponibile gratuitamente denominato Irriframe, che implementa il servizio di assistenza irrigua ma anche il consiglio fertirriguo. Questo DSS (Decision Support System) consente una copertura pressoché completa su tutto il territorio nazionale ed è di semplice uso per l'utente, che sia consorzio o singolo agricoltore. Il modello matematico, motore del software, ragiona sul singolo appezzamento (inteso come unità georeferenziata) inserito dall'utente registrato e tiene conto del ciclo colturale delle diverse specie modulando le restituzioni nutritive in funzione dei fabbisogni della coltura in ogni singola fase fenologica, permettendo la gestione ottimale dei concimi azotati soprattutto in quelle zone vulnerabili ai nitrati. Il bilancio fertirriguo viene calcolato ogni quotidianamente prendendo in considerazione principalmente: dati agrometeo dalle stazioni sul territorio, dati pedologici e dati di falda. Nonostante il sistema sia progettato per richiedere il minor numero di dati possibile all'utente automatizzando il più possibile il process, l'interfaccia di utilizzo, permette all'utente di inserire, se ne è in possesso, i propri dati sull'appezzamento in caso fossero più aggiornati o precisi, rendendo la funzionalità del modello ancor più scalabile e personalizzabile secondo le esigenze e i dati disponibili.

Dalle attività di verifica sugli appezzamenti gestiti con il consiglio fertirriguo generato dal modello, è stato riscontrato e confermato che la distribuzione frazionata dell'azoto ha consentito effettivamente di diminuire le perdite per lisciviazione dal 40% all'80%, aumentando contemporaneamente l'efficienza di utilizzo e la resa della coltura tra il 20% ed il 30%.

Il servizio è accessibile attraverso il portale <https://www.irriframe.it/irriframe> (Figura 11), disponibile su tutto il territorio nazionale e attualmente diffuso su 17 delle 21 regioni, coinvolge 69 consorzi, 15000 aziende agricole per totale di 7 milioni di ha.

Il portale Irriframe

Per un'irrigazione efficiente e di precisione

L'incremento delle temperature e la diminuzione delle piogge utili stanno determinando un aumento delle necessità irrigue delle colture. L'irrigazione è quindi ormai diventata una pratica imprescindibile per l'ottenimento di produzioni economicamente sostenibili e di elevata qualità.

L'acqua distribuita alle aziende agricole dai Consorzi di Bonifica sta quindi diventando una risorsa sempre più pregiata ed insostituibile, da impiegare in maniera ancora più efficiente rispetto al passato.

Con il Servizio IRRIFRAME, l'ANBI ed i Consorzi di Bonifica forniscono assieme all'acqua tutte le informazioni per un suo uso oculato ed efficiente, con l'obiettivo di giungere a consistenti risparmi d'acqua mantenendo elevata, od addirittura migliorando, la produttività delle colture.

Il portale offre servizi funzionali ad indicare agli agricoltori tramite i Consorzi di bonifica il preciso momento di intervento irriguo ed il volume di adacquata, basandosi su dati del **bilancio idrico** suolo/pianta/atmosfera e sulla convenienza economica dell'intervento irriguo.

- Per utilizzare i servizi del portale è necessario registrarsi gratuitamente ed inserire i propri dati aziendali e culturali: [vedi come](#)
- Per accedere alla gestione del sistema (riservato ai Consorzi) [cliccare qui](#)
- Per attivare Irriframe nel proprio Consorzio di bonifica [cliccare qui](#)

Per assistenza su problemi generali e di accesso al sistema assistenza@irriframe.it

Mappa copertura del servizio



[Cliccare sulle regioni di colore verde per dettaglio Consorzi attivi](#)

Release 3.0.0.18975 del 07/06/2022 10:32:32 Server Web IRRIFRAME Browser WEBKIT 537.36 CHROME 108.0.0.0

Software progettato da 

Progetto della piattaforma  Canale Emiliano Romagnolo

Figura 14 - Home page del portale Irriframe, <https://www.irriframe.it/irriframe>




In sintesi, il dato agrometeorologico risulta di fondamentale importanza per la produzione del consiglio irriguo, sviluppare e calibrare modelli di prescrizione della pratica agricola, ed infine calibrare le informazioni e i modelli basati su dati remote sensing. Il settore agrometeorologico (ricerca e servizi) in Italia, però, non è ancora in grado di rispondere adeguatamente alle richieste che giungono dalle politiche e dalle stesse aziende agricole; infatti, allo stato attuale la RAN risulta non attiva ma sono già posti in essere interventi di riattivazione, ristrutturazione e potenziamento.

EMISSIONI ED ASSORBIMENTI DI GREENHOUSE GAS (GHG)

Le attività umane aumentano le concentrazioni atmosferiche di gas serra (GHG) sia naturali che sintetici, il che aumenta l'effetto serra e porta al cambiamento climatico. Le emissioni causate dall'uomo provengono dalla combustione di combustibili fossili come petrolio, carbone e gas naturale e da attività come la deforestazione, l'agricoltura e la produzione di cemento. Secondo l'Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), le attività umane sono responsabili di quasi tutto l'aumento dei gas serra nell'atmosfera negli ultimi 150 anni. L'agricoltura è responsabile del 7,2% delle emissioni totali di gas serra espressi con CO₂ equivalente: la fermentazione enterica rappresenta circa il 45,4% delle emissioni di gas serra di origine agricola, i suoli agricoli il 30,7%, la gestione delle deiezioni il 17,2%, la coltivazione del riso il 5,3%, l'applicazione al suolo di urea e calce l'1,4% e la combustione dei residui agricoli circa lo 0,06%.

Per consentire la riduzione delle emissioni di GHG, abbiamo bisogno di una comprensione più completa a partire dalla scala locale, fino all'osservazione su scala continentale, per andare poi a valutare il fenomeno nella sua globalità. L'Osservazione della Terra (EO), in particolare satellitare, è riconosciuto come lo strumento più potente per fornire a monitoraggio sinottico e monitorare cambiamenti nel tempo. Facendo riferimento alle informazioni aggiornate contenute nel report "GHG Monitoring from Space: A mapping of capabilities across public, private, and hybrid satellite missions" (GEO, ClimateTRACE, WGIC - 2021), la sensoristica satellitare sta incrementando la capacità di monitorare l'emissione di gas serra emissioni ed è in grado di sostenere e validare decisioni politiche nella costituzione del National Inventari GHG e Global Stocktake (GST) prevista dall'accordo di Parigi.

In Figura 12 viene rappresentata l'attuale panoramica di riferimento per la parte pubblica delle missioni satellitare, comprensiva di specifiche sulla misura, per il monitoraggio dei flussi GHG.

COUNTRY/REGION, ORGANIZATION, MISSION AND INSTRUMENT					GHG MONITORED DIRECTLY			POTENTIAL POLICY-RELEVANT APPLICATION			DATA ACCESS
Country/Region	Organization	Mission (Instrument)	Status	Mission Goal and Application	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Point-Source level	National level	Global level	Open access / Limited access / Paid subscription
Canada	CSA ESA NASA	SciSat-1 (ACE)	 In orbit	Mission Goal: To monitor and analyze the chemical processes that control the distribution of ozone in the upper troposphere and stratosphere. Application: SciSat-1 can measure the vertical resolutions of all major GHGs identified for monitoring under the Paris Agreement.							 Open access
China	NRSCC NSMC- CMA	FengYun-3D (GAS)	 In orbit	Mission Goal: Operational meteorology with substantial contribution to ocean and ice monitoring, climate monitoring, atmospheric chemistry and space weather. Application: Retrieve GHGs in the atmosphere.							 Limited access
China	CNSA	Gaofen-5 (GMI)	 In orbit	Mission Goal: Hyperspectral observations of Earth's environments to track environmental impacts, water quality, and atmospheric change. Application: To measure carbon dioxide and methane in the troposphere and understand the source and sink processes that affect these GHGs.							 Limited access
China	NRSCC NSMC- CMA	TanSat (ACGS)	 In orbit	Mission Goal: To retrieve the atmosphere column-averaged CO ₂ dry air mole fraction (XCO ₂) with precisions of 1% on national and global scales. Application: To improve the understanding on the global CO ₂ distribution and its contribution to the climate change. Additionally, to monitor the CO ₂ variation on seasonal time scales.							 Limited access
Europe	EC ECMWF ESA EUMETSAT	Copernicus Carbon Dioxide Monitoring/ CO ₂ M	 In development	Mission Goal: The CO ₂ M will focus on measuring carbon dioxide and methane emissions, which are released into the atmosphere specifically through human activity. Application: Reduce current uncertainties in estimates of emissions of CO ₂ from the combustion of fossil fuel at national and regional scales. Produce an independent source of information to assess the effectiveness of policy measures, track their impact towards decarbonising Europe and meeting national emission reduction targets. Note- this mission will deploy a constellation of satellites.							 Open access

Europe	EUMETSAT	Metop-A/B/C (IASI)	 In orbit	Mission Goal: Acquire a wide range of land, ocean, and atmospheric measurements serving operational services for nowcasting, weather forecasting and climate. Application: Profiles in middle atmosphere for CO ₂ , CH ₄ , and N ₂ O are derived from IASI measurements.	CO ₂	CH ₄	N ₂ O			 Open access
Europe	EUMETSAT	Metop-Second Generation A/B/C (IASI-NG)	 In development	Mission Goal: Acquire a wide range of land, ocean, and atmospheric measurements serving operational services for nowcasting, weather forecasting, air quality monitoring, and climate. Application: Profiles in middle atmosphere for CO ₂ , CH ₄ , and N ₂ O are derived from IASI measurements.	CO ₂	CH ₄	N ₂ O			 Open access
Italy	ASI	PRISMA (HYC)	 In orbit	Mission Goal: To provide a global observation capability, monitoring of natural resources and atmospheric characteristic. The specific areas of interest to be covered are Europe and the Mediterranean region. Application: Carbon cycle monitoring and quantifying GHG emissions from sources.	CO ₂	CH ₄				 Open access
Japan	JAXA MOE Japan NIES	GOSAT (TANSO-FTS)	 In orbit	Mission Goal & Application: To monitor the global distribution of GHGs (i.e., CO ₂ and CH ₄) at a sub-continental scale and verify the reduction of GHG emissions.	CO ₂	CH ₄				 Open access
Japan	JAXA MOE Japan NIES	GOSAT-2 (TANSO-FTS2)	 In orbit	Mission Goal & Application: To continue the monitoring record started by GOSAT by measuring the global distribution of GHGs (i.e., CO ₂ and CH ₄) at a sub-continental scale and verify the reduction of GHG emissions.	CO ₂	CH ₄				 Open access
US	NASA	Aqua (AIRS)	 In orbit	Mission Goal: A multi-disciplinary study of Earth's interrelated processes and water cycle (involving the atmosphere, oceans, ice, and land surface) and their relationship to changes in the Earth system. Application: AIRS measures CO ₂ and CH ₄ in the middle troposphere allowing for the study of the atmosphere's response to increased GHGs.	CO ₂	CH ₄				 Open access

Figura 15 - Panoramica di riferimento, per la parte pubblica, delle missioni satellitari progettate per la misura dei flussi GHG. Estratto da GHG Monitoring from Space: A mapping of capabilities across public, private, and hybrid satellite missions. GEO, ClimateTRACE, WGIC (2021).

Per quanto riguarda invece la parte terrestre di reti di misura dei flussi GHG, il riferimento principale per la parte pubblica è rappresentato dal progetto Integrated Carbon Observation System (ICOS). Secondo descrizione riportata sul portale di riferimento, e nella documentazione pubblicata, ICOS è un'infrastruttura di ricerca nata dall'iniziativa delle comunità scientifiche europee per disporre di una rete di misurazione coerente e sostenibile che opera esattamente secondo gli stessi standard tecnici e scientifici per consentire una ricerca di alta qualità sui cambiamenti climatici e aumentare l'usabilità dei dati della ricerca. I dati sono di libero accesso e disponibili, dopo il controllo di qualità, previa iscrizione gratuita dell'utente interessato. In ICOS vengono unificate e coordinate le stazioni di ricerca e misurazione di alta qualità delle varie nazioni europee. Il network (Figura 13) comprende 149 stazioni standardizzate in tutta Europa, coordinate e gestite dalle Reti Nazionali ICOS, dei 14 paesi membri.



Figura 16 - Network Europeo ICOS, stazioni di misura GHG (dal portale ICOS).

L'Italia, in quanto paese membro, gestisce 17 stazioni (10 per l'ecosistema, 4 l'oceano e 3 l'atmosfera) ed ospita l'Ecosystem Thematic Centre (ETC), insieme a Belgio e Francia. In Figura 14 viene riportata la mappa di dislocazione sul territorio nazionale.

Le stazioni dedicate all'ecosistema, che riguardano più strettamente il tema AdP, coprono i territori più tipici della nazione: diversi tipi di foreste, campi coltivati, e macchie di arbusti. Questa tipologia di installazione ospita una torre di flusso (19 m) situata all'interno dell'area, i sensori meteorologici monitorano i flussi di CO₂, H₂O, CH₄ e Composti Organici Volatili Biogenici (BVOC). La temperatura delle foglie è registrata da termocoppie personalizzate. I principali parametri monitorati sono: Profilo verticale del suolo, CO₂, H₂O, flussi di calore sensibile, radiazione globale netta, riflessa e diffusa, profili di temperatura dell'aria e del suolo, profilo del contenuto idrico del suolo, flussi di calore del suolo. Altre attività di monitoraggio possono riguardare Temperatura del baldacchino, flussi di CH₄, concentrazioni e flussi di particolato atmosferico PM 2,5/10. Le stazioni atmosferiche sono localizzate nel nord dell'Italia, come sulle Alpi, e nell'isola di Lampedusa, nel Mar Mediterraneo. Le stazioni che monitorano l'oceano sono situate nel Mar Adriatico e nel Mar Ligure.

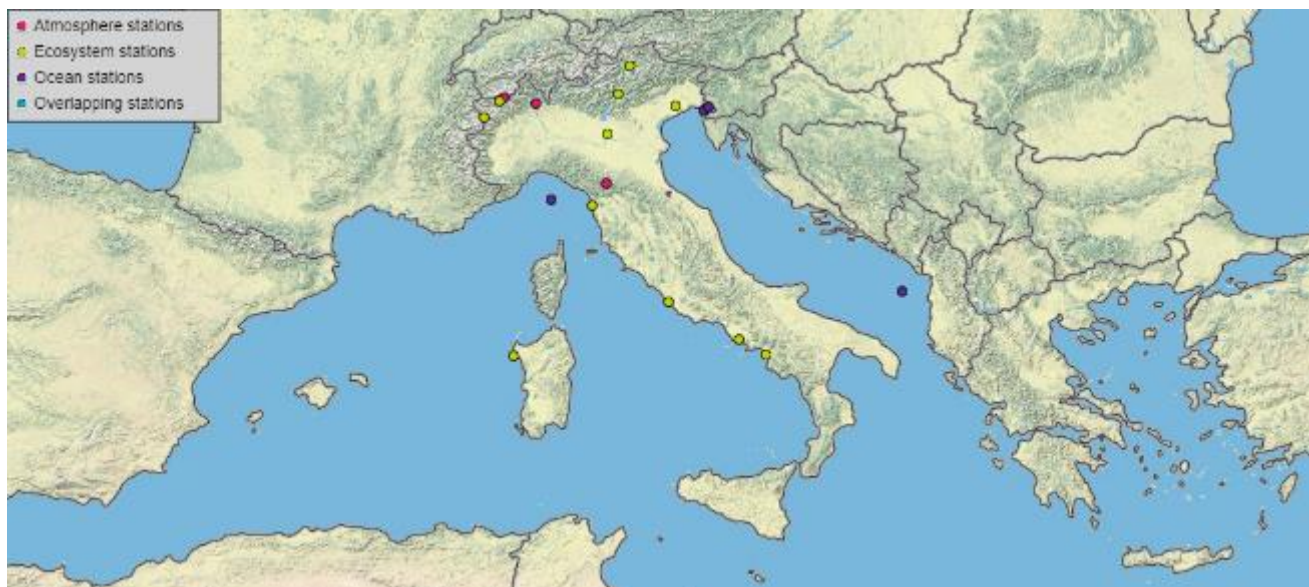


Figura 17 -: Dislocazione stazioni di misura della rete ICOS Italia (dal portale ICOS).

La parte italiana di ICOS è coordinata dalla Joint Research Unit (JRU), nata dalla collaborazione di 15 enti italiani, tra Università, istituti di ricerca ed altri enti, in particolare: Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici (CMCC), Università degli Studi della Tuscia, Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria (CREA), Agenzia Nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile (ENEA), Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale (ARPA) della Val d'Aosta, Provincia Autonoma di Bolzano, Fondazione Edmund Mach (FEM), Università degli Studi di Sassari, Università degli Studi di Padova, Università degli Studi di Genova, Università Cattolica del Sacro Cuore, Istituto Nazionale Oceanografia e di Geofisica Sperimentale (OGS), Libera Università di Bolzano, Università degli Studi di Udine, Ricerca sul Sistema Energetico – RSE S.p.A.

MONITORAGGIO CARBONIO ORGANICO NEI SUOLI

Il carbonio organico costituisce circa il 58% della sostanza organica presente nei suoli. Questa a sua volta è composta da organismi una volta viventi: resti di piante ed animali in vari stadi di decomposizione, cellule o tessuti e da sostanze prodotte o rielaborate dalle radici delle piante e dai microrganismi presenti nel suolo.

La presenza della sostanza organica influenza enormemente la fertilità chimica, fisica e biologica dei suoli, oltre ad essere parte integrante dei cicli bio-geo-chimici degli ecosistemi terrestri, tra le funzioni più importanti svolte si sottolinea: la capacità di trattenere gli elementi nutritivi grazie alla sua capacità di scambio cationica ed anionica; stabilizzare e trattiene insieme le particelle di suolo riducendo i fenomeni di erosione; regolare i flussi idrici superficiali e profondi; ridurre gli effetti negativi sull'ambiente di fitofarmaci, metalli pesanti e molti altri inquinanti. La sostanza organica, agendo sulla struttura, riduce la formazione di croste superficiali, aumenta la velocità di infiltrazione dell'acqua, riduce lo scorrimento superficiale e facilita la penetrazione delle radici vegetali.

A queste funzioni si deve aggiungere anche la capacità di sottrarre carbonio dall'atmosfera; la CO₂ viene fissata dall'attività fotosintetica delle piante e da queste, attraverso i residui vegetali e gli essudati radicali, viene accumulata nel suolo sotto forma di sostanza organica più o meno umidificata. Da qui il riconoscimento, da parte delle convenzioni internazionali su desertificazione (Parigi, 1994), cambiamento climatico e biodiversità (Rio de Janeiro, 1992), del ruolo svolto dal suolo nel ciclo del carbonio.

Nel febbraio 2018 è stata presentata ufficialmente la Carta Italiana del Carbonio Organico del Suolo (SOC), che costituisce uno dei primi risultati ottenuti dalla Global Soil Partnership (GSP) italiana, ed è pubblicata e scaricabile gratuitamente (formato geotiff raster con maglia a 1 km) dal sito della Food and Agriculture Organization of the United Nation (FAO), (Figura 15).

Facendo riferimento alle informazioni aggiornate raccolte sul portale e dalla scheda pervenuta dal CREA-AA, la carta descrive il carbon stock dei suoli italiani nei primi 30 cm di profondità, con dati raccolti nel periodo 1990-2013 e corredata da carte degli indici di incertezza per la stessa maglia a 1 km quali: deviazione standard, errore standard, intervallo di confidenza e coefficiente di variazione.

L'elaborazione nazionale è stata fatta applicando tecniche di Digital Soil Mapping (reti neurali con Radial Basis Function) ad una selezione di circa 6700 profili pedologici rappresentativi, selezionati dalle Regioni e raccolti tramite rilievo sul campo nell'arco temporale compreso tra il 1990 e 2013. Sono state inoltre selezionate una serie di covariate categoriche (geologia, geomorfologia, uso del suolo, strati tematici del suolo) e continue (DEM, dati climatici e caratteristiche del suolo), armonizzati i vari metodi analitici utilizzati (Walkley Black, Springer Klee e Analizzatore Elementare) e sviluppate delle pedofunzioni per la stima della densità apparente. Non esistendo una rete di monitoraggio nazionale, l'informazione disponibile risente di dati non coevi e delle diverse procedure adottate nei singoli laboratori per la determinazione del carbonio organico. Il quadro conoscitivo complessivo può inoltre essere notevolmente migliorato a seguito di un'armonizzazione delle numerose informazioni già presenti nei database regionali. Il risultato finale di questa produzione, ancorché migliorabile, dimostra una affidabilità migliore di precedenti carte di carbon stock disponibili per l'Italia. L'attività è stata coordinata dal CREA-AA di Firenze, col contributo dell'ISPRA, per la raccolta dati puntuali e ausiliari e relativi metadati, l'armonizzazione dei metodi analitici del carbonio organico del suolo e della densità apparente, la definizione dei metodi per la spazializzazione digitale dei suoli e controllo di qualità e l'elaborazione finale della carta. Ad oggi non risultano aggiornamenti rispetto a questa prima realizzazione.

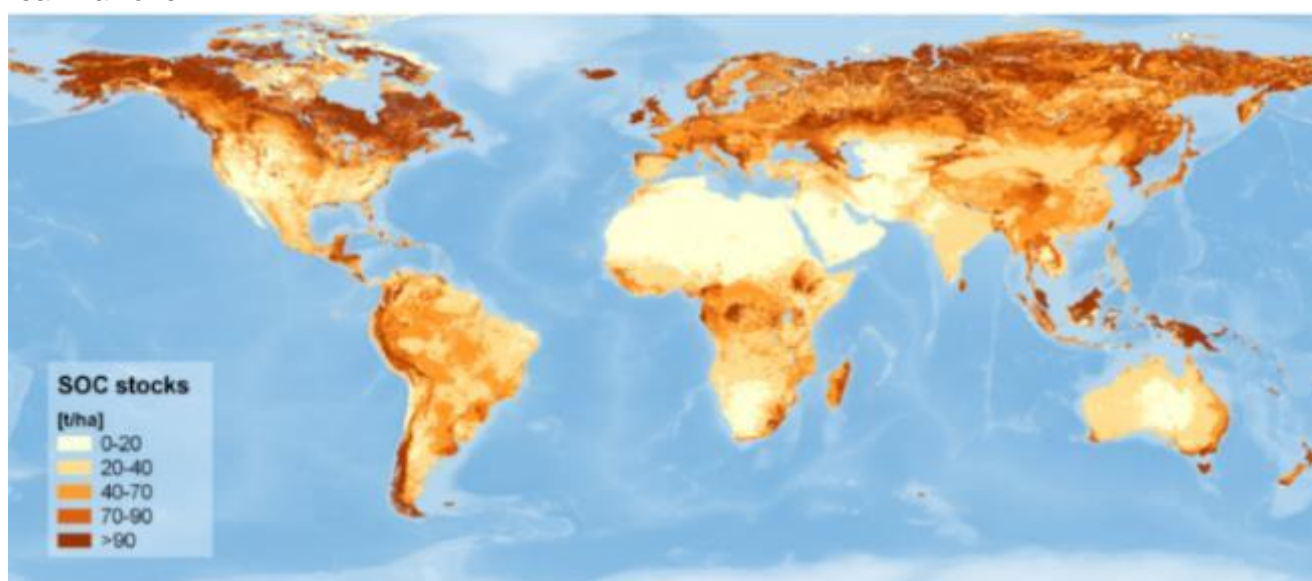


Figura 18 - Stock globale di carbonio organico del suolo da 0 a 30 cm di profondità del suolo, FAO and ITPS. 2020. Global Soil Organic Carbon Map V1.5

3.3.2 Carta dei suoli d'Italia

Il progetto "Carta dei Suoli d'Italia", finanziato dal Ministero per le Politiche Agricole (attuale Masaf) all'interno programma interregionale "Agricoltura e Qualità" misura 5, è stato avviato nel 1999 con lo scopo di colmare la lacuna relativa alla disponibilità di una completa ed uniforme base conoscitiva pedologica del territorio italiano. La necessità di colmare tale lacuna è stata successivamente segnalata a livello territoriale europeo come prioritaria per affrontare l'importante problema della difesa del suolo e delle sue conseguenze sulle politiche ambientali europee. Il percorso avviato, che ha visto impegnati in prima linea il CREA e le istituzioni regionali collaboranti, ha portato in dieci anni alla raccolta all'interno di un unico geodatabase di tutti i dati pedologici e geografici che sono stati elaborati secondo le metodologie internazionali più aggiornate.

Il database, mantenuto dal CREA, è il fulcro di un sistema Informativo pedologico, costituito sia da dati pedologici puntuali, cioè caratterizzati da localizzazione geografica puntuale, di varia origine e data di rilevamento (dal 1950 ad oggi), che da dati cartografici elaborati (carte pedologiche) di vario formato, scala e periodo di riferimento. I dati pedologici puntuali ammontano a un totale di 70.743 punti, di cui 5.831 inseriti in banca dati a partire da pubblicazioni scientifico-tecniche in formato cartaceo, 24.027 ottenuti con rilevamenti pedologici realizzati da enti pubblici nazionali e internazionali (compreso il CREA stesso), 33.736 ottenuti con rilevamenti pedologici realizzati da enti pubblici regionali, 7.139 ottenuti con rilevamenti pedologici realizzati da ditte private che lavoravano in proprio (cioè non

nell'ambito di appalti pubblici). L'arco temporale dei dati presenti in banca dati va dagli anni 80 dello scorso secolo fino al 2022, in quanto la banca dati è in continuo mantenimento.

Le elaborazioni pedologiche in scala 1:500.000, hanno portato ad una prima produzione della carta dei suoli d'italia in scala 1:1.000.000, pubblicata in formato cartaceo e digitale nel 2012 (Figura 6). Questa produzione rappresenta un importante valore aggiunto in termini informativi, andando ad aggiornare la precedente versione datata 1966, ma anche per quello che riguarda l'accuratezza e le metodologie di analisi utilizzate.

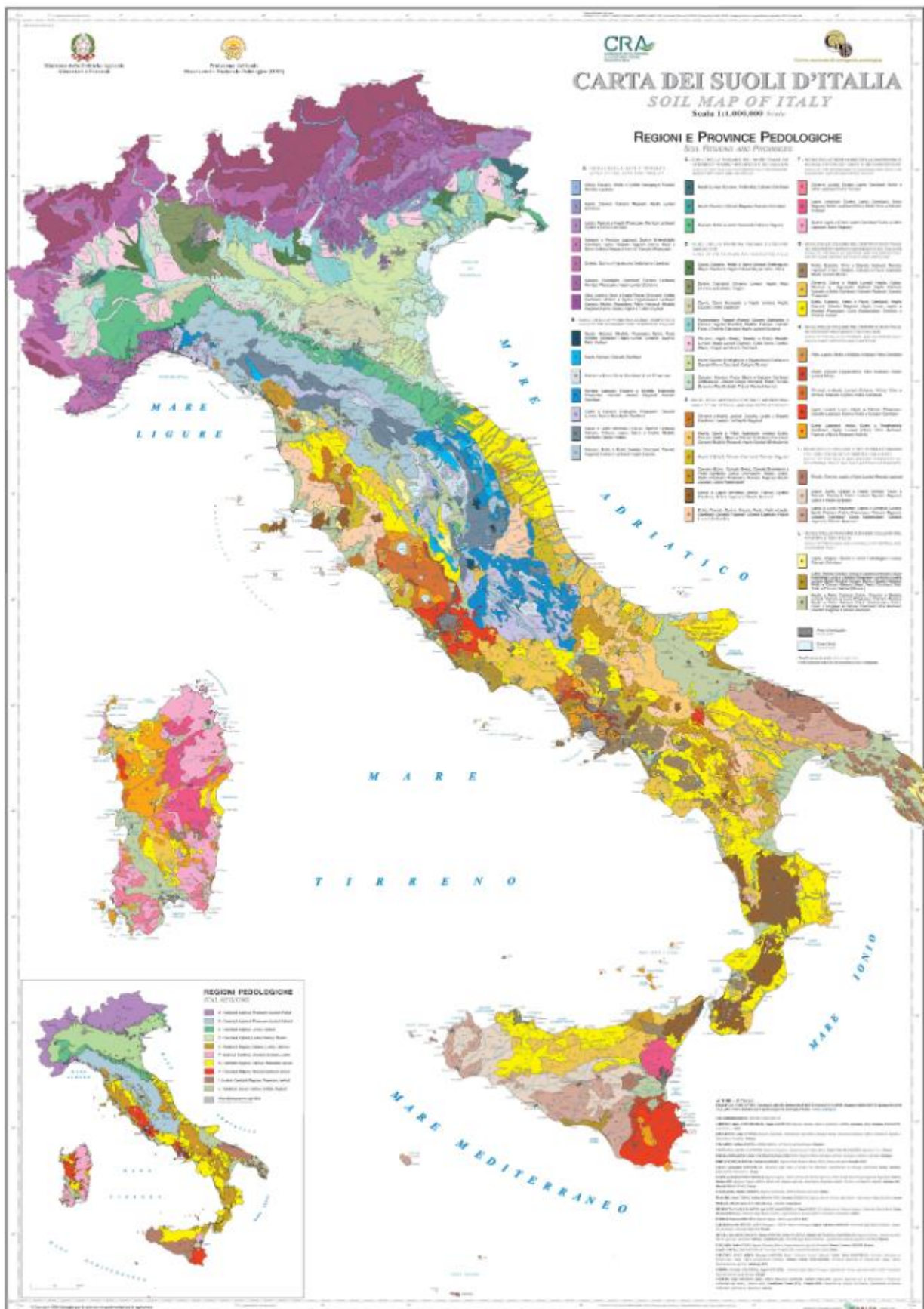


Figura 19 - Carta dei Suoli d'Italia scala 1:1.000.000 (2012) disponibile in ESDAC:
<https://esdac.jrc.ec.europa.eu/content/carta-dei-suoli-ditalia-soil-map-italy>

Attualmente, per quanto riguarda i dati cartografici elaborati (carte pedologiche), sono disponibili:

- Carta dei suoli d'Italia 1: 500.000, costituita da un geodatabase in formato poligonale (vector) dei sistemi di terra in scala 1:500.000 su 3.357 delimitazioni geografiche. I sistemi di terre sono caratterizzati pedologicamente da 1.423 tipologie di suolo (STU, soil typological units), elaborate a partire dal raggruppamento di 21.968 informazioni pedologiche puntuali. A partire dal geodatabase dei sistemi di terra 1:500.000 è stata prodotta una pubblicazione in formato cartaceo a scala 1:1.000.000 disponibile in ESDAC: <https://esdac.jrc.ec.europa.eu/content/carta-dei-suoli-ditalia-soil-map-italy>
- Carta dei suoli d'Italia 1:250.000. Banca dati georeferenziata delle tipologie di suolo e Unità Cartografiche collegate in scala 1:250.000. La banca dati comprende i poligoni delle unità cartografiche (Sottosistemi di suolo), le Tipologie di suolo connesse (STS in % di estensione per ogni UC) e almeno un profilo caposaldo completo di descrizione stazione, orizzonti e dati analitici di base per ogni STS descritta. Armonizzazione da fonti dati Cataloghi regionali e cartografie realizzate nell'ambito del progetto MiPAAF Carta dei suoli d'Italia in scala 1:250.000.
- Carta dei suoli d'Italia su griglia a 500 m (DB_SUOLI_ITALIA_500M). Shapefile di punti su griglia a 500 m, elaborato nell'anno 2018, per il quale ad ogni punto è associata una tipologia di suolo (cioè una STU, soil typological unit). La griglia di punti utilizzata è la griglia prodotta dal progetto AGRIT per il monitoraggio dell'uso del suolo (http://www.itacon.it/Projects/2007-06-25-Commissione_Mipaaf-Agroambiente.ppt). La banca dati associata alla griglia di punti è costituita da 4.473 tipologie di suolo (STU), corredate dalle statistiche (media, minimo, massimo, deviazione standard, numerosità campionaria) dei dati pedologici richiesti dal progetto (profondità utile, profondità degli orizzonti funzionali, pH, contenuto di carbonio organico, tessitura, scheletro, e capacità di scambio cationico).
- Porzione italiana della GSOCmap prodotta dalla Italian Soil Partnership, a coordinamento CREA, per la FAO Global Soil Partnership (vedi § 3.3.2.1), costituita da 6 files in formato grid, con pixel a 1 km (geotiff), di cui solo il carbon stock nei primi 30 cm di suolo è pubblicato dal portale della FAO-GSP. Gli ulteriori 5 grids disponibili sono: coefficiente di variazione, deviazione standard, errore standard, limite inferiore e superiore dell'intervallo di confidenza.
- Porzione italiana della GSASmap, prodotta dalla Italian Soil Partnership, a coordinamento CREA, per la FAO Global Soil Partnership, costituita da 14 files in formato grid con pixel a 1 km (geotiff), che sono tutti pubblicati e mantenuti pubblici dalla FAO-GSP in GLOSIS. I 14 files sono: 1) Elettroconducibilità in pasta satura dello strato 0-30 cm; 2) pH in acqua dello strato 0-30 cm; 3) ESP dello strato 0-30 cm; 4) Elettroconducibilità in pasta satura dello strato 30-100 cm; 5) pH in acqua dello strato 30-100 cm; 6) ESP dello strato 30-100 cm; 7) classificazione dei Salt Affected soils per lo strato 0-30 cm secondo lo schema classificatorio riportato nel report tecnico allegato; 8) classificazione dei Salt Affected soils per lo strato 30-100 cm, secondo lo schema classificatorio riportato nel report tecnico allegato; 9) incertezza della spazializzazione della elettroconducibilità in pasta satura dello strato 0-30 cm; 10) incertezza della spazializzazione del pH in acqua dello strato 0-30 cm; 11) incertezza della spazializzazione del ESP dello strato 0-30 cm; 12) incertezza della spazializzazione della elettroconducibilità in pasta satura dello strato 30-100 cm; 13) incertezza della spazializzazione del pH in acqua dello strato 30-100 cm; 14) incertezza della spazializzazione del ESP dello strato 30-100 cm.
- Carta delle aree soggette a vincoli naturali significativi (ANC – Areas with Natural Constraints) di natura pedologica, sulla base di una serie di specifici parametri biofisici (allegato III Reg. 1305/2013). Si tratta di uno shapefile di punti su griglia a 500 m, elaborato nell'anno 2019, per il quale ad ogni punto è assegnata l'informazione circa la presenza/assenza di 10 svantaggi di tipo pedologico. I criteri per la definizione dei 10 svantaggi pedologici, secondo la metodologia definita dalla Commissione Europea (JRC Technical Reports 2016 - EUR 27950 EN), e gli specifici metodi adottati per la realizzazione dei 10 elaborati cartografici, sono descritti in dettaglio nella pubblicazione tecnica di riferimento.

Dagli approfondimenti effettuati con gli enti e nella letteratura di riferimento, emerge che in Italia il monitoraggio dei suoli è di competenza regionale, ma non tutte le regioni Italiane dispongono di un servizio pedologico attivo, in quanto attività costosa e da eseguire attraverso professionalità adeguatamente formate a seguire un protocollo di rilievo ed analisi condiviso a livello nazionale. Inoltre, si osserva un'importante difficoltà nella condivisione con il CREA dei rilievi pedologici e dati puntuali in possesso agli enti pubblici regionali, per mancanza di accordi, personale addetto o adeguate infrastrutture informatiche utili allo scopo. Le problematiche riscontrate, limitano certamente la capacità di produzione dell'informazione ma, anche fosse disponibile, di analisi su scala nazionale, pepedeutiche all'aggiornamento sistematico e pubblicazione della carta dei suoli d'Italia.

3.3.3 Stato Fenologico delle colture agricole

La sequenza delle fasi fenologiche è predeterminata geneticamente, mentre la velocità con cui le fasi si succedono (ritmo di accadimento) è regolata da fattori ambientali ed in particolare da quelli meteorologici e idrologici (temperatura, radiazione solare, contenuto idrico del suolo, ecc.).

La fenologia vegetale si occupa di studiare le fasi fenologiche delle piante e per far ciò si basa su osservazioni di campo. Le osservazioni fenologiche acquistano particolare utilità se effettuate per vari anni di seguito in una medesima località, che in questo caso può essere considerata una "stazione fenologica". I dati raccolti in diverse stazioni fenologiche vengono poi confrontati fra di loro e negli anni. In molte nazioni esistono reti fenologiche, che coordinano fra di loro le diverse stazioni.

Poichè la fenologia mostra in maniera evidente i cambiamenti che gli esseri viventi subiscono in risposta alla variabilità del clima, questo settore di studio dell'impatto dei cambiamenti climatici sui sistemi naturali ha ottenuto negli ultimi tempi una considerevole attenzione, sia nel mondo scientifico sia da parte dell'opinione pubblica.

La conoscenza dei dati fenologici è importante per le diverse pratiche agricole. Ad esempio, alcuni interventi (trattamenti fitosanitari, concimazioni, diserbanti, irrigazioni, ecc.) risultano efficaci solo se effettuati in corrispondenza di specifiche fasi fenologiche. Inoltre, le piante mostrano una sensibilità agli agenti esterni (gelate, ondate di caldo, grandine, attacchi di insetti e di patogeni, ecc.) diversa a seconda della fase fenologica durante il quale l'evento si verifica.

In Italia, a livello regionale diversi servizi agrometeorologici sono da tempo attivi in tal senso e dal 2006 è operativa una rete osservativa nazionale coordinata dal CREA-AA nel contesto del Progetto IPHEN - Italian Phenological Network. Il Progetto di ricerca istituzionale è nato nel 2006 sulla base delle proposte maturate nell'ambito di un Seminario Nazionale di Fenologia tenutosi a Roma nel dicembre 2005. Ha attualmente come obiettivi principali:

- la gestione di una rete di rilevatori fenologici volontari a livello nazionale;
- la raccolta e l'archiviazione, secondo standard internazionalmente accettati, delle osservazioni fenologiche svolte sul territorio nazionale italiano;
- la produzione di elaborati cartografici di analisi dell'andamento fenologico;
- la promozione degli scambi di dati ed esperienze fra gli operatori del settore fenologico;
- l'integrazione delle attività svolte in Italia con altre attività in corso in ambito europeo ed internazionale;
- la produzione di prodotti operativi e di ricerca, da utilizzare per studi sulla variabilità del clima ed il cambiamento climatico

Settimanalmente, viene pubblicato sul portale Rete Rurale Nazionale un bollettino (Figura 6) che raccoglie i risultati del monitoraggio effettuato dalla rete di rilevatori per alcune specie (vite, olivo, robinia e castagno) tramite rilievi in campo e delle elaborazioni cartografiche di analisi delle fasi fenologiche osservate.

Il CREA ha messo a disposizione il documento che descrive le linee guida condivise per un corretto rilievo fenologico che prevede:

- acquisizione dei dati meteorologici: L'acquisizione dei dati meteorologici giornalieri (temperatura massima e minima) avviene dalle stazioni accentrate da CRA Cma e che afferiscono alla Rete Agrometeorologica Nazionale (RAN) ed al Servizio meteorologico dell'Aeronautica Militare.
- rilevamento dei dati fenologici: personale propriamente formato che si reca sul campo, fotografa il dettaglio del germoglio sulla pianta per ognuna delle specie considerate (vite, olivo, robinia e castagno) e compila le schede d'osservazione.
- produzione delle carte fenologiche
- divulgazione dei prodotti: Gli elaborati, corredati dell'indicazione delle persone / enti che hanno collaborato alla realizzazione sono divulgati sul portale della rete rurale (<https://www.reterurale.it/bollettinofeno>)

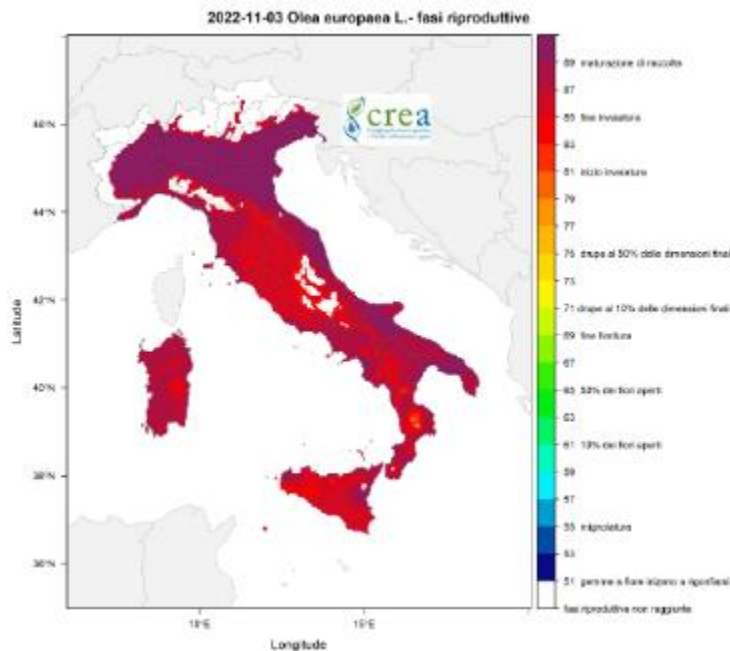


Figura 20 - Bollettino settimanale di analisi per Olea europaea, fonte Rete Rurale Nazionale.

3.4 Censimento dei fabbisogni e delle richieste

Per il Verticale 2 il quadro dei fabbisogni rilevati e delle richieste avanzate ai tavoli tecnici fanno riferimento ai seguenti Enti ed ai relativi documenti forniti:

CREA

- Agro-meteo-climatologia.pdf
 - approfondimento fabbisogni rete agrometeo_2022_11_14.docx*
 - Sistema Monitoraggio e Previsione - Censimento sistemi esistenti.v.1.1_RAN.docx*
 - RicognizioneReti RAN_2022_11_14.xlsx*
 - RAN_network_2022.pdf*
- Modellazione di sistemi agricoli italiani.pdf
- Carta dei Suoli d'Italia.pdf

AGEA

- Sistema di Monitoraggio e Servizio Informativo stato attuale e fabbisogni.pdf
 - Allegato_1_flusso_e_descrizione_CNdS_e_STRATI_v4.pdf
 - Allegato_2_legenda_CNDS_e_STRATI_v5.xlsx

MiTE CNITA

- Regione Lazio - 2022.10.20 - PNRR - SCHEDE DEI FABBISOGNI.pdf
- Regione Lazio - 2022.10.20 - PNRR - SCHEDE DEI FABBISOGNI – ARSIAL.pdf
- Regione Valle D'Aosta - PNRR_SCHEDE DEI FABBISOGNI_RAVA.pdf

Le Integrazioni documentali prodotte su richiesta del RTI sono contrassegnate con un * (asterisco). Si riporta di seguito una sintesi tabellare delle esigenze e delle richieste espresse.

Tabella 12 - Sintesi tabellare delle esigenze espresse dal verticale Agricoltura di precisione

Ente	Richieste totali (unità)	Richieste totali (€)	Note
CREA	5	3.305.000	

AGEA	3	16.150.000	Per ogni ente, Il computo dei costi è soggetto a variazione secondo i criteri di ammissibilità stabiliti dal MiTE
MiTE-CNITA	14	3.720.000	
TOTALE	22	23.175.000	

4 4. INQUINAMENTO MARINO

L'inquinamento marino è il prodotto degli effetti dannosi delle attività umane quando vengono diffuse in mare sostanze derivanti dalle attività estrattive, dal trasporto di sostanze pericolose, dai rifiuti industriali, agricoli e residenziali. Altri effetti dannosi per l'ambiente marino possono essere causati dal rumore, da organismi invasivi, dall'eccesso di anidride carbonica. Per quanto alcune forme di inquinamento siano di origine naturale (ad esempio alcune concentrazioni di metalli pesanti in aree costiere), la maggior parte delle sostanze tossiche che vengono immesse in mare proviene da attività terrestri, o dal trasporto marittimo, e le aree costiere o di piattaforma sono quindi particolarmente vulnerabili all'inquinamento. L'inquinamento atmosferico è una delle sorgenti dell'inquinamento marino, trasportando sostanze quali metalli pesanti, acido carbonico, azoto, silicio, zolfo, pesticidi (European Environment Agency, 2021). Fonti non puntuali di inquinamento, come quelle di origine agricola, entrano in mare attraverso i fiumi. I percorsi seguiti dall'inquinamento sono complessi e molteplici, ad esempio gli inquinanti possono depositarsi nei corsi d'acqua e negli oceani. Questi percorsi complessi includono lo scarico diretto di sostanze inquinanti in mare, l'inquinamento delle navi, l'inquinamento atmosferico e, potenzialmente, l'estrazione di idrocarburi in alto mare.

Gli impatti delle attività umane sull'ambiente marino includono cambiamenti fisici sul fondale a livello di substrato e habitat causati da ancoraggio e ormeggio come anche incagli di navi; alterazioni delle proprietà fisico-chimiche della colonna d'acqua e del biota acquatico attraverso l'applicazione di antifouling, scarichi operativi e accidentali (acque di zavorra e di sentina, idrocarburi, rifiuti e liquami), collisioni con la fauna ad altri danni (Byrnes, et al., 2020).

L'inquinamento acustico sottomarino introdotto dalle attività umane, quali soprattutto i trasporti marittimi, può causare la perdita dell'udito e mutamenti comportamentali negli animali marini (Erbe et al., 2019). Tra il 2014 e il 2019 l'energia acustica sottomarina totale irradiata e accumulata nelle acque dell'UE è più che raddoppiata, e un concomitante aumento del rumore subacqueo è stato segnalato in diverse regioni del mondo. Dato l'importante ruolo svolto dal suono nelle funzioni vitali dei mammiferi marini, la ricerca sui potenziali effetti del rumore delle navi è cresciuta, in particolare negli ultimi anni.

Per quel che riguarda l'introduzione di specie non indigene, queste possono invadere nuovi habitat aderendo agli scafi delle imbarcazioni quando queste si muovono da un porto all'altro o attraverso l'acqua di zavorra delle navi, che viene imbarcata in un porto e rilasciata nel luogo di destinazione. Il trasporto marittimo è il principale responsabile dell'introduzione di specie non indigene nei mari dell'UE (con 51 specie ad alto impatto, ossia quasi il 50 % del totale). Ad esempio, secondo l'Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2019), dall'inizio degli anni '80, la presenza di fioriture algali nocive è aumentata nelle aree costiere in conseguenza al riscaldamento, alla deossigenazione e all'eutrofizzazione, a seconda della risposta specie-specifica agli effetti interattivi del cambiamento climatico e di altri fattori antropici.

Uno dei problemi fondamentali è rappresentato dagli idrocarburi in mare. Negli ultimi 30 anni la quantità di petrolio trasportato in mare è aumentata costantemente. Tra il 2010 e il 2019, su 44 sversamenti di petrolio di media entità (ossia sversamenti di un quantitativo di petrolio compreso tra 7 e 700 tonnellate), cinque sono avvenuti nei mari europei; nello stesso periodo, nell'UE si sono verificate tre maree nere di grande entità (superiori a 700 tonnellate di petrolio) su 18 in tutto. La tendenza è simile per gli sversamenti di petrolio di piccola entità (inferiori a 7 tonnellate), quasi sempre volontari. Nel 2019, tramite il monitoraggio satellitare, sono stati individuati in tutto 7939 sversamenti possibili di questo tipo nelle acque dell'UE, che sono stati confermati nel 42 % dei casi, trattandosi di scarichi di varie dimensioni. Gli sversamenti di idrocarburi hanno ovviamente effetti molto negativi su vari organismi marini (King et al., 2021; Helm et al., 2014). Ad esempio, per quel che riguarda gli uccelli marini; l'esposizione alle sostanze tossiche può derivare dalla ingestione, inalazione o lubrificazione delle uova. Gli sversamenti di petrolio possono avere effetti negativi anche sui mammiferi marini, nonostante molte specie di cetacei abitino in mare aperto e si muovano entro aree molto ampie, e il loro contatto con uno sversamento di petrolio possa essere relativamente breve, alcune specie hanno requisiti di habitat molto definiti per l'alimentazione e/o la riproduzione e si spostano ogni anno tra

luoghi specifici, fatto che li rende particolarmente vulnerabili a sostanze chimiche che si possono concentrare in tali siti. L'esposizione della fanerogama marina *Posidonia oceanica* agli sversamenti di petrolio genera danni a livello dei germogli, come si è potuto osservare in seguito all'incidente della petroliera "Haven" nel 1991. In Liguria, nelle praterie di *Posidonia* colpite dal conseguente sversamento non è stato riscontrato alcun rizoma più vecchio di 8 anni, a conferma della mortalità dei germogli indotta dall'evento (Peirano et al., 2005). Anche l'acquacoltura risente negativamente degli effetti degli idrocarburi come si è osservato in esperimenti di laboratorio in cui sono stati imitati eventi di inquinamento che hanno dimostrato effetti letali (Lupo et al., 2021)

Tra le fonti di origine terrestre, il deflusso di nutrienti, quali principalmente azoto e fosforo, di origine prevalentemente agricola, lo smaltimento di acque reflue non trattate o parzialmente trattate nei corsi d'acqua terrestri e successivamente in mare rappresentano alcune tra le maggiori preoccupazioni. Nel primo caso, i nutrienti stimolano la crescita di fitoplancton e macroalghe e possono provocare fenomeni di eutrofizzazione dannosi per gli ecosistemi marini, come ad esempio un consumo eccessivo di ossigeno nelle acque costiere. Nel secondo caso, la presenza in mare di microinquinanti può avere effetti dannosi per gli ecosistemi marini. Altri danni a livello ecosistemico possono essere causati dagli stessi ancoraggi delle navi (Milazzo et al., 2004).

Negli ultimi anni si è inoltre accresciuta la consapevolezza riguardante la pericolosità dell'inquinamento provocato dai rifiuti marini, e principalmente da plastica per la vita marina: questo inquinamento va dalle grandi dimensioni del materiale originale, come bottiglie e sacchetti, fino alle microplastiche formate dalla frammentazione del materiale plastico (Galgani et al., 2013; Gall e Thompson, 2015; Deudero et al., 2015; Fossi et al., 2018).

La dinamica dell'inquinamento è strettamente legata ai meccanismi attraverso cui le sostanze tossiche entrano a far parte della catena alimentare. Molte sostanze chimiche potenzialmente tossiche aderiscono a minuscole particelle che vengono poi assorbite dal plancton e dagli animali bentonici. Una volta entrate nell'ecosistema marino, sostanze quali pesticidi, metalli pesanti, tossine, vengono rapidamente assorbite dalla catena alimentare marina, e possono causare mutazioni e malattie, rappresentando quindi un pericolo per la stessa salute umana.

La caratterizzazione dell'inquinamento marino, sia in termini di monitoraggio della qualità delle acque e dello stato degli ecosistemi marini, sia per quanto riguarda a capacità di prevedere l'evoluzione e a breve termine (entro pochi giorni) delle principali variabili caratterizzanti la contaminazione, quali ad esempio l'evoluzione di forme di inquinamento di origine puntuale e diffuso, non può prescindere dalla conoscenza delle altre variabili di interesse oceanografico, che ricadono nel dominio dell'oceanografia fisica: le correnti marine, che caratterizzano la circolazione delle masse d'acqua, le altre variabili di interesse fisico e chimico (temperatura, salinità, pH, ossigeno disciolto), il moto ondoso, che dà un contributo importante al rimescolamento e al trasporto di superficie nonché, in acque costiere, alla risospensione e trasporto di sedimenti, e altre variabili biogeochimiche che sono alla base dell'ecosistema (nutrienti, varie forme planctoniche).

Per questo è importante avere una base informativa molto ampia che comprenda un certo numero di variabili osservate, quali ad esempio i sistemi di osservazione delle onde e delle correnti marine, le campagne di monitoraggio periodiche effettuate nell'ambito della Strategia Marina, le reti di osservazione in-situ di parametri fisici e biogeochimici. Le osservazioni in-situ sono normalmente svolte con strumenti molto precisi i cui dati vengono spesso presi come "verità a terra". In realtà anche questi strumenti hanno bisogno di calibrazione e manutenzione periodiche, e i dati sono comunque affetti da errore. Tuttavia, grazie ai dati in-situ è possibile validare e calibrare altre fonti di informazioni quali:

- I dati di osservazione satellitare (temperatura superficiale del mare, altimetria, colore del mare, ecc.)
- I dati di modellistica.

Questi ultimi sono importanti sia per la comprensione delle dinamiche marine, e l'integrazione tra i dati di varia provenienza, sia come fonte prioritaria di informazioni previsionali.

4.1 Riferimenti normativi

L'ambiente marino è un patrimonio prezioso che va tutelato, conservato e, ove possibile, restaurato. L'obiettivo finale è il mantenimento della biodiversità e di un mare pulito, produttivo, ricco di biodiversità

e dinamica; in altre parole, un ambiente marino sostenibile per le generazioni future. Per raggiungere questo obiettivo, nel 2008 è stata adottata la Direttiva quadro sulla strategia per l'ambiente marino (2008/56/CE), meglio nota come MSFD (Marine Strategy). Questa direttiva crea un quadro politico europeo volto a raggiungere un livello elevato di protezione dell'ambiente marino. In precedenza, c'erano solo misure nell'ambito di un approccio settoriale. Ciò ha portato a una gamma frammentata di politiche, legislazioni, ecc., a livello nazionale, regionale, europeo e internazionale. La Direttiva quadro sulla strategia per l'ambiente marino è il pilastro ambientale della politica marittima europea, la politica delle attività in mare. La direttiva comunitaria Marine Strategy dispone che gli stati membri devono attivare un sistema di monitoraggio della qualità delle acque marino costiere al fine di definire lo stato qualitativo e monitorare l'efficacia delle misure messe in atto per la tutela delle acque.

Normativa di riferimento Europea:

CONV. AMBURGO '79; 91/676/EEC; 92/43/CEE; 98/41/EC; 2000/60/EC; 2002/59/EC; 2003/25/EC; REG. CE 725/2004; 2005/65/EC; 2006/07/EC; 2007/56/EC; 2007/60/EC; 2008/56/EC; 2009/45/EC; 2009/147/CE; Prot. UE 4/2/2009; 2013/39/EC; Decisione N. 1313/2013/UE del Parlamento europeo e del Consiglio del 17 dicembre 2013 su un meccanismo unionale di protezione civile; 2014/52/EU; 2014/89/EU; REG. UE 1380/2013

Normativa di riferimento nazionale

- Regio Decreto 327/1942; Legge 979/1982 (Disposizioni per la difesa del mare);
- Legge 394/1991 (Legge Quadro aree protette);
- Legge 84/94 art.5bis (esecuzione delle opere nei porti);
- D.M.172/16 (modalità dragaggio nei SIN);
- D.P.R. 662/94 (adesione alla convenzione internazionale di Amburgo 1979 sulla ricerca ed il salvataggio marittimo); D.Lgs 152/1999 (Disposizioni sulla tutela delle acque);
- Legge 93/01 (Disposizioni in campo ambientale);
- DPR 120/2003 (conservazioni degli habitat naturali e seminaturali, flora e fauna selvatiche);
- Decreto Interministeriale 14/07/2003 - Decreto legislativo n.1 del 2018 "Codice della Protezione Civile";
- D.Lgs. 65/2005 (Attuazione della direttiva 2003/25/CE relativa ai requisiti specifici di stabilità per le navi ro-ro da passeggeri");
- D.Lgs 196/2005 (Attuazione della direttiva 2002/59/CE relativa all'istituzione di un sistema comunitario di monitoraggio e di informazione sul traffico navale);
- D.Lgs 152/2006; D.Lgs 203/2007 (miglioramento della sicurezza nei porti);
- D. Lgs 116/2008 (gestione della qualità delle acque di balneazione);
- D. Lgs 187/2008 (sistema comunitario di monitoraggio e di informazione sul traffico navale);
- D.Lgs. 49/2010 (valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni);
- D.Lgs 190/2010 (Quadro azione comunitaria nel campo della politica per ambiente marino);
- D.M. MATTM 30/03/2010 (Definizione dei criteri per determinare il divieto di balneazione);
- D.M. MATTM 260/2010 (Criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali);
- D.Lgs 4/2012 (riassetto della normativa in materia di pesca e acquacoltura);
- D.Lgs 145/2015 (sicurezza delle operazioni in mare nel settore degli idrocarburi);
- D.Lgs 172/2015 (sostanze prioritarie nel settore della politica delle acque);
- D.M. MATTM n. 52 del 30.03.2015 (verifica di assoggettabilità a valutazione di impatto ambientale dei progetti di competenza delle regioni e province autonome);
- D.Lgs 201/2016 (quadro per la pianificazione dello spazio marittimo);
- D.M.173/16 (autorizzazione all'immersione in mare dei materiali di escavo di fondali marini);
- Legge28/06/2016 n. 132 - Decreto legislativo n.1 del 2018 "Codice della Protezione Civile";

- D.Lgs. 104/2017; DIRETTIVA DEL PRESIDENTE DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI 17 febbraio 2017 Istituzione del Sistema d'Allertamento nazionale per i Maremoti generati da sisma - SiAM. (17A03755)
- Legge 205/2017, Istituzione dell'Agencia nazionale per la meteorologia e climatologia ItaliaMeteo. DPCM 24 settembre 2020, Approvazione dello statuto dell'Agencia ItaliaMeteo. Decreto Presidente della Repubblica 15 ottobre 2020, n. 186, Regolamento concernente l'organizzazione dell'Agencia ItaliaMeteo e individuazione degli "Enti Meteo"
- "I.I. 3176 DISCIPLINARE TECNICO PER LA STANDARDIZZAZIONE DEI RILIEVI IDROGRAFICI (ed. 2021)"

4.2 Analisi dei processi, degli attori e delle responsabilità

Si elencano i principali Enti coinvolti nel monitoraggio delle aree costiere e dell'inquinamento marino che operano a livello nazionale/regionale evidenziando i processi in atto e le loro responsabilità istituzionali:

- **ISPRA:** L'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, ISPRA, è stato istituito con la legge 133/2008 di conversione, con modificazioni, del Decreto-legge 25 giugno 2008, n. 112. L'Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale (ISPRA) è ente pubblico di ricerca, dotato di personalità giuridica di diritto pubblico, autonomia tecnica, scientifica, organizzativa, finanziaria, gestionale, amministrativa, patrimoniale e contabile. L'ISPRA è sottoposto alla vigilanza del Ministro della Transizione Ecologica (Mite). Il Ministro si avvale dell'Istituto nell'esercizio delle proprie attribuzioni, impartendo le direttive generali per il perseguimento dei compiti istituzionali. L'ISPRA è integrata in un sistema a rete, il Sistema delle Agenzie Ambientali, che conta oggi la presenza sul territorio nazionale di 21 tra le Agenzie Regionali (ARPA) e Provinciali (APPA), in un sistema che coniuga conoscenza diretta del territorio e dei problemi ambientali locali con le politiche nazionali di prevenzione e protezione dell'ambiente, così da diventare punto di riferimento istituzionale e tecnico-scientifico, per l'intero Paese. Il Sistema nazionale a rete per la protezione dell'ambiente (**SNPA**), a partire dal 14 gennaio 2017, data di entrata in vigore della legge istitutiva, ha ridefinito il Sistema delle Agenzie ambientali attraverso l'istituzione di un sistema federativo consolidato. La legge attribuisce a questo Sistema compiti fondamentali quali: le attività ispettive nell'ambito delle funzioni di controllo ambientale, il monitoraggio dello stato dell'ambiente, il controllo delle fonti e dei fattori di inquinamento, le attività di ricerca finalizzata a sostegno delle proprie funzioni, il supporto tecnico-scientifico alle attività degli enti (statali, regionali e locali) che hanno compiti di amministrazione attiva in campo ambientale.

ISPRA ha avuto mandato dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare di realizzare uno strumento tecnico-operativo a supporto delle azioni poste in essere dai soggetti istituzionalmente competenti all'interno del sistema nazionale di intervento per la difesa del mare e delle zone costiere a seguito di sversamenti accidentali in mare da idrocarburi e/o altre sostanze tossico nocive (HNS).

- **Istituto Idrografico della Marina:** L'Istituto Idrografico della Marina è l'Organo Cartografico dello Stato designato alla produzione della documentazione nautica ufficiale nazionale. Per assolvere tale compito, l'I.I.M. riceve i dati idrografici dei mari italiani – oltre 550.000 Km² di aree marine, con uno sviluppo costiero superiore ai 7.800 km – sia da enti privati e pubblici sia dalle navi idro-oceanografiche della Marina Militare appositamente attrezzate sia, in via residuale, da proprie spedizioni, valorizza e valida i dati raccolti nel rispetto dello standard idrografico Il 3176 "Disciplinare tecnico per la standardizzazione dei rilievi idrografici" edito dall'IIM, al fine per organizzarli in database geografici e utilizzarli per la produzione della cartografia e documentazione nautica, sia in formato elettronico sia in formato cartaceo, e cura la diffusione delle informazioni nautiche in ambito nazionale e internazionale, il tutto al fine di concorrere alla sicurezza della navigazione. Inoltre l'Istituto Idrografico ha tra i compiti specifici istituzionali quello di creare un sistema informativo geografico che raccolga, tutti i dati idro-oceanografici provenienti dai rilievi effettuati nelle acque di giurisdizione dallo stesso Istituto e da enti pubblici e privati (cfr Dpr 15 marzo 2010, n.90 art 222. Par1 1 comma d.).

- **ENEA:** è l'Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile, ente di diritto pubblico finalizzato alla ricerca, all'innovazione tecnologica e alla prestazione di servizi avanzati alle imprese, alla pubblica amministrazione e ai cittadini nei settori dell'energia, dell'ambiente e dello sviluppo economico sostenibile (art. 4 Legge 28 dicembre 2015, n. 221).” L'ENEA svolge attività di ricerca scientifica e sviluppo tecnologico avvalendosi di competenze ad ampio spettro e di avanzate infrastrutture impiantistiche e strumentali dislocate presso i nove Centri di Ricerca e cinque Laboratori di Ricerca. Tali infrastrutture, oltre ad operare nell'ambito dei programmi dell'Agenzia, sono a disposizione del mondo scientifico e imprenditoriale del Paese. In particolare, ENEA è coinvolta sia nella parte di monitoraggio degli inquinanti sia nella parte di modellistica oceanografica.
- **Monitoraggio:** Il Centro Ricerche Ambiente Marino ENEA S. Teresa (La Spezia, Mar Ligure orientale) effettua da decenni monitoraggio in mare tramite stazioni fisse, costiere e profonde, e tramite campagne in mare ripetute nel tempo. Il monitoraggio marino che ENEA svolge è dedicato alla qualità della colonna d'acqua, dei fondali e degli ecosistemi marini nel loro complesso, a supporto di studi di tipo ecologico e garantisce dati fondamentali in caso di sversamenti in mare. ENEA svolge anche indagini sugli effetti del cambiamento climatico e degli impatti antropici diretti sugli ecosistemi marini, per valutare la resilienza al fine di prevenire e mitigare la perdita di biodiversità e definire misure di conservazione. Inoltre, ENEA gestisce a Lampedusa (www.lampedusa.enea.it) un Osservatorio Climatico integrato finalizzato a studiare l'evoluzione dei processi rilevanti per il clima. L'Osservatorio Climatico è costituito da un Osservatorio Atmosferico, sull'isola di Lampedusa (35.52°N, 12.63°E), e da un Osservatorio Oceanografico (35.47°N, 12.49°E), 3.3 miglia a sud ovest dell'estremità occidentale dell'isola di Lampedusa. Infine, il Centro Ricerche ENEA di Portici (Napoli) compie monitoraggio marino volto alla valutazione dell'inquinamento marino mediante approccio ecotossicologico, e alla conoscenza dello stato chimico e del rischio rappresentato dalla miscela di contaminanti di origine fluviale per l'ecosistema marino costiero. Il sistema di monitoraggio marino ecotossicologico è molto importante in aree portuali, in aree dedicate alla mitilicoltura / acquacoltura o in aree interessate da sversamenti in mare.
- **Modellistica:** Il Laboratorio CLIMA dell'ENEA da anni fa uso di modelli oceanografici per lo studio della circolazione marina del Mediterraneo, sia su scala di bacino che su mari regionali. Dal 2008 il laboratorio ha implementato modelli operativi che forniscono previsioni della circolazione marina e successivamente (dal 2013) anche del moto ondoso. Nel contesto del progetto PRIMI finanziato dall'Agenzia Spaziale Italiana (ASI) (2007-2010) si è sviluppato un sistema regionale di previsione della circolazione del mar Tirreno; il sistema fu anche utilizzato per alcune emergenze legate ad eventi di Oil-Spill tra cui l'evento legato all'incidente della nave Costa Concordia. Successivamente nell'ambito degli accordi di Programma MISE-ENEA (2011-2021) e il progetto europeo Dydas (2019-2022) sono stati sviluppati modelli operativi su scala di bacino del Mediterraneo sia della circolazione che del moto ondoso. Il laboratorio inoltre ha sviluppato modelli climatici della circolazione marina sia del clima del passato che del futuro nell'ambito delle seguenti iniziative progettuali: MEDCORDEX, MISE-ENEA Accordo di Programma, COCLICO, CAREHEAT, MARINEHAZARD, BIOcean5D
- **Dipartimento della Protezione Civile:** Per quanto riguarda il tema specifico del monitoraggio inquinamento marino e litorale, il Dipartimento della Protezione Civile si avvale del Centro Operativo Emergenze Marittime - COEMM, interamente costituito da personale del Corpo delle Capitanerie di Porto, conosciuto anche come "Procivilmare". Il COEMM opera all'interno dell'Ufficio del Direttore Operativo per il Coordinamento delle Emergenze - Servizio Sala Situazione Italia e Centro Operativo Emergenze Marittime - del Dipartimento della protezione civile della Presidenza del Consiglio dei Ministri. Quando si verificano inquinamenti marini da idrocarburi e/o da altre sostanze nocive, indipendentemente dalla fonte (nave, piattaforma, deposito costiero, condotta sottomarina, ecc.) e dalla causa (accidentale, operativa o volontaria) interviene il sistema di risposta che si articola in tre livelli di gravità cui corrispondono diversi Piani operativi, che coprono tutti gli scenari possibili. Il "Piano nazionale di pronto intervento per la difesa del mare e delle coste dagli inquinamenti di idrocarburi o di altre sostanze pericolose e nocive" del Dipartimento della protezione civile (adottato con D.P.C.M. del 13 ottobre 2022), definisce la *governance* della risposta operativa del Servizio Nazionale

della Protezione Civile nonché la gestione dell'emergenza nazionale - livello 3 del Piano, in continuità e per sussidiarietà alle azioni già poste in essere per le emergenze di livello 2 (Piano del Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica - adottato con Decreto del Ministro della transizione ecologica n. 389 in data 13 ottobre 2022). Il COEMM assicura, inoltre, il supporto tecnico alle attività di bonifica e recupero di relitti in mare o spiaggiati, in caso di dichiarazione di stato di emergenza nazionale, e il monitoraggio delle attività di soccorso in caso di incidenti in mare. Infine, per quanto riguarda il rischio costiero, questo è espressamente richiamato dall'art. 16 comma 1 del d.lgs. n. 1/2018 "Codice di protezione civile" come una delle tipologie di rischio in ordine alle quali si esplica l'attività del Servizio Nazionale della Protezione Civile.

- **Guardia Costiera:** Le norme di legge che si sono susseguite nel tempo hanno individuato nel Corpo delle Capitanerie di Porto – Guardia Costiera, un'organizzazione operativa impegnata nella salvaguardia dell'ambiente marino e costiero, anche attraverso la costituzione, con la legge 31 luglio 2002, n. 179, di un Reparto specializzato (Reparto Ambientale Marino, R.A.M.). Le Capitanerie di porto dipendono funzionalmente dal Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica, ai sensi dell'articolo 8 della legge 8 luglio 1986, n. 349, dell'articolo 3 della legge 28 gennaio 1994, n. 84 e dell'articolo 135 del decreto legislativo 15 marzo 2010, n. 66, ed esercitano funzioni di vigilanza e controllo in materia di tutela dell'ambiente marino e costiero, quali:

- le attività di controllo relative all'esatta applicazione delle norme del diritto italiano, e del diritto dell'Unione europea e dei trattati internazionali in vigore per l'Italia in materia di prevenzione e repressione di tutti i tipi di inquinamento marino;
- il controllo del traffico marittimo; l
- la sorveglianza e l'accertamento delle violazioni in materia di tutela delle acque dall'inquinamento e di gestione delle risorse idriche se dalle stesse possono derivare danni o situazioni di pericolo per l'ambiente marino e costiero;
- la sorveglianza nelle Aree Marine Protette (AMP) e sulle aree di reperimento;

Le Capitanerie di porto, ai sensi del D.M. 13 dicembre 2013, n. 368, nell'ambito delle attribuzioni funzionali stabilite dal quadro legislativo vigente, svolgono quindi specifiche attività a tutela dell'ambiente marino e costiero, quali ad esempio:

- vigilanza sul mare territoriale e su altre zone di mare soggiate a particolari vincoli di tutela ambientale (Zone di Protezione Ecologiche, aree nella rete Natura 2000 di cui alla direttiva 92/43/CEE, ecc.);
- salvaguardia delle specie di flora e fauna marine, degli ecosistemi e dei cetacei;
- controllo, monitoraggio e protezione dell'ambiente marino per l'applicazione della Convenzione internazionale Marpol 73/78, delle altre convenzioni IMO e della normativa euro-unione di settore;
- lotta e prevenzione dell'inquinamento da idrocarburi e da altre sostanze tossiche e nocive e promozione della sicurezza ambientale in mare;
- monitoraggio e verifica sugli scarichi in mare sia provenienti da terra, che da navi, aeromobili e piattaforme site nel mare territoriale e/o sulla piattaforma continentale;
- attività di telerilevamento aereo attraverso la raccolta di dati in situ e relativa validazione;
- monitoraggio e controllo sulle attività di dragaggio e di immersione in mare di materiali provenienti da escavo di fondali o da ogni altra movimentazione di sedimenti in mare;

L'azione di contrasto all'inquinamento marino svolta dalle Capitanerie di porto, tramite la Centrale Operativa del proprio Comando Generale, i Comandi territoriali e le componenti specialistiche (mezzi aeronavali, Nuclei subacquei e Laboratori Ambientali Mobili), è supportata da un sistema di sorveglianza satellitare realizzato nell'ambito di una specifica collaborazione con l'European Maritime Safety Agency (EMSA).

- **Agenzia ItaliaMeteo:** istituita attraverso la Legge n. 205/2017 e dai successivi atti di governance (DPCM 24 settembre 2020 con l' "Approvazione dello statuto dell'Agenzia nazionale per la meteorologia e climatologia ItaliaMeteo") per rafforzare e razionalizzare l'azione nazionale nei settori delle previsioni meteorologiche, climatiche e marine, l'Agenzia, ha il compito di svolgere le mansioni tipiche di un servizio meteo nazionale, da attuarsi anche in

sinergia e stretto coordinamento con gli Enti Meteo dalla Legge n. 205/2017. Queste mansioni includono l'elaborazione, sviluppo, realizzazione e distribuzione di prodotti e servizi per la previsione, la valutazione, il monitoraggio e la sorveglianza meteorologica e meteo-marina, e la realizzazione, sviluppo e gestione di sistemi e piattaforme per l'osservazione e la raccolta di dati, per le telecomunicazioni e per la condivisione, l'interoperabilità e l'interscambio di dati e informazioni. Le attività di meteorologia e climatologia svolte dall'Agenzia sono a supporto della protezione civile, della tutela della salute e dell'ambiente. Occorre sottolineare come tra gli Enti Meteo definiti dalla legge (in cui compaiono anche ISPRA, CNR, le regioni, le ARPA, il CMCC, il Consorzio LAMMA, la fondazione CIMA) sono presenti molti dei fornitori di servizi di previsione modellistica (inclusi modelli operativi atmosferici, marini e di moto ondoso) che stanno alla base delle previsioni relative all'evoluzione di inquinanti in mare.

Rapporti e collaborazione esistenti tra i vari enti:

L'ambiente marino e costiero costituisce un patrimonio prezioso che deve essere protetto, salvaguardato e ripristinato, per preservare la biodiversità e vitalità, attraverso azioni costanti di monitoraggio, gestione e controllo, in adempimento di normative europee, quali la Direttiva Quadro sulla Strategia per l'Ambiente Marino, la cui attuazione può essere resa più efficace ed efficiente con una accresciuta condivisione di informazioni ed esperienze. Con questo obiettivo, è stato siglato nel 2020 un accordo tra l'ISPRA e il Corpo delle Capitanerie di Porto – Guardia Costiera. Il protocollo d'intesa, della durata di tre anni, vuole consolidare la collaborazione tra i due enti per la salvaguardia dell'ambiente marino e costiero, attraverso attività congiunte di monitoraggio e accertamento con l'impiego di mezzi e personale specializzato.

Il protocollo mira a perseguire lo sviluppo, l'implementazione e l'esecuzione di attività, metodologie, procedure, conoscenze, prodotti e innovazioni finalizzate alla salvaguardia ambientale, alla gestione sostenibile delle risorse marine e allo svolgimento dei relativi controlli. Promuove, altresì, il potenziamento del profilo specialistico delle componenti tecnico operative, incrementando le rispettive capacità tecniche e conoscenze nel settore ambientale.

In particolare, tra le attività oggetto di collaborazione previste dal protocollo sono ricomprese quelle finalizzate al conseguimento del buono stato dell'ambiente marino; al monitoraggio e controllo nei siti di bonifica di interesse nazionale ricadenti in ambito marino-costiero e in aree portuali; alla valutazione dello stato della biodiversità marina; al monitoraggio della presenza di specie aliene marine e di altri organismi acquatici pericolosi per la salute umana, l'ambiente e l'economia, alla vigilanza, controllo ed accertamento delle violazioni ambientali (in materia di macro e micro rifiuti, scarichi ed emissioni in atmosfera), alla collaborazione nell'ambito delle emergenze derivanti da inquinamenti marini e costieri, nonché alle attività di formazione e analisi di laboratorio.

4.3 Descrizione della situazione attuale (AS IS)

Le informazioni seguenti sono state dedotte, in maniera preponderante, dal PNOT, ma integrate sia dalle conoscenze disponibili tramite la ricerca di informazioni sui siti istituzionali, sia dalle schede pervenute con la ricognizione dello stato dell'arte e dei fabbisogni.

4.3.1 Monitoraggio e previsioni marino costiere

4.3.1.1 Monitoraggio marino-costiero (moto ondoso, parametri oceanografici, chimici e bio-geo-chimici)

Il quadro delle reti di monitoraggio dei parametri ambientali fisici e biogeochimici caratterizzanti i mari italiani è marcatamente disomogeneo. Le reti di monitoraggio sono state costituite prevalentemente in assenza di una strategia nazionale per la copertura delle aree marino-costiere di tutti i mari italiani tenendo conto della marcata variabilità spaziale e temporale dei fenomeni, dovuta alla dinamica multiscala dei sistemi marini, dalla scala di bacino, alle scale di piattaforma e costiere, fino alle scale litoranee.

Inoltre, per motivi storici temporali dovuti alle alternative disponibilità di finanziamenti i dati prodotti sono caratterizzati da numerose discontinuità.

In questo quadro disomogeneo e frammentario, accanto alle reti di osservazioni a livello istituzionale italiano (ISPRA, SNPA) molte reti di monitoraggio sono state costruite per iniziativa di singole realtà regionali, oppure sviluppate da enti di ricerca (CNR, OGS, ENEA), spesso nell'ambito di progetti di lungo corso che sono confluiti in infrastrutture di ricerca.

Nell'ambito delle reti di monitoraggio ISPRA ha sviluppato e gestito reti di sensori in-situ quali:

- la Rete Ondametrica Nazionale (RON), per la caratterizzazione in tempo reale delle caratteristiche del moto ondoso lungo le coste nazionali; la rete costituita inizialmente era costituita da 15 siti di osservazione su alti fondali in prossimità della costa, con una buona continuità temporale ma un considerevole gap dal 2014 al 2021. Attualmente è operativa con 8 boe ondametriche, ma è in corso il completo ripristino della configurazione originaria, con anche azioni di potenziamento che saranno sviluppate con finanziamenti del PNRR. I dati raccolti in tempo reale tramite le boe riguardano onde (altezza, direzione e periodo di picco) e parametri atmosferici, alcuni dei quali hanno a che fare con lo stato del mare, es. velocità/direzione del vento, pressione atmosferica (Bencivenga et al., 2012). La loro disponibilità è altresì utile per la calibrazione/validazione dei modelli oceanografici utilizzati per la previsione a breve e medio termine dello stato del mare (onde, maree, correnti) oggi utilizzati per varie finalità, tra cui, ad esempio, nel caso di Venezia, quelle relative alla gestione della operatività del MOSE in occasione degli eventi di alta marea eccezionale.

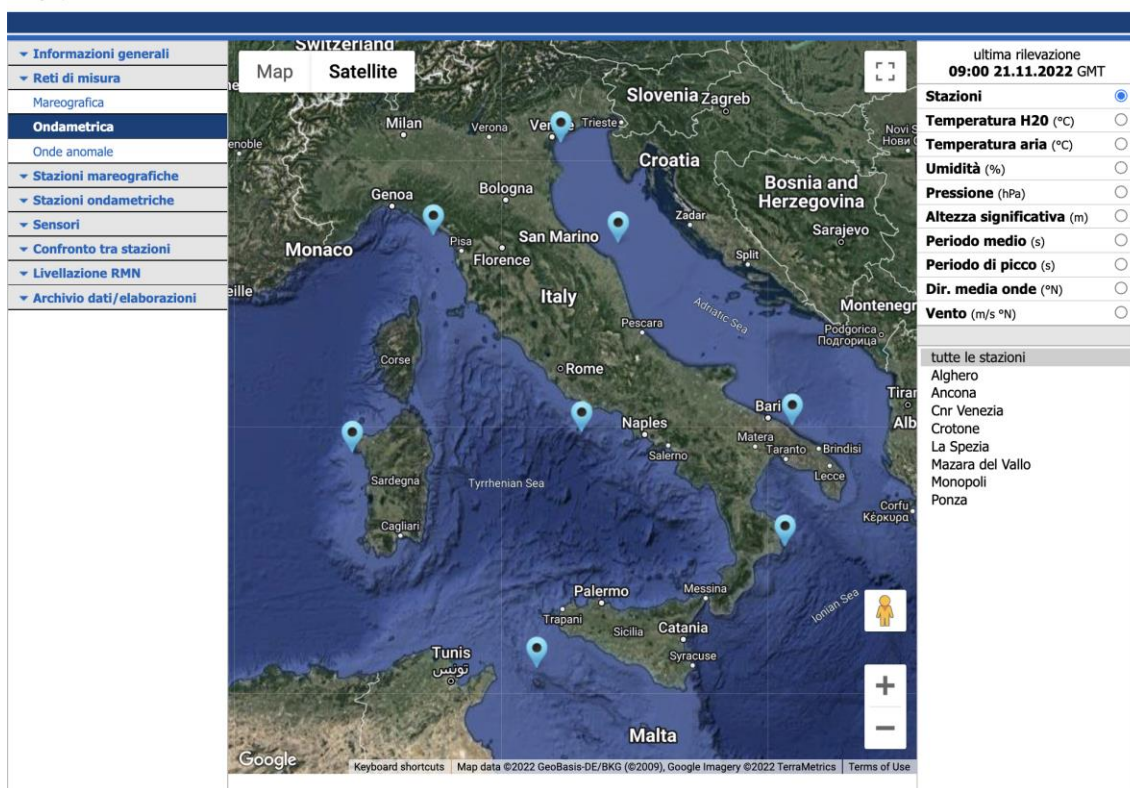


Figura 21 - Rete Ondametrica Nazionale (RON)

- la Rete Mareografica Nazionale (RMN) fornisce, in tempo reale, in 36 siti di osservazione (collocati in aree portuali), dati di livello marino, temperatura dell'acqua e dell'aria, pressione atmosferica, direzione, velocità e raffiche del vento. La rete è operativa attraverso il Servizio Mareografico Nazionale (SMN) che mette a disposizione degli utenti informazioni aggiornate relative a serie storiche, osservazioni in tempo reale, previsione dei dati di marea astronomica, analisi dei dati a fini progettuali e scientifici (Morucci et al., 2016). La Rete Mareografica Nazionale è composta da 36 stazioni di misura uniformemente distribuite sul territorio nazionale ed ubicate prevalentemente all'interno delle strutture portuali. Questa rete sostituisce integralmente il sistema di rilevazione mareografico preesistente. Per tutte le stazioni della RMN (ad eccezione delle stazioni di Ginostra e Strombolicchio, che per l'ubicazione particolare del sensore di livello, hanno in dotazione sensori piezometrici e tubi di calma aperti per poter registrare variazioni di livello anche molto repentine), il parametro di livello idrometrico pubblicato viene monitorato con un nuovo sensore di livello a microonde (radar) con precisione millimetrica. Il sensore radar è installato in coppia con un secondo

senso di livello a galleggiante basato su tecnologia "shaft-encoder" e inoltre è mantenuto in funzione il sensore idrometrico storico ad "ultrasuoni" presente nella RMN dal 1998. Dal confronto delle misure di questi 3 sensori, di cui quello ad ultrasuoni usato come verifica, ISPRA è in grado di ottenere una precisa taratura del sensore radar tale da garantire una perfetta continuità delle serie dati di livello. Ogni sensore di livello è riferito ad una staffa mareografica la cui quota è stata determinata facendo riferimento alla rete altimetrica realizzata dall'I.G.M e collegandosi al più vicino caposaldo IGM. Inoltre, 10 stazioni sono state dotate di una sonda multiparametrica per la valutazione della qualità dell'acqua. I parametri misurati sono i seguenti: temperatura dell'acqua, pH, conducibilità e redox. Tutte le stazioni sono dotate di un sistema locale di gestione e memorizzazione dei dati e di un apparato di trasmissione (UMTS) in tempo reale alla sede centrale del SMN a Roma. Inoltre, in 9 stazioni strategiche per la misura di fenomeni particolari (onde anomale) è presente un secondo sistema di trasmissione dati via satellite con tecnologia IRIDIUM che garantisce il collegamento anche in presenza di situazioni di black-out del sistema UMTS. Da quando la nuova Rete Mareografica Nazionale è pienamente operativa, il SMN mette a disposizione degli utenti informazioni aggiornate relative a serie storiche, osservazioni in tempo reale, previsione dei dati di marea astronomica, analisi dei dati a fini progettuali e scientifici. I dati mareografici e le costanti di marea locali aggiornate sono disponibili, il SMN ha inoltre provveduto ad effettuare un'operazione di recupero e riorganizzazione dei dati storici della rete preesistente, in forma digitale, in modo da poter affiancare alle osservazioni storiche quelle rilevate dalla nuova rete nazionale.

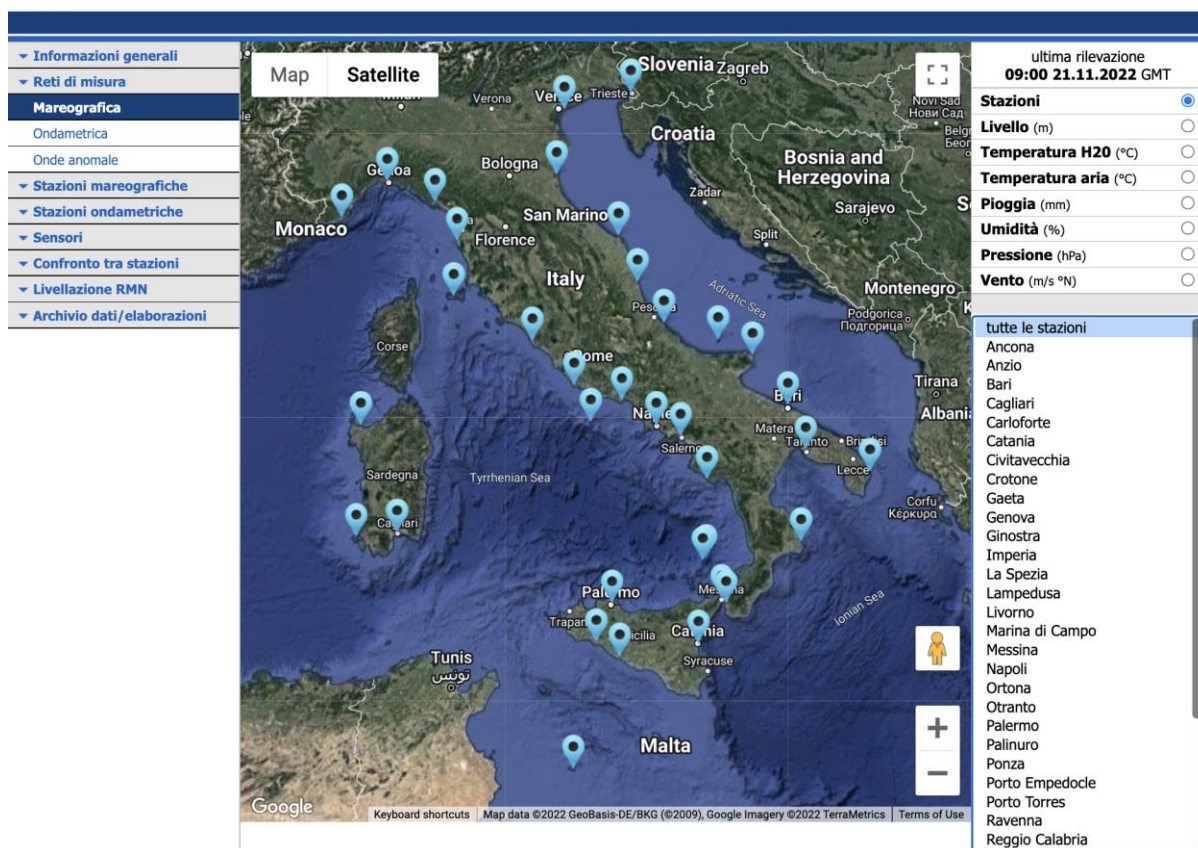


Figura 22 - Rete Mareografica Nazionale (RMN)

Infine, ISPRA dispone di una Rete Mareografica dedicata al monitoraggio del livello marino nella Laguna di Venezia (RMLV). La rete dispone oggi di 26 stazioni meteo-mareografiche distribuite all'interno del bacino lagunare e lungo il litorale alto Adriatico. Le predette 26 stazioni sono attrezzate per la trasmissione dei dati in tempo reale mediante apparati di trasmissione sia in ponte radio VHF, sia via GPRS con la centrale di acquisizione dell'Area Maree e Lagune di ISPRA. Oltre alle osservazioni sui livelli del mare, alcune stazioni significative della RMLV rilevano anche altri parametri,

quali direzione e velocità del vento, pressione atmosferica, precipitazione, temperatura dell'aria, umidità relativa, radiazione solare e moto ondoso lagunare. Le stazioni mareografiche di Punta della Salute, Lido Diga Sud e Grado sono inoltre dotate da ormai un decennio di un ricevitore fisso GPS (co-localizzazione mareografo + GPS).

Oltre alla raccolta diretta di dati in-situ da postazione fissa, ISPRA si occupa di raccogliere e validare i dati provenienti dai monitoraggi ai sensi delle diverse direttive di riferimento per gli aspetti ambientali della fascia costiera (es: Direttiva Acque, Direttiva Nitrati, Direttiva Balneazione, Strategia Marina). Alcuni di questi monitoraggi, che avvengono con cadenza periodica, includono alcuni parametri fisici (temperatura, salinità, pH) e biogeochimici. I dati raccolti dalle ARPA confluiscono nel sistema SINTAI dove sono disponibili tutti i dati prodotti dal sistema delle Agenzie regionali e provinciali per la protezione dell'ambiente e trasmessi all'ISPRA dalle regioni e province autonome. I dati presenti nel sistema SINTAI sono certificati da soggetti istituzionali, e accessibili solo a enti istituzionali.

I dati della Strategia Marina, che includono anche importanti parametri biogeochimici (nutrienti, acidificazione, phytoplankton e zooplankton), sono accessibili tramite il Sistema Informativo Centralizzato dei Dati di Monitoraggio della MSFD.

Accanto ai prodotti e ai servizi di enti nazionali, come quelli erogati da ISPRA, negli anni si sono sviluppate iniziative a livello regionale, alcune delle quali attive in modo continuo già da alcuni anni.

Queste reti regionali sono gestite o direttamente dalle amministrazioni regionali, o tramite le ARPA, o in alcuni casi con sforzi congiunti di più attori che includono Università ed Enti di Ricerca.

Alcune di queste permettono di derivare informazioni sul campo d'onda, nonché di prodotti da essi derivati, da radar costieri HF.

- ❖ ARPAE Emilia-Romagna per la componente osservativa in tempo reale è dotata di una boa ondometrica regionale, di tre stazioni mareografiche, di una rete di misura dei parametri chimico-fisici delle acque costiere attraverso sonde multi-parametriche e di numerose stazioni meteorologiche distribuite lungo la costa regionale.
- ❖ ARPAL è dotata di una boa ondometrica-correntometrica, mentre una seconda boa è stata dismessa.
- ❖ La Regione Toscana dispone di una propria rete di boe ondometriche (attualmente due boe e due ondometri costieri) già a partire dal 2006, nonché di alcune stazioni mareografiche gestite dal Servizio Idrologico Regionale. Inoltre la Regione Toscana opera, attraverso il Consorzio LAMMA, una rete di radar HF attualmente costituita da 5 antenne radar che coprono una notevole porzione dell'Arcipelago Toscano. Il sistema radar toscano è in rete con un sistema del CNR-ISMAR che copre interamente il Mar Ligure.
- ❖ La Regione Campania dispone di un sistema di mareografi di una boa ondometrica e di un modello per la previsione del moto ondoso a scala regionale (ARPAC).
- ❖ La Regione Basilicata dispone di una boa ondometrica.
- ❖ La Regione Calabria ha gestito in passato una rete di boe ondometriche che potrebbe tornare operativa.
- ❖ In Sicilia, dispone un radar HF costiero dell'ARPA Sicilia è in rete con altri 6 radar costieri HF, due sulla costa siciliana e 4 sulle coste di Malta e Gozo), installati all'interno di vari progetti Interreg, per il monitoraggio delle correnti marine e in via sperimentale del moto ondoso.
- ❖ La Regione Puglia dispone di una rete di monitoraggio dell'ambiente marino costiero in grado di rilevare i parametri ondosi e il vento.
- ❖ Il Servizio Idrografico e Mareografico della Regione Abruzzo dispone di 3 mareografi e 1 boa ondometrica.
- ❖ Nella Regione Friuli-Venezia Giulia il DPC ha posizionato 3 boe meteo-oceanografiche, 2 boe ondometriche e 2 stazioni correntometriche. È inoltre presente una rete di monitoraggio mareografico nella Laguna di Grado e Marano.

L'ISPRA, sulla base di specifici accordi, ha avviato l'integrazione con i database delle proprie reti di monitoraggio marino dei dati provenienti da analoghe strumentazioni gestite da altri Enti. All'interno di alcune iniziative del PNRR ha inoltre avviato la costituzione di una rete radar HF che integra alcune

delle reti radar esistenti (Toscana, Campania, Sicilia). Per quanto riguarda lo specifico dei dati radar HF, i dati HFR del CNR e del LAMMA sono operativamente distribuiti in Near Real Time e in serie storiche tramite i portali Copernicus Marine Environment Monitoring Service In-Situ TAC (CMEMS-INSTAC), EMODnet Physics e SDC Data Access.

Alcune delle osservazioni in-situ attualmente presenti nei mari sono gestite da enti di ricerca. Il CNR gestisce da anni varie stazioni di osservazione, tra cui una boa oceanografica d'altura in mezzo al Mar Ligure (Boa Odas Italia 1), una catena correntometrica sul canale di Corsica e altra strumentazione i cui dati però non sono normalmente disponibili a tutti gli utenti.

INGV gestisce in Italia due stazioni di osservazione profonda della rete EMSO (European Multidisciplinary Seafloor and water column Observatory), una rete di osservatori nel profondo dei mari per comprendere eventi estremi e cambiamenti climatici. Le stazioni sono ubicate, rispettivamente, nel Mar Ligure e nello Ionio.

Esistono anche importanti iniziative di osservazione, a scala Mediterranea, che sono parte delle osservazioni globali, come le reti ARGO (con anche le componenti EuroARGO e MedARGO), che forniscono importanti dati fisici e biogeochimici tramite differ, profilatori lagrangiani e, più raramente, glider. Il referente italiano di questa rete è l'OGS.

Per quanto riguarda la componente di osservazione remota dello stato fisico del mare, l'Italia ricopre un importante ruolo nei sistemi di osservazione in ambito Copernicus, e in particolare del Copernicus Marine Service (CMEMS). Prodotti satellitari di elevato dettaglio (circa 1 km di risoluzione) sono relativi ad alcuni parametri fisici (SST) e biogeochimici (clorofilla, torbidità), e sono gestiti dal CNR.

A questo ruolo si affiancano varie iniziative in ambito nazionale e regionale, principalmente a carattere sperimentale e di ricerca. Ad esempio, ARPA FVG sta sperimentando l'utilizzo di dati satellitari ad alta risoluzione spaziale, 30 m, delle missioni ESA SENTINEL, per lo sviluppo di indicatori areali utili al monitoraggio dello stato ambientale delle acque marine, costiere e di transizione.

È opportuno sottolineare come, mentre i dati fisici sono osservati in diversi punti sia pure con copertura disomogenea e in ogni caso non adeguata, i dati biogeochimici misurati tramite sistemi automatici sono pochissimi e sparsi, in modo sicuramente non adeguato a supportare le esigenze di monitoraggio e previsione necessarie per l'implementazione delle attività relative all'inquinamento marino-costiero.

4.3.1.2 Previsioni marino-costiere (moto ondoso, parametri oceanografici, chimici e bio-geochimici)

I modelli numerici utilizzati per simulare lo stato fisico e biogeochimico del mare rappresentano una formidabile sorgente di informazioni perché garantiscono la necessaria continuità spaziale e temporale dei dati necessaria per guidare, ad esempio, i modelli di trasporto e diffusione degli inquinanti.

I modelli hanno una capacità straordinaria di un collegare informazioni su scale spaziali e temporali differenti. A differenza dei dati osservativi, rispetto ai quali sono spesso contrapposti, i dati dei modelli, pur non potendo mai essere assimilabili a dati di verità, sono caratterizzati da una continuità spaziale e temporale delle informazioni fornite su una certa area e su un certo intervallo di tempo che, se opportunamente integrate con un sistema di dati osservati, e attraverso varie tecniche e metodologie, permettono:

- di essere usati come interpolatori fisicamente basati di dati puntuali osservati altrimenti in maniera sparsa;
- di propagare questa informazione nel tempo, permettendo cioè di fare previsioni future a breve e a lungo termine o addirittura, ricostruendo informazioni passate, fornendo una ricostruzione del clima passato o di specifici eventi di interesse.

Nell'approcciare la tematica dell'inquinamento in mare, i modelli possono essere utilizzati seguendo vari approcci e varie configurazioni che dipendono dal tipo di forzante atmosferica utilizzata, dalle condizioni al contorno, dalle parametrizzazioni adottate, dal tipo di tecnica numerica adottata (differenze finite, volumi finiti, elementi finiti, ecc.), dalle risoluzioni, e infine dai metodi adottati per la riduzione dell'incertezza.

La previsione dello stato fisico e biogeochimico dei mari italiani è realizzata tramite numerosi modelli operati da enti differenti. La gran parte di questi modelli previsionali sono operati a livello di ricerca, ma non sempre il flusso dei dati in uscita è organizzato in modo da rendere disponibili questi risultati come prodotti di previsione numerica.

In generale si tratta di modelli ad area limitata (LAM) che sono generalmente innestati nei core-service di Copernicus.

In base alla capacità di fornire informazioni relative al passato, più o meno prossimo, o al futuro più o meno lontano, si utilizzano dei termini specifici che vale la pena ricordare: analisi, reanalisi, hindcast, forecast, nowcast, proiezione climatica.

Analisi: nei modelli atmosferici o marini corrisponde alla ricostruzione degli ultimi giorni, ad esempio della settimana o dei 10 giorni precedenti. Questa ricostruzione viene normalmente fatta combinando il modello con un certo numero di osservazioni scelte (dati in-situ e satellitari). L'analisi viene normalmente utilizzata per inizializzare i modelli di previsione.

Reanalisi: si tratta della ricostruzione di un periodo passato che può essere anche molto lungo, in ogni caso dipendente dalla disponibilità di osservazioni su un certo periodo (ad esempio 30, 50 o più anni). Normalmente è utilizzata come miglior ricostruzione dello stato dell'atmosfera e del mare di un certo numero di anni del passato, in modo da fornire una climatologia su basi omogenee. Anche la reanalisi si basa sull'utilizzo di algoritmi di data ingestion, un esempio sono le serie di dati ERA-Interim o ERA5 di ECMWF.

Hindcast: si tratta di una ricostruzione passata che normalmente utilizza come dati di forzante e/o condizioni iniziali e/o al contorno dati di modelli di analisi o reanalisi; quindi, è soprattutto diffusa per simulazioni a scala regionale. Tuttavia, non vengono utilizzate altre costrizioni, tipo assimilazione di dati, ma al più i modelli vengono validati a posteriori.

Forecast: è la tradizionale previsione meteorologica o oceanografica di durata normalmente variabile da 24-48 ore fino al massimo a 10-15 giorni. Le previsioni sono a caratterizzate in termini di affidabilità, in pratica lo scarto tra la previsione quantitativa di un fenomeno e il fenomeno realmente osservato. L'affidabilità di un modello decade allontanandosi dal tempo di emissione della previsione. Oggi si considerano sufficientemente affidabili i modelli fino a 3-5 giorni dal giorno di emissione della previsione, tuttavia si utilizzano anche i risultati delle previsioni da 5 a 10-15 giorni specialmente se si hanno a disposizione molte run di uno stesso modello (ensemble) da utilizzare soprattutto per comprendere le tendenze a medio termine.

Nowcast: da now, "adesso", sono le previsioni a brevissimo termine o scadenza (entro poche ore) su un particolare territorio d'interesse, diffuse soprattutto in ambito meteorologico. Vanno di pari passo con l'osservazione immediata in tempo reale delle condizioni atmosferiche e marine e fanno uso di strumenti e informazioni meteorologiche opportune quali dati forniti da stazioni meteorologiche, radiosondaggi verticali atmosferici, radar, immagini da satellite. Per applicazioni di nowcasting, piuttosto che risolvere modelli deterministici come nel caso dei modelli di forecast, si sta diffondendo l'utilizzo di modelli basati sull'intelligenza artificiale (machine learning, deep learning).

Proiezione climatica: è la previsione a lunghissimo termine, utilizzata in ambito climatico per prevedere la potenziale evoluzione del sistema clima, in cui atmosfera e oceano sono strettamente accoppiati. In Europa i servizi climatici più importanti sono oggi gestiti dal Copernicus Climate Change Service (C3S). Le osservazioni e le previsioni sono intimamente collegate da una serie di esigenze, principalmente legate alla necessità di:

- interpolare in modo fisicamente consistente le osservazioni misurate in maniera sparse o comunque non continue nello spazio e nel tempo;
- ridurre l'incertezza delle previsioni. La riduzione dell'incertezza richiede sia il settaggio di alcuni parametri dei modelli per ridurre lo scarto tra simulazioni e osservazioni (calibrazione), sia di verificare a posteriori la qualità dei dati in uscita dai modelli (validazione) sia infine una serie di operazioni finalizzate ad ingerire il contenuto dei dati di osservazione nei modelli, per ridurre

I servizi core di CMEMS forniscono vari prodotti di analisi, reanalisi e forecast. In particolare, limitandosi ai prodotti di previsione (forecast) i prodotti di riferimento sono il Mediterranean Sea Physics Analysis and Forecast, attualmente operato dal CMCC (Clementi et al., 2021), e il Mediterranean Sea Waves Analysis and Forecast, attualmente operato da HCMR (Iskandarani et al., 2016). La modellistica accoppiata fisica-biogeochimica, relativamente al Mediterraneo, è attualmente operata da OGS (Salon et al., 2019; Cossarini et al., 2017).

Tra i prodotti Copernicus realizzati dal CMCC nell'ambito del CMEMS occorre segnalare, oltre al menzionato Mediterranean Sea Physics Analysis and Forecast (MEDSEA_ANALYSISFORECAST_PHY_006_013), i seguenti:

- Mediterranean Sea Physics Reanalysis (reanalisi a partire dal 1987, ID: MEDSEA_MULTIYEAR_PHY_006_0049)
- Mediterranean Ocean Heat Content Anomaly (0-700m) time series and trend from Reanalysis & Multi-Observations Reprocessing (MEDSEA_OMI_OHC_area_averaged_anomalies)

ISPRA dispone di un modello per la simulazione e la previsione del moto ondoso nel bacino del Mediterraneo con una risoluzione di circa 4 Km (Inghilesi et al., 2016), in cui sono innestate alcune aree a più alta risoluzione per la caratterizzazione della fascia costiera (risoluzione tra 1.2 Km e 400m) e di un modello per la simulazione e la previsione dei livelli marini e dello storm surge nel Mediterraneo con un sotto dominio dedicato alla Laguna di Venezia, con risoluzione variabile da 2Km a 100m.

Esistono modelli operati dai vari centri regionali tra cui:

- in Emilia-Romagna, la struttura IdroMeteoClima (Arpa-SIMC) dispone di una catena di modelli di previsione dello stato del mare implementata sul dominio Mediterraneo, sul dominio italiano e su varie aree costiere ad elevatissima risoluzione. Sul bacino Adriatico è operativa poi una modellistica oceanografica tridimensionale accoppiata onde-correnti che fornisce quotidianamente informazioni sul livello totale del mare, temperatura, salinità, correnti e vari ulteriori parametri fisici (Chiggiato et al., 2008). ARPAE dispone inoltre di un modello costiero idrodinamico tridimensionale a elementi finiti della Sacca di Goro per il supporto alla miticoltura e alla pianificazione e gestione delle acque; di un sistema di modellistica ad altissima risoluzione a supporto della gestione delle acque di balneazione e degli eventi di inquinamento di breve durata in alcune aree regionali. Infine, dispone di un modello per la previsione della dispersione e il trasporto di inquinanti sul Mare Adriatico accidentalmente rilasciati (Oil-Spill), utilizzato anche per operazioni di search and rescue.
- In Liguria, ARPAL è dotata di un sistema di modellistica alla scala dell'intero Mar Ligure in "downscaling" rispetto al modello COPERNICUS che fornisce previsioni della componente idrodinamica (correnti, livelli superficiali) e fisica (temperatura e salinità) e permette l'innesto di moduli per simulare la dispersione di traccianti passivi, il decadimento di inquinanti organici, le traiettorie di oggetti galleggianti o chiazze oleose.
- In Campania, ARPAC dispone di un modello per la previsione del moto ondoso a scala regionale.
- In Toscana, il LAMMA dispone di un sistema di modelli ad alta risoluzione per la previsione dello stato del mare. Le previsioni di moto ondoso sono ottenute sia tramite un avanzato sistema che copre l'intero Mediterraneo a 5 km, su cui si innestano modelli di maggior dettaglio, sia tramite un modello definito su griglia non strutturata, con risoluzione crescente fino a 500 m per le aree costiere (Vannucchi et al., 2021). Per quanto riguarda la previsione idrodinamica, il LAMMA opera un modello sul Mediterraneo Nord Occidentale a 1,2 km di risoluzione (Bendoni et al., 2022).
- In Friuli Venezia-Giulia, ARPA FVG utilizza quotidianamente i campi delle grandezze fisiche oceanografiche dell'Adriatic Forecasting System, che sono distribuite dal CMCC Ocean-Lab, per alimentare i flussi di calcolo che generano prodotti specifici per le emergenze ambientali in mare ed il monitoraggio delle acque marine costiere della regione.

Si segnala infine la presenza dei seguenti modelli oceanografici operativi nei mari italiani, gestiti prevalentemente da enti di ricerca.

In particolare:

- ENEA opera un modello a scala Mediterranea ([MITO](#)) basato sulla versione idrostatica del modello di circolazione generale del Massachusetts Institute of Technology ([MITgcm](#)) con 1/48° (circa 2km) sulla gran parte del dominio (Napolitano et al., 2022), eccetto nelle zone di scambio (Gibilterra, Dardanelli, Bosforo).
- CNR – ISMAR opera un avanzato sistema per la previsione dello storm surge costruito sulla base del modello agli elementi finiti Shyfer (Kassandra-Shyfer), definito su scala Mediterranea e raffittito nelle aree costiere di interesse (in particolare, sulla Laguna di Venezia (Ferrarin et al., 2013, 2019).

- CNR- IAS (ex IAMC) opera sistemi di previsione a scala locale per alcune aree costiere italiane, sempre basandosi sul modello Shyfer (Mar di Sardegna Tirreno, mar Ligure, Canale di Sicilia). Mappe di previsione marina si trovano al sito <http://www.seaforecast.cnr.it/forecast/>
- OGS opera un sistema per il Nord-Adriatico basato sulla versione non-idrostatica di MITgcm
- CMCC, oltre ai modelli a scala mediterranea che sono parte del core service di Copernicus, opera vari. modelli a scala regionale/locale (Sud Adriatico – Nord Ionio) (Trotta et al., 2021), e in particolare:
 - Adriatic Coastal Ocean Forecasting System (AdriFS), risoluzione orizzontale: $0.002^\circ \times 0.002^\circ$, finestra temporale di previsione: +4 giorni, <https://adri.cmcc.it/>
 - Taranto Coastal Ocean Forecasting System, risoluzione orizzontale: $0.00035^\circ \times 0.00035^\circ$, finestra temporale di previsione: +4 giorni, <https://taranto.cmcc.it/>

È da sottolineare come, con l'eccezione dei modelli del core service di Copernicus, nessuno dei modelli sopra riportati, quindi né i modelli regionali ad area limitata, né quelli definiti a scala Mediterranea, opera con sistemi di riduzione dell'incertezza, ovvero assimilando i dati osservativi (remoti e in-situ).

4.3.2 Prodotti specifici

4.3.2.1 Prodotti specifici per aree portuali

La normativa vigente in materia di movimentazione dei sedimenti in aree portuali (art. 5-bis Legge 84/94, D.M.172/16 e D.M.173/16) prevede il monitoraggio degli eventuali effetti sull'ambiente circostante riconducibili a tali attività, da calibrare in funzione della qualità dei sedimenti da movimentare e dalla presenza di eventuali obiettivi sensibili e usi legittimi del mare. In tale contesto, per la valutazione della significatività di tali effetti, è importante definire i livelli di riferimento della torbidità di fondo dell'area e la relativa variabilità spazio-temporale, non imputabili alle attività di movimentazione (es. dovute al traffico delle imbarcazioni o a diverse condizioni meteo-marine). Ad oggi la definizione di tali livelli di riferimento avviene sulla base dei dati acquisiti nel corso di campagne di monitoraggio ante operam svolte a ridosso dell'avvio delle attività di movimentazione dei sedimenti, quindi di durata spesso non congrua ad acquisire un dataset sufficiente lungo per caratterizzarne la variabilità di fondo.

4.3.2.2 Prodotti specifici per aree di acquacoltura

Nel PNOT si riferisce che ISPRA dispone di un Geodatabase completo ad estensione nazionale dei vincoli e usi del mare che insistono nelle aree marino-costiere, inclusivo di informazioni relative agli ambiti giuridico-amministrativi, di difesa e sicurezza nazionale, tutela, conservazione degli habitat e servizi ecosistemici, qualità dell'ambiente marino, attività economiche funzionale per analisi di conflitti e interazioni con attività di acquacoltura. Finora non è stato reso disponibile alcun servizio on line per la visualizzazione, analisi e fruizione di dati sugli usi del mare e la pianificazione dell'acquacoltura su scala nazionale.

ISPRA ha inoltre acquisito ed elaborato serie storiche di dati oceanografici e biogeochimici ad alta risoluzione (<1 km) funzionali all'analisi di idoneità delle zone per l'acquacoltura nelle Regioni Lazio e Campania. Su base nazionale la risoluzione spaziale dei dati fisici e biogeochimici attualmente disponibili non è utile per lo studio e l'analisi delle zone marino-costiere, dove sono locati oltre il 90% degli impianti d'acquacoltura e per le quali è necessaria una scala spaziale locale, focalizzata sulla fascia costiera e non regionale. La risoluzione spaziale adeguata al monitoraggio della fascia costiera è <1 km, mentre i prodotti satellitari sottocosta (entro i 2 km) sono raramente disponibili ad alta risoluzione spaziale.

4.3.2.3 Prodotti specifici per il monitoraggio di piattaforme off-shore

IL PNOT riferisce di un servizio che produce prodotti ad hoc derivanti dal servizio di monitoraggio marino-costiero, volti a fornire prodotti di interesse per il monitoraggio di Piattaforme off-shore per l'estrazione di idrocarburi. Il servizio si basa su immagini satellitari con frequenza giornaliera.

Viene inoltre realizzato un campionamento in situ delle varie matrici ambientali (art.104, comma 7, del D.lgs. 3 aprile 2006 n. 152 e ss.mm.ii): colonna d'acqua, acque di strato, sedimenti e organismi filtratori, attraverso 4 stazioni di campionamento posizionate rispettivamente a 1, 25, 50, 500 metri rispetto al punto di scarico delle acque di strato. Per ogni stazione vengono effettuati due sub campionamenti su due livelli, per ogni campione vengono effettuate analisi chimico-fisiche (colonna d'acqua e sedimento)

ed analisi di bioaccumulo negli organismi filtratori. Inoltre, viene effettuato uno studio della dispersione delle acque di strato mediante indagini correntometriche lungo l'intera colonna d'acqua ai fini della caratterizzazione del regime idrodinamico presente al momento del campionamento. I valori acquisiti vengono successivamente utilizzati come dati di input nel modello di dispersione delle acque di strato.

4.3.3 Servizio di sorveglianza di variazioni repentine del livello del mare

Definizione:

Il servizio di monitoraggio marino orientato al SiAM - Sistema italiano di allertamento maremoti, in ottemperanza della Direttiva del Presidente del Consiglio dei ministri del 17 febbraio 2017 Sistema d'Allertamento nazionale per i Maremoti generati da sisma – SiAM pubblicata sulla (GU Serie Generale n.128 S.G. del 05-06-2017) coinvolge l'INGV, il DPC e ISPRA. Il servizio di osservazione e allerta maremoti è sotto l'egida del NEAMTWS dell'IOC/UNESCO.

La rete di sorveglianza mediterranea della fascia costiera è composta da un sistema di strumenti e infrastrutture che permettono una caratterizzazione omogenea a livello nazionale e mediterraneo del rischio maremoto. I prodotti generati sono posti in configurazioni di servizio per il dipartimento di Protezione civile ai fini della mitigazione del rischio e della difesa civile, caratterizzati dalla continuità H24\GG365. ISPRA opera su due principali linee di attività:

- Il monitoraggio del livello del mare (in tempo reale) attuato tramite la Rete Mareografica Nazionale (RMN), garantendone il funzionamento, il potenziamento, attraverso l'installazione di nuove stazioni, e la configurazione, nel tempo, di una rete che possa assumere funzioni di allerta, oltre che di conferma degli eventi;
- L'analisi dell'impatto a terra di potenziali tsunami (in tempo differito) e la realizzazione delle relative mappe di inondazione costiera, finalizzate alla definizione delle fasce di allertamento ed evacuazione, ad uso delle competenti amministrazioni locali per l'aggiornamento dei Piani di Protezione Civile (PPC), oltre che il supporto agli Enti Locali nella definizione ed utilizzo delle zone di allertamento per l'aggiornamento dei PPC.

Il livello istituzionale italiano attraverso la costituzione del SiAM assicura la sorveglianza del rischio maremoto in area mediterranea inserendosi in un'organizzazione internazionale NEAM – Unesco, demandata alla mitigazione e alla gestione del rischio medesimo.

ISPRA dispone ad oggi sia del monitoraggio del livello marino dei mari italiani e sia della mappatura della linea di costa in aree di allertamento severe e non. La rete dei misuratori di livello del mare è costituita da n.36 stazioni (limitate nella collocazione in quanto presenti quasi esclusivamente in aree portuali) con l'integrazione di 8 nuove stazioni di osservazione operative (giugno 2020) a breve, dislocate prevalentemente in mare aperto, ovvero sulle isole minori. Tali attività sono strategiche al Centro Funzionale di Protezione Civile, promuovendo la pianificazione della prevenzione del rischio di allagamento da maremoto. ISPRA ha inoltre il compito a livello nazionale di collezionare i dati di livello del mare prodotti da soggetti pubblici e privati, al fine di intensificare i punti di misura.

L'attività di sorveglianza ed analisi dei dati mareografici è facilitata attraverso l'utilizzo di una specifica piattaforma TAD-Server (http://tsunami.isprambiente.it/TAD_Server/Home), in cui sono rese disponibili le registrazioni delle stazioni della RMN e di altre stazioni dell'area mediterranea, messe a disposizione da altri fornitori del dato (per lo più sono stazioni installate da JRC sulle coste della Grecia, Spagna, ISPRA (GEO-RIS) ha concordato e condiviso, in ambito SiAM, la metodologia e i dati di input per la realizzazione delle zone di allertamento, condividendone anche i limiti di risoluzione e di utilizzo e la conseguente necessità di aggiornamento continuo delle mappe a seguito di disponibilità di metodologie più robuste e dati di migliore risoluzione. Per garantire la fruizione dei dati derivanti dalle elaborazioni delle zone di allertamento è stato sviluppato un portale web ad hoc, lo Tsunami Map Viewer (<http://sqi2.isprambiente.it/tsunamimap/>). Il portale ha una struttura multilayer e consente di selezionare le zone di allertamento da visualizzare, distinte su base nazionale (Italia) e Regionale (Regioni). Le mappe d'inondazione da tsunami, navigabili su questo sito internet, individuano le aree costiere italiane potenzialmente esposte a maremoti generati da terremoti. La loro elaborazione è prevista dalla Direttiva SiAM del 17 febbraio 2017 e dalle indicazioni del Capo Dipartimento della Protezione Civile per supportare gli enti e le amministrazioni nelle attività di pianificazione di protezione civile e di allertamento in ambito SiAM. Queste mappe, benché ancora preliminari, sono state realizzate secondo una metodologia speditiva utilizzata e accreditata anche a livello internazionale. Al momento, rappresentano le migliori informazioni a disposizione sulla base dei dati fruibili a livello nazionale. Sono quindi aperte ad affinamenti, in funzione della qualità e della risoluzione dei dati di base cartografici e dell'evoluzione delle metodologie

di elaborazione. In futuro, i limiti delle zone di allertamento potranno essere progressivamente aggiornati, per integrare nuovi e più definiti dati territoriali con modelli numerici e scenari d'inondazione. Si segnala che alcune zone di allertamento costiere, per le quali la metodologia speditiva non restituisce prodotti di facile applicabilità, non sono disponibili e sono attualmente in fase di approfondimento. Al momento, sono disponibili elaborazioni di dettaglio delle zone di allertamento per le Regioni Calabria, Sicilia, Basilicata, Puglia, Campania, Liguria, Lazio, Molise, Abruzzo, Marche, Toscana, Emilia-Romagna, Friuli-Venezia Giulia, Veneto e Sardegna. Enti di riferimento che beneficiano dei prodotti SiAM: JRC, IOC, INGV, NEAM-TWS.

4.3.4 Identificazione e previsione della dinamica di eventi di Oil spills

Attualmente i sistemi satellitari più utilizzati per l'identificazione ed il monitoraggio di oil spill sono i SAR (Radar ad Apertura Sintetica), sensori attivi che operano nelle bande delle microonde, capaci di identificare sversamenti di petrolio a mare con sufficiente grado di affidabilità ed elevata risoluzione spaziale (fino ad 1 m). Altre tecniche si basano su sensori passivi multispettrali (nelle bande del visibile e dell'infrarosso) con alta risoluzione temporale e una minore risoluzione spaziale (dai 250m ai 3km). Recentemente grazie alla disponibilità dei dati ESA Copernicus, e della costellazione SAR più recenti sono stati sviluppati diversi servizi commerciali per la detection e la previsione della dinamica di eventi di oil spill (si veda ad esempio Blondeau-Patissier, 2020). In particolare, si riportano qui di seguito due esempi dei servizi ad oggi disponibili:

LA PIATTAFORMA SEONSE DI E-GEOS:

SEonSE è una piattaforma sviluppata dalla società e-Geos che consente e migliora le capacità di monitoraggio marittimo. Attraverso il suo Centro Spaziale di Matera e la sua rete globale di stazioni di terra, e-GEOS fornisce servizi Near-Real-Time (NRT) entro 15÷30 minuti dalla disponibilità dei dati, fornendo servizi di: 1. rilevamento e tracciatura di navi, 2. monitoraggio di fuoriuscite di petrolio in aree di interesse (come aree marine protette, confini marittimi).

La piattaforma analizza sulla base di dati telerilevati da sensori satellitari, AIS, VMS (Vessel Monitoring System), LRIT e altri dati, fornisce informazione sulle possibili anomalie presenti nell'area di interesse. I servizi NRT consentono una rapida risposta in caso di rilevamento di anomalie e il monitoraggio degli eventi assegnando compiti alle risorse disponibili.

SEonSE fornisce informazioni sulla situazione marittima e servizi marittimi operativi 24 ore su 24, 7 giorni su 7 in Near Real-Time per sicurezza, intelligence, forze dell'ordine, controllo delle frontiere, monitoraggio delle infrastrutture critiche, gestione delle risorse marine, protezione ambientale, risposta alle emergenze e applicazioni di analisi. SEonSE sfrutta la fusione e l'elaborazione dei dati multisensore e multipiattaforma, con COSMO-SkyMed e COSMO-SkyMed Second Generation, nonché dati satellitari gratuiti (ESA Copernicus), sistemi legacy/cooperativi (ad es. AIS, VMS, LRIT), database delle navi e dati sulle condizioni meteorologiche. SEonSE fornisce informazioni utilizzabili alimentate da rapporti di rilevamento di navi e fuoriuscite di petrolio, campi di vento e onde estratti da immagini SAR, analisi di tracce, rilevamento di anomalie ed estrazione di modelli di vita marittima. Una delle limitazioni principali nell'utilizzo dei dati COSMO-SkyMed è dovuta alle restrizioni e difficoltà di acquisizioni a causa dell'utilizzo duale civile-militare dei sensori.

ICEYE MICRO SAR SATELLITES:

Il tasking dinamico della costellazione ICEYE, la capacità di programmazione flessibile, e una solida catena di analisi consente il rilevamento delle emergenze e verifica degli sversamenti di petrolio marino e delle loro fonti con copertura globale. Combinando i dati SAR ICEYE con dati AIS, sversamenti di petrolio prodotti dalle navi possono essere rivelati in un breve lasso di tempo, rendendolo possibile un'analisi di rischio della situazione. Il servizio di monitoraggio di ICEYE consente di coprire grandi aree e garantisce la risposta efficiente in caso di fuoriuscite di petrolio. Le organizzazioni governative e ambientali interessate si possono avvalere dei servizi di immagini satellitari SAR di ICEYE per il monitoraggio regolare dell'area di interesse. La tecnologia satellitare SAR e l'innovativa costellazione di ICEYE abilitano governi e organizzazioni ambientali per ottimizzare la risposta alle fuoriuscite di petrolio e monitorare frequentemente lo sviluppo delle fuoriuscite di petrolio per valutare i possibili impatti ambientali.

4.3.4.1 Previsione della dinamica di eventi di oil spill

La previsione della dispersione e conseguente spiaggiamento di idrocarburi sversati in mare è uno strumento molto utile per le Autorità competenti al fine di organizzare e coordinare le operazioni di intervento preventivo a tutela della costa e degli habitat marino-costieri. Essa è basata sull'utilizzo di modelli numerici a elevata risoluzione spaziale e temporale. Questi modelli permettono di prevedere con un sufficiente grado di affidabilità le aree a maggior probabilità di impatto del materiale sversato con un orizzonte temporale variabile, anche oltre 72 ore, tenendo in considerazione che il grado di accuratezza della previsione diminuisce all'aumentare del tempo di previsione. In generale, comunque, queste simulazioni sono caratterizzate da un'elevata incertezza poiché sono molti i fattori che concorrono ad un'appropriata e precisa descrizione del fenomeno che viene quindi approssimato al grado di conoscenza di cui si dispone.

L'imprevedibilità è correlata innanzi tutto alle informazioni a priori necessarie ai modelli matematici, che bisognerebbe conoscere con un sufficiente grado di affidabilità al fine di ridurre il più possibile l'incertezza della previsione. Tra queste informazioni è necessario conoscere:

- la quantità di materiale sversato;
- la sua composizione in termini di componenti volatili e/o pesanti e le loro principali caratteristiche chimico/fisiche;
- la tempistica dello sversamento, ossia se il materiale si è rovesciato in mare tutto insieme quindi da potersi definire un rilascio istantaneo oppure se si tratta di una perdita di materiale che esce in modo costante e ripetuto nel tempo; in questo ultimo caso è necessario sapere il flusso di materiale e la durata della fuoriuscita.
- la tipologia di sversamento se puntuale o areale, ovvero se la sorgente di rilascio dell'idrocarburo è in movimento, quindi, dà luogo ad un'area di partenza.

Note le caratteristiche dello sversamento, bisogna inoltre considerare il set modellistico più appropriato che permetta di prevedere le traiettorie di idrocarburi sversati in mare e fornisca uno strumento per gestire e coordinare le operazioni di intervento con sufficiente anticipo.

La base principale è costituita da un modello di circolazione tridimensionale con una risoluzione spaziale sufficientemente accurata sia in orizzontale che in verticale in grado di riprodurre anche i fenomeni di circolazione a più piccola scala. Per questo motivo sarebbe idoneo un modello innestato a modelli a larga scala (tipo quelli menzionati precedentemente) che simulano la circolazione generale e sono usati come condizioni ai bordi e iniziali. Utilizzando i risultati del modello idrodinamico, la ricostruzione delle traiettorie di dispersione della oil slick può avvenire considerando semplici modelli avvevivi-dispersivi, oppure modelli più specifici che tengano anche in considerazione le trasformazioni chimiche (weathering) degli idrocarburi. L'utilizzo di questi ultimi riduce l'incertezza della previsione, dando risultati più accurati, sempre a patto di conoscere il più precisamente possibile la composizione del materiale sversato.

È inoltre necessaria una buona descrizione dei campi di vento che insistono nella area di studio, solitamente ricavati dalle uscite di modelli atmosferici; anche in questi casi la maggior risoluzione spaziale del modello atmosferico induce una migliore descrizione dei campi di vento soprattutto in aree costiere, dove una migliore descrizione dell'orografia incide fortemente sui risultati. A tal proposito è anche auspicabile, quando possibile, utilizzare le misure in situ sia direttamente come input al modello dispersivo (raccolte da anemometri posizionati su mede, boe o piattaforme nell'area marina di interesse dello sversamento), sia per testare il grado di affidabilità del modello. Per poter ridurre l'incertezza della previsione, similmente al vento, è opportuna una buona conoscenza dal moto ondoso, fondamentale per la descrizione di dettaglio di alcuni processi di trasporto (*Stokes drift*).

I danni ambientali provocati dallo sversamento di idrocarburi in mare interessano sia gli ecosistemi presenti nella colonna d'acqua, al fondo e lungo l'interfaccia mare-terra ovvero la costa. La tempestività degli interventi di recupero e confinamento delle macchie oleose sversate in mare a seguito di incidente o attività marittima risulta spesso determinante nel ridurre o annullare i danni provocati da tali sostanze altamente inquinanti. In particolare, se l'intervento di bonifica avviene nelle prime fasi dello sversamento, l'utilizzo di panne galleggianti, metodi di aspirazione e dissolventi possono ridurre drasticamente l'impatto, riducendo le quantità di idrocarburi che potenzialmente possono raggiungere le coste o i fondali compromettendone le comunità bentoniche.

I modelli operativi di oil slick seguono, nella maggior parte dei casi, un approccio di tipo lagrangiano e incorporano sia processi avvevativi, diffusivi e i citati processi di trasformazione che tengono conto del tipo di olio sversato (Liubartseva et al. 2020, 2021; Cucco et al., 2012; De Dominicis et al., 2013, 2014). Inoltre, nonostante la loro natura lagrangiana, molti di questi modelli tengono conto dei processi di rimescolamento verticale. A livello dei modelli utilizzati:

- CMCC dispone di un sistema di previsioni di oil spill che copre tutto il Mar Mediterraneo e utilizza come forzanti i prodotti CMEMS MED-MFC e ECMWF (www.witoil.com).
- In Emilia-Romagna ARPAE dispone di un modello per la previsione fino a +72 ore della dispersione e il trasporto di inquinanti sul Mare Adriatico accidentalmente rilasciati (Oil-Spill), utilizzato on-demand anche per operazioni di search and rescue, in cascata alle catene modellistiche meteo-marine operative.
- In Friuli Venezia-Giulia, ARPA FVG utilizza modelli lagrangiani per la previsione dell'evoluzione delle aree interessate da sversamento di idrocarburi in mare. Tali modelli vengono impiegati in situazione di emergenza ambientale ed hanno in input la combinazione di previsioni numeriche meteorologiche, che sono prodotte operativamente da ARPA FVG, e di previsioni oceanografiche, che sono acquisite quotidianamente dall'Agenzia e prodotte da altri enti. Il dominio di applicazione è focalizzato sull'alto Adriatico. Si tratta di un esempio di integrazione di fonti di informazione eterogenee per la produzione di un servizio regionale per la gestione delle emergenze ambientali.
- In Toscana il Consorzio LAMMA utilizza, in risposta a specifiche richieste che sono pervenute dalla Guardia Costiera, il modello GNOME forzato dai modelli atmosferici e idrodinamici operativi a propria disposizione. È inoltre disponibile un modulo di simulazione online attivabile direttamente tramite un servizio web dedicato.
- ISPRA sta lavorando all'implementazione di un modello lagrangiano ad alta risoluzione, altamente scalabile, in grado di utilizzare vari tipi di formati di dati, utile in situazioni di emergenza ambientale.
- Il MITE nell'ambito di alcune collaborazioni con CNR ed ISPRA sta sviluppando l'oil spill risk index e l'oil spill hazard index. L'obiettivo è valutare l'area e la distribuzione del petrolio a mare e quantificare gli impatti che possono minacciare le coste Italiane, mediante l'analisi di una serie di indici specifici e determinandone i possibili danni attraverso la realizzazione di una serie di mappe tematiche. Tali mappe possono identificare aree di rischio chiave e aiutare i soccorritori a dare priorità alle azioni di risposta al fine di ridurre al minimo il danno ambientale.

In considerazione dell'elevata incertezza associata a queste simulazioni, si sottolinea l'importanza di una buona caratterizzazione dell'incertezza previsionale (Iskandarani et al., 2016; De Domicis et al., 2016), possibilmente tramite l'utilizzo di tutti i modelli eventualmente disponibili dai vari enti e la possibilità di girare simulazioni ensemble multi-modello.

Si sottolinea infine come molteplici aspetti legati alla simulazione di dispersione degli sversamenti sono trattati in modo simile nei modelli di dispersione delle microplastiche di superficie (Van Sebille et al., 2020).

4.3.5 Monitoraggio geomorfologico della fascia costiera

4.3.5.1 Monitoraggio geo-morfologico della fascia costiera, delle opere di difesa e delle infrastrutture costiere (batimetria, DEM/DTM, linea di riva)

Nel PNOT è stata descritta la necessità di ottenere informazioni riguardanti la batimetria sotto costa, la linea di riva e un modello digitale del terreno della costa emersa, al fine di realizzare un prodotto omogeneo con risoluzione spaziale non superiore ai 250m. Il sistema dovrà prevedere la realizzazione di un GeoDatabase da utilizzare per l'estrapolazione dei tematismi di interesse. I tematismi prodotti dovranno essere aggiornati su base periodica.

I dati geomorfologici saranno disponibili tramite l'Istituto Idrografico della Marina, eventualmente integrati da dati di provenienza regionale.

Tra le altre fonti di informazione:

- Nell'ambito delle attività di raccolta e validazione dei dati provenienti dai monitoraggi ai sensi delle diverse direttive di riferimento per gli aspetti ambientali della fascia costiera ISPRA realizza un programma di rilievi periodici delle aree costiere cadenzato dalla pubblica disponibilità di coperture territoriali omogenee di ortofoto a colori con risoluzione spaziale

inferiore al metro. Obiettivo di ogni monitoraggio è la caratterizzazione e la rappresentazione cartografica dei numerosi contesti territoriali costieri del paese per la conoscenza del territorio sotto il profilo fisico, geomorfologico, dell'occupazione antropica delle aree costiere e delle opere di ingegneria marittima sia portuali che di protezione costiera.

- Quasi tutte le Regioni operano rilievi di dettaglio della costa soprattutto per la caratterizzazione geomorfologica a scala locale, ovvero nelle fasi pre e post operam.
- In Emilia-Romagna ARPAER esegue il monitoraggio periodico della linea di riva e della morfologia della costa emersa.
- In Toscana la Regione, con la LR 80/2015 ha messo in atto la sperimentazione di un sistema di monitoraggio a scala regionale della linea di riva, attivo dal 2017, basato sull'analisi di dati satellitari ad altissima risoluzione.

ISPRA si occupa di raccogliere e validare i dati provenienti dai monitoraggi ai sensi delle diverse direttive di riferimento per gli aspetti ambientali della fascia costiera (es: Direttiva Acque, Direttiva Nitrati, Strategia Marina) Dal 2005 in ISPRA è stato avviato un sistema di osservazione a scala nazionale dei processi evolutivi, delle pressioni e degli impatti sull'ambiente costiero sia di origine naturale che antropica. Il sistema consiste in un programma di rilievi periodici delle aree costiere cadenzato dalla pubblica disponibilità di coperture territoriali omogenee di ortofoto a colori con risoluzione spaziale inferiore al metro.

Obiettivo di ogni monitoraggio è la caratterizzazione e la rappresentazione cartografica dei numerosi contesti territoriali costieri del paese per la conoscenza del territorio sotto il profilo fisico, geomorfologico, dell'occupazione antropica delle aree costiere e delle opere di ingegneria marittima sia portuali che di protezione costiera. L'analisi di rilievi successivi consente la valutazione nel periodo in esame dello stato di conservazione dei litorali e dei trend evolutivi, l'individuazione delle aree in crisi a causa di processi erosivi in corso e della maggiore esposizione delle infrastrutture e degli abitati all'azione del mare in tempesta, le trasformazioni prodotte da nuove opere marittime, gli effetti e l'efficacia dei vari sistemi di protezione costiera adottati. Il sistema di osservazione, ormai consolidato nelle procedure di elaborazione e analisi, con una regolare disponibilità di rilievi a scala nazionale a cadenza triennale acquisirebbe maggiore robustezza. Su siti di osservazione predefiniti, tra quelli maggiormente vulnerabili, la disponibilità di rilievi a cadenza semestrale consentirebbero una migliore conoscenza della dinamica costiera che caratterizza i luoghi, dei processi distruttivi stagionali e della capacità di resilienza nell'arco di un anno, di individuare opzioni e misure di adattamento e di protezione più adeguata per tutelare beni e attività esposte a rischio inondazione. ARPAER esegue il monitoraggio periodico della linea di riva e della morfologia della costa emersa. La Regione Toscana ha in corso una sperimentazione per il monitoraggio da satellite della linea di riva.

Nell'ambito dei programmi e progetti europei ed internazionali sulla governance del Mediterraneo di Interreg MED l'IIM ha sviluppato, insieme alla Regione Abruzzo, Co-Lead del progetto Med-Osmosis (<https://med-osmosis.interreg-med.eu/>), una applicazione in grado di pubblicare la cartografia nautica allo stato dell'arte, sia attraverso una webGis app sia attraverso un servizio WMS. Il progetto Med-Osmosis si prefigge l'obiettivo di realizzare una serie di piattaforme che potessero garantire la governance e il monitoraggio marittimo (maritime surveillance) tra gli stati membri e, soprattutto, la sovrapposizione e integrazione tra quelle già esistenti. La piattaforma realizzata dall'IIM, denominata UP, ha la potenzialità di esporre la cartografia nautica per una serie di progetti nazionali e internazionali (es.

PiTESAI, MSP, etc) con la possibilità, nella versione WebGIS, di costruire delle semplici geometrie ed includere layer tematici. La piattaforma è stata realizzata per integrarsi con tutti i principali geoportali nazionali per cui è possibile sovrapporre ai dati dell'IIM anche i layer realizzati, ad esempio, dalle regioni in quanto la piattaforma è INSPIRE e OGC compliance.

4.3.5.2 Caratterizzazione costa emersa, uso del suolo, mappe di allagamento costiero, analisi delle variazioni

Definizione:

Definizione dei limiti delle spiagge e caratterizzazione geo-morfologica della costa emersa, dell'uso del suolo e analisi delle variazioni. Il sistema dovrà prevedere la realizzazione di un GeoDatabase da

utilizzare per l'estrapolazione dei tematismi di interesse. I tematismi prodotti dovranno essere aggiornati su base periodica. Sarà infine oggetto del presente servizio la costituzione di un'infrastruttura che permetta di raccogliere e mettere a sistema le immagini prodotte dai sistemi operativi di videomonitoraggio costiero.

Stato dell'arte:

ISPRA si occupa di raccogliere e validare i dati provenienti dai monitoraggi ai sensi delle diverse direttive di riferimento per gli aspetti ambientali della fascia costiera (es: Direttiva Acque, Direttiva Nitrati, Strategia Marina) Dal 2005 in ISPRA è stato avviato un sistema di osservazione a scala nazionale dei processi evolutivi, delle pressioni e degli impatti sull'ambiente costiero sia di origine naturale che antropica. Il sistema consiste in un programma di rilievi periodici delle aree costiere cadenzato dalla pubblica disponibilità di coperture territoriali omogenee di ortofoto a colori con risoluzione spaziale inferiore al metro.

Obiettivo di ogni monitoraggio è la caratterizzazione e la rappresentazione cartografica dei numerosi contesti territoriali costieri del paese per la conoscenza del territorio sotto il profilo fisico, geomorfologico, dell'occupazione antropica delle aree costiere e delle opere di ingegneria marittima sia portuali che di protezione costiera. L'analisi di rilievi successivi consente la valutazione nel periodo in esame dello stato di conservazione dei litorali e dei trend evolutivi, l'individuazione delle aree in crisi a causa di processi erosivi in corso e della maggiore esposizione delle infrastrutture e degli abitati all'azione del mare in tempesta, le trasformazioni prodotte da nuove opere marittime, gli effetti e l'efficacia dei vari sistemi di protezione costiera adottati. Il sistema di osservazione, ormai consolidato nelle procedure di elaborazione e analisi, con una regolare disponibilità di rilievi a scala nazionale a cadenza triennale acquisirebbe maggiore robustezza. Su siti di osservazione predefiniti, tra quelli maggiormente vulnerabili, la disponibilità di rilievi a cadenza semestrale consentirebbero una migliore conoscenza della dinamica costiera che caratterizza i luoghi, dei processi distruttivi stagionali e della capacità di resilienza nell'arco di un anno, di individuare opzioni e misure di adattamento e di protezione più adeguata a tutelare beni e attività esposte a rischio inondazione.

L'utilizzo in Italia di sistemi di video-monitoraggio della spiaggia risale al 2003, con l'installazione di un sistema Argus presso la spiaggia di Lido di Dante (RA). Successivamente, utilizzando simili caratteristiche operative, furono installati sistemi analoghi (Eardman Video System) presso Igea Marina (RN), Terracina (LT), Olbia (OT), Marina di Massa (MS), Jesolo (VE). L'università di Genova ha sviluppato un proprio sistema di video-monitoraggio (Beachkeeper e Beachkeeper plus) su alcune spiagge della costa regionale.

La Regione Puglia e l'Autorità di Bacino della Puglia in collaborazione con il Politecnico di Bari hanno sviluppato un sistema di video-monitoraggio utilizzato sulle spiagge di Fasano (BR) e Porto Cesareo (LE). ISPRA ha sviluppato un sistema di video-monitoraggio open-source utilizzato per monitorare le dinamiche di spiaggia lungo spiagge sabbiose afferenti ad aree protette, in particolare le spiagge di Sabaudia (LT), Pineto (TE), Rodi Garganico (FG), Senigallia (AN) e Terracina (LT). Attualmente, le stazioni operative sono quelle dell'Università di Genova, di ISPRA e del Politecnico di Bari.

Tabella 14 - Sistemi di sistemi di video-monitoraggio della spiaggia

SISTEMA	SITO	ATTIVITÀ		SETTORE	ATTIVO
Argus	Lido di Dante	2003	2009	Adriatico sett.le	no
EVS	Igea Marina	2006	2008	Adriatico sett.le	no
	Jesolo	2013	2014	Adriatico sett.le	no
	Marina di Massa	attività inferiore a 365 giorni		Mar Ligure	no
	Olbia	attività inferiore a 365 giorni		Tirreno cent.le	no
	Terracina	2007	2013	Tirreno cent.le	no
Beach keeper	Riviera di Ponente	2008	attuale	Mar Ligure	si

Sist. Pugliese	Fasano/Porto Cesareo	2015	attuale	Adriatico merid.le/Ionio sett.le	si
Reg. Toscana	Marina di Massa	2019	attuale	Mar Ligure	si
ISPRA	Sabaudia	2015	attuale	Tirreno cent.le	si
	Terracina	2014	attuale		
	Pineto	2016	attuale	Adriatico cent.le	
	Senigallia	2016	attuale		
	Rodi Graganico	2018	attuale	Adriatico merid.le	

Sebbene siano stati attivati molti sistemi lungo la costa italiana, attualmente solo tre di questi sono attivi ma non integrati in una piattaforma condivisa e operativa con simili metodologie di campionamento delle immagini.

4.3.5.3 Produzione mappe di esondazione da maremoto

Definizione:

Servizio di mappatura di supporto al SiAM- Sistema italiano di allertamento maremoti in ottemperanza della Direttiva del Presidente del Consiglio dei ministri del 17 febbraio 2017 Sistema d'Allertamento nazionale per i Maremoti generati da sisma – SiAM pubblicata sulla “GU Serie Generale n.128 S.G. del 05-06-2017” che coinvolge l'INGV, il DPC e ISPRA. Il servizio di osservazione e allerta maremoti è sotto l'egida del NEAMTWS dell'IOC/UNESCO.

Stato dell'arte:

La rete di sorveglianza mediterranea della fascia costiera è composta da un sistema di strumenti e infrastrutture che permettono una caratterizzazione omogenea a livello nazionale e mediterraneo del rischio maremoto. I prodotti generati sono posti in configurazioni di servizio per il dipartimento di Protezione civile ai fini della mitigazione del rischio e della difesa civile, caratterizzati dalla continuità H24\GG365. ISPRA opera su due principali linee di attività:

- Il monitoraggio del livello del mare (in tempo reale) attuato tramite la Rete Mareografica Nazionale (RMN), garantendone il funzionamento, il potenziamento, attraverso l'installazione di nuove stazioni, e la configurazione, nel tempo, di una rete che possa assumere funzioni di allerta, oltre che di conferma degli eventi;
- L'analisi dell'impatto a terra di potenziali tsunami (in tempo differito) e la realizzazione delle relative mappe di inondazione costiera, finalizzate alla definizione delle fasce di allertamento ed evacuazione, ad uso delle competenti amministrazioni locali per l'aggiornamento dei Piani di Protezione Civile (PPC), oltre che il supporto agli Enti Locali nella definizione ed utilizzo delle zone di allertamento per l'aggiornamento dei PPC.

Il livello istituzionale italiano attraverso la costituzione del SiAM assicura la sorveglianza del rischio maremoto in area mediterranea inserendosi in un'organizzazione internazionale NEAM – Unesco, demandata alla mitigazione e alla gestione del rischio medesimo.

ISPRA dispone ad oggi sia del monitoraggio del livello marino dei mari italiani e sia della mappatura della linea di costa in aree di allertamento severe e non. La rete dei misuratori di livello del mare è costituita da n.36 stazioni (limitate nella collocazione in quanto presenti quasi esclusivamente in aree portuali) con l'integrazione di 8 nuove stazioni di osservazione operative (giugno 2020) a breve, dislocate prevalentemente in mare aperto, ovvero sulle isole minori.

Tali attività sono strategiche al Centro Funzionale di Protezione Civile, promuovendo la pianificazione della prevenzione del rischio di allagamento da maremoto.

ISPRA ha inoltre il compito a livello nazionale di collezionare i dati di livello del mare prodotti da soggetti pubblici e privati, al fine di intensificare i punti di misura.

L'attività di sorveglianza ed analisi dei dati mareografici è facilitata attraverso l'utilizzo di una specifica piattaforma TAD-Server (http://tsunami.isprambiente.it/TAD_Server/Home), in cui sono rese disponibili le registrazioni delle stazioni della RMN e di altre stazioni dell'area mediterranea, messe a disposizione

da altri fornitori del dato (per lo più sono stazioni installate da JRC sulle coste della Grecia, Spagna, Isra ISPRA (GEO-RIS) ha concordato e condiviso, in ambito SiAM, la metodologia e i dati di input per la realizzazione delle zone di allertamento, condividendone anche i limiti di risoluzione e di utilizzo e la conseguente necessità di aggiornamento continuo delle mappe a seguito di disponibilità di metodologie più robuste e dati di migliore risoluzione.

Per garantire la fruizione dei dati derivanti dalle elaborazioni delle zone di allertamento è stato sviluppato un portale web ad hoc, lo Tsunami Map Viewer (TMV - <http://sqi2.isprambiente.it/tsunamimap/>). Il portale ha una struttura multilayer e consente di selezionare le zone di allertamento da visualizzare, distinte su base nazionale (Italia) e Regionale (Regioni). Enti di riferimento che beneficiano dei prodotti SiAM: JRC, IOC, INGV, NEAM-TWS.

4.3.6 Monitoraggio Habitat, Ecosistemi e servizi connessi

4.3.6.1 Monitoraggio della componente habitat e servizi ecosistemici (copertura della vegetazione, habitat marini, uso del mare)

Nel PNOT viene descritto un servizio che si occupa di fornire informazioni circa la caratterizzazione degli habitat costieri e della loro variazione, nonché mappe di uso del suolo e del mare per permettere di valutare la presenza di attività antropiche nella fascia costiera.

Il D. Lgs 201 del 17 ottobre 2016 prevede l'istituzione di un tavolo interministeriale di coordinamento per la pianificazione dello spazio marittimo tra i cui compiti rientra la redazione di linee guida contenenti gli indirizzi e i criteri per la predisposizione dei piani di gestione dello spazio marittimo. L'occupazione delle opere al fondo è oggetto di lavoro nell'ambito del Descrittore 6 della Direttiva Quadro sulla Strategia Marina, che più in generale tratta anche tutti gli usi del mare con pressioni antropiche che interagiscono con il fondo. Per quanto concerne la componente habitat marino costiero, il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare ha finanziato, nel periodo compreso tra il 1999 e il 2004, un Programma Nazionale di Mappatura delle praterie di Posidonia oceanica e altre fanerogame, mediante acquisizione con strumentazione acustica (Side Scan Sonar) integrato con rilievo da satellite e voli aerei. La mappatura delle praterie di Posidonia oceanica venne svolta a partire dalla Regione Sicilia, in ordine cronologico dalla Regione Sardegna, Calabria e Campania. A livello Nazionale il MATTM ha concorso come ente beneficiario a diversi progetti nell'ambito del Programma Operativo Nazionale (PON) Sicurezza per lo Sviluppo, Obiettivo Convergenza 2007-2013 (PON – MAMPIRA). Il progetto PON –MAMPIRA è stato avviato il 24/10/2011, in collaborazione con il Comando dei Carabinieri per la Tutela dell'Ambiente, gli Enti Gestori delle Aree Marine Protette delle quattro Regioni Convergenza e le Capitanerie di Porto competenti, con l'obiettivo comune di rafforzare il sistema di prevenzione dei reati ambientali perpetrati ai danni delle Aree Marine Protette (AMP) presenti nelle quattro Regioni Convergenza Calabria, Campania, Puglia e Sicilia. In questi ambiti sono stati condotti rilievi per approfondire la conoscenza del territorio e individuare eventuali situazioni di rischio indotto. Gli strati informativi prodotti sono:

Dataset topografico – batimetrico: modello digitale della superficie terramare delle AMP ottenuto integrando rilievi eseguiti con LiDAR topografico, LiDAR batimetrico e Multibeam;

- Dataset iperspettrale: immagini iperspettrali della spiaggia emersa e sommersa delle AMP ottenute con sensore MIVIS.

A livello Regionale sono stati condotti inoltre differenti programmi di mappatura dei fondali marini, nello specifico tali rilievi sono stati effettuati di recente dalla Regione Liguria, Regione Puglia, Regione Lazio, Regione Calabria e Regione Toscana, ecc. Nell'ambito dell'attuazione delle Direttive Europee Marine Strategy "Direttiva 2008/56/CE" nonché nell'ambito della Direttiva Habitat "Direttiva 92/43/CEE" sono previsti svariati Programmi Nazionali di monitoraggio dove sono previste le mappature della componente habitat, sia superficiale che di ambiente profondo. Tali attività vengono svolte principalmente dalle Agenzie Regionali per l'Ambiente.

Nell'ambito dell'attuazione delle Direttive Europee e dei rispettivi decreti normativi di attuazione della Marine Strategy "Direttiva 2008/56/CE" - D.Lgs 190/2010, della Direttiva Habitat "Direttiva 92/43/CEE" - D.lgs 120/2003 e dell'Accordo per la Conservazione dei Cetacei nel Mar Nero, Mar Mediterraneo e Aree Atlantiche Contigue (ACCOBAMS - strumento di cooperazione per la conservazione della biodiversità marina nel Mar Mediterraneo, Mar Nero aree Atlantiche Europee) - D.lgs. n.27/2005, sono disponibili diversi prodotti scientifici e report comunitari su piani di monitoraggio, dove sono previste le

mappature della componente habitat, sia superficiale che di ambiente profondo e i rispettivi areali di distribuzione potenziale dei mammiferi e dei rettili marini presenti negli allegati della Dir. Habitat all'interno delle acque territoriali italiane. Tali attività vengono svolte sia dalle Agenzie Regionali per l'Ambiente che dall'Istituto Superiore per la Protezione e Ricerca Ambientale in collaborazione con numerosi enti di ricerca nazionali ed esteri, che si affacciano nel bacino del mediterraneo.

4.4 Censimento dei fabbisogni e delle richieste

Per il Verticale 3 il quadro dei fabbisogni rilevati e delle richieste avanzate ai tavoli tecnici fanno riferimento ai seguenti Enti ed ai relativi documenti forniti:

ISPRA:

- Scheda ISPRA -> *SCHEDA ISPRA - PNRR_SIM_ENTE_TT_Marino.pdf*
- Allegati:
 - ALLEGATO 2 - 2 PNOT_Analisi Fabbisogni Buyers Group.doc
 - Matrice revisionata v. 2.xlsx

ENEA

- Scheda ENEA -> *Scheda ENEA - Inquinamento Marino e litorale.pdf*
- *Scheda ENEA revisionata dopo l'incontro bilaterale*

ISTITUTO IDROGRAFICO MARINA

- Scheda -> Scheda Istituto Idrografico - Inquinamento Marino e litorale.pdf

DIP. PROTEZIONE CIVILE

- SCHEDA DIP. PROTEZIONE CIVILE - All.Inquinamento.dpf

GUARDIA COSTIERA

- Scheda GUARDIA COSTIERA scheda tavolo tecnico monitoraggio inquinamento marino e litorale REV 2.doc

Molteplici richieste fanno riferimento alla necessità di immagini da prodotti satellitari o alla condivisione di dati provenienti da banche dati esistenti per le quali non sono stati esposti costi. Alcuni dei costi esposti sono riferiti alla manutenzione di reti esistenti e non è chiara la loro elegibilità. Per tali motivi, la stima dei costi non può essere ancora considerata definitiva in attesa di maggiori dettagli dagli enti e dalla condivisione di fabbisogni comuni a più tavoli.

Ente	Richieste totali (unità)	Richieste totali (€)	Note
ENEA	11	2.057.000	
Capitanerie di Porto	3	13.600.000	
TOTALE	14	15.657.000	

5 5. ILLECITI AMBIENTALI

5.1 Riferimenti normativi

Gli illeciti amministrativi ed i reati ambientali sono attività, per lo più contenute nel codice penale e nel D.lgs. 152/2006, che possono causare danni anche rilevanti all'ambiente (e indirettamente alla salute dell'uomo) mediante l'emissione di sostanze nocive che possano causare l'inquinamento dell'aria, delle acque ovvero del suolo.

Il Codice penale prevede da tempo alcuni reati ambientali, tra i quali ricordiamo:

- Incendio boschivo (423 bis c.p.)
- Inondazione, frana, valanga (426 c.p.)
- Crollo di costruzioni o altri disastri (434 c.p.)
- Avvelenamento di acque e di sostanze alimentari (439 c.p.)
- Distruzione di materie prime o di prodotti agricoli o industriali, ovvero di mezzi di produzione (499 c.p.)
- Diffusione di una malattia delle piante o degli animali (500 c.p.)
- Uccisione di animali (544 bis c.p.)
- Maltrattamento di animali (544 ter c.p.)
- Spettacoli o manifestazioni vietati (544 quater c.p.)
- Divieto di combattimenti tra animali (544 quinquies c.p.)
- Getto pericoloso di cose (674 c.p.)
- Danneggiamento al patrimonio archeologico, storico o artistico nazionale (733 c.p.)
- Distruzione o deturpamento di bellezze naturali (734 c.p.)

Più recentemente, con la Legge n. 68 del 22 maggio 2015, è stato introdotto nel Codice penale il Titolo VI –bis, dedicato esclusivamente ai delitti contro l'ambiente, introducendo le seguenti nuove fattispecie di reato:

- Inquinamento ambientale (art. 452 bis c.p.)
- Disastro ambientale (art. 452 quater c.p.)
- Traffico ed abbandono di materiale radioattivo (art. 452 sexies c.p.)
- Impedimento di controllo (art. 452 septies c.p.)
- Omessa bonifica (art. 542 terdecies c.p.)

La normativa italiana in materia di tutela ambientale si basa essenzialmente sul D.Lgs. n. 152/2006 "Norme in materia ambientale", prevedendo specifiche figure di illeciti amministrativi e penali (es: tutela penale dell'acqua, dell'aria, gestione, abbandono e traffico illecito di rifiuti, attività in difetto di autorizzazione) e nella Parte sesta bis sanzioni amministrative e penali in materia ambientale.

Di seguito si riporta una panoramica sui principali riferimenti normativi, con particolare attenzione ad alcuni temi di interesse del presente capitolo.

5.1.1 Identificazione aree soggette a consumo di suolo, costruzione edifici abusivi

Il consumo di suolo è un fenomeno associato alla perdita di una risorsa ambientale fondamentale, dovuta all'occupazione di superficie originariamente agricola, naturale o seminaturale. Il fenomeno si riferisce, quindi, a un incremento della copertura artificiale di terreno, legato alle dinamiche insediative. E' un processo prevalentemente dovuto alla costruzione di nuovi edifici e infrastrutture, all'espansione delle città, alla densificazione o alla conversione di terreno entro un'area urbana, all'infrastrutturazione del territorio. Il concetto di consumo di suolo è, quindi, definito come una variazione da una copertura non artificiale (suolo non consumato) a una copertura artificiale del suolo (suolo consumato) (fonte: ISPRA).

A fine 2021 la Commissione Europea ha approvato la nuova strategia dell'UE per il suolo determinando obiettivi per il 2030, per ribadire come la salute del suolo sia essenziale per conseguire gli obiettivi in materia di clima e di biodiversità del Green Deal europeo. La strategia definisce un quadro e misure concrete per proteggere e ripristinare i suoli e garantire che siano utilizzati in modo sostenibile e determina una visione e gli obiettivi per i terreni sani entro il 2050, con azioni concrete da attuare entro il 2030.

A livello nazionale non esiste una normativa specifica. I principali riferimento sono:

- il Piano per la transizione ecologica (PTE), approvato con delibera 8/3/2022, che nell'ambito dei suoi macro-obiettivi interviene sul contrasto al consumo di suolo fissando l'obiettivo di arrivare a un consumo netto pari a zero entro il 2030

- la Strategia Nazionale per lo Sviluppo Sostenibile (SNSvS), che si configura come lo strumento principale per la creazione di un nuovo modello economico circolare. Al fine di garantire la gestione sostenibile delle risorse naturali (scelta II) “Arrestare il consumo del suolo e la desertificazione” è stato individuato come uno degli obiettivi strategici (obiettivo II.2).

Il monitoraggio del consumo di suolo è demandato, secondo l'art. 3 della LEGGE 28 giugno 2016, n. 132, al SNPA (Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente), istituito con la stessa legge. Tale sistema nasce per “assicurare omogeneità ed efficacia all'esercizio dell'azione conoscitiva e di controllo pubblico della qualità dell'ambiente a supporto delle politiche di sostenibilità ambientale” e pertanto fanno parte del Sistema l'Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale (ISPRA) e le agenzie regionali e delle province autonome di Trento e di Bolzano per la protezione dell'ambiente.

5.1.2 Abusivismo edilizio: ambito urbanistico e relazioni con il demanio marittimo e i vincoli paesaggistici

Per quanto attiene la tematica dell'abusivismo edilizio, la normativa rimanda al DPR 380/2001 (testo unico dell'edilizia), demandando alle amministrazioni comunali l'adozione di apposito regolamento che contenga la disciplina delle modalità costruttive, con particolare riguardo al rispetto delle normative tecnico, estetiche, igienico-sanitarie, di sicurezza e vivibilità degli immobili e delle pertinenze degli stessi.

La realizzazione o la modifica di edifici che non rispettano tali regolamenti sono qualificati come abusivi. Il Capo II del testo unico elenca molteplici le tipologie di abusi. In Italia gli abusi edilizi più diffusi sono:

- costruzioni realizzate senza permesso di costruire (edifici totalmente abusivi),
- cambi di destinazione d'uso senza autorizzazione o ampliamenti di superfici e volumi (abusivi sostanziali),
- piccole modifiche interne agli edifici, come la demolizione/costruzione di un tramezzo (difformità parziale).

Il titolo IV della norma definisce le modalità di vigilanza sull'attività urbanistico-edilizia, responsabilità e sanzioni in capo ai soggetti interessati.

Infine, l'art. 30 riportato sempre al titolo IV della norma fornisce il quadro delle attività identificabili come “lottizzazioni abusive di terreni a scopo edificatorio”, stabilendo l'iter di accertamento e le sanzioni applicabili all'art.40.

Laddove una o più opere edilizie siano state realizzate su area del demanio marittimo, l'ordine di demolizione è adottato dal Comune anche per la tutela degli interessi demaniali ai sensi degli artt. 54 e 1161 del codice della navigazione e, quindi non ha nemmeno rilevanza la minore o maggiore consistenza dell'abuso.

In particolare, la materia degli “abusivi” sul demanio marittimo è disciplinata, per quanto riguarda la parte amministrativa dall'art. 54 del codice della navigazione, per la parte relativa alle disposizioni penali dall'art. 1161, comma 1 del codice della navigazione e ss.

L'art. 54 del codice della navigazione enuncia: “Qualora siano abusivamente occupate zone del demanio marittimo o vi siano eseguite innovazioni non autorizzate, il Capo del Compartimento Marittimo (o altra Autorità competente) ingiunge al contravventore di rimettere le cose in pristino stato entro il termine a tal fine stabilito e, in caso di mancata esecuzione dell'ordine, provvede d'ufficio a spese dell'interessato”.

L'art. 1161 stabilisce sanzioni amministrative e penali per “Chiunque arbitrariamente occupa uno spazio del demanio marittimo o aeronautico o delle zone portuali della navigazione interna, ne impedisce l'uso pubblico o vi fa innovazioni non autorizzate, ovvero non osserva i vincoli cui è assoggettata la proprietà privata nelle zone prossime al demanio marittimo od agli aeroporti [...]”.

Le sanzioni amministrative sono applicate anche nel caso in cui “l'occupazione [...] è effettuata con un veicolo [...]”; in tal caso si può procedere alla immediata rimozione forzata del veicolo in deroga alla procedura di cui all'art. 54.

Si evidenzia che gli articoli 54 e 1161 Cod. nav. si applicano anche alle “innovazioni abusive” eseguite entro il limite dei 30 metri dal demanio marittimo (c.d. zona di rispetto), tale limite può essere aumentato, per ragioni speciali, in determinate località, qualora queste non siano previste in piani

regolatori generali o particolareggiati già approvati dagli Enti Locali competenti, d'intesa con le Autorità Marittime ai sensi dell'art. 55 Cod. nav.

Infine, la tematica degli abusi edilizi si intreccia anche con il tema dei beni paesaggistici, normati alla parte terza del D.Lgs.42/2004 (Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137).

L'art 181 stabilisce che gli interventi edilizi o l'esecuzione di "lavori di qualsiasi genere su beni paesaggistici" realizzati senza la prescritta autorizzazione o in difformità di essa si configura come illecito penale.

5.1.3 Identificazione aree conferimento di rifiuti

Il conferimento rifiuti e/o gestione rifiuti, in assenza di una specifica autorizzazione, costituisce un illecito ambientale. L'attività non autorizzata di gestione dei rifiuti è prevista dall'art. 256 del codice dell'ambiente (D.Lgs 152/06) e comprende la raccolta, il trasporto, il recupero, lo smaltimento, il commercio e l'intermediazione di rifiuti (comma 1), l'abbandono o il deposito incontrollato di rifiuti (comma 2) e la realizzazione o gestione di una discarica non autorizzata (comma 3).

Le varie sentenze della giurisprudenza individuano diverse attività riferite al conferimento illecito dei rifiuti al suolo e si differenziano fra loro per le metodiche di conferimento ed il diverso sistema sanzionatorio a cui sono soggetti. In particolare:

deposito incontrollato rifiuti. La terza sezione penale della Suprema corte di cassazione, con la sentenza n. 48411 del 28 novembre 2019, ha chiarito che il reato contravvenzionale di deposito incontrollato di rifiuti da parte di enti o imprese previsto al comma 2 dell'art. 256 del D.L.vo n. 152/2006 ha natura permanente perché riguarda un'ipotesi di deposito "controllabile" e "ripetitivo" cui segue l'omessa rimozione nei tempi e nei modi previsti dall'art. 183, comma 1, lett. b), del D.L.vo citato e cessa solamente a seguito dello smaltimento, del recupero o dell'eventuale sequestro.

abbandono incontrollato di rifiuti. La stessa sentenza evidenzia, in questo caso, la natura istantanea, in quanto presuppone una volontà esclusivamente dismissiva dei rifiuti che esaurisce i propri effetti al momento della derelizione ovvero l'abbandono della cosa, fatto con l'animo di rinunciare alla proprietà su di essa.

Discariche non autorizzate. La definizione di discarica contenuta nell'articolo 2 del D.Lgs. 36/2003 è operante anche a seguito dell'entrata in vigore del decreto legislativo n 152 del 2006 poiché anche l'articolo 256 terzo comma del citato decreto legislativo, come a suo tempo l'articolo 51 terzo comma del decreto Ronchi, deve necessariamente essere letto in correlazione con il decreto legislativo n 36 del 2003. In riferimento al D.Lgs 36/2003 art. 2 lettera g, è definita g) "discarica": area adibita a smaltimento dei rifiuti mediante operazioni di deposito sul suolo o nel suolo, compresa la zona interna al luogo di produzione dei rifiuti adibita allo smaltimento dei medesimi da parte del produttore degli stessi, nonché qualsiasi area ove i rifiuti sono sottoposti a deposito temporaneo per più di un anno. Sono esclusi da tale definizione gli impianti in cui i rifiuti sono scaricati al fine di essere preparati per il successivo trasporto in un impianto di recupero, trattamento o smaltimento, e lo stoccaggio di rifiuti in attesa di recupero o trattamento per un periodo inferiore a tre anni come norma generale, o lo stoccaggio di rifiuti in attesa di smaltimento per un periodo inferiore ad un anno. Questa definizione ha aiutato taluni giuristi nel differenziare le discariche non autorizzate da aree adibite a deposito e gestione rifiuti non autorizzati. La corretta determinazione dei due casi risulta fondamentale nella individuazione delle sanzioni da adottare. Nei diversi giudizi emessi dalla cassazione sono stati considerati diversi fattori fra i quali: "l'imponente mole di materiali depositati, la varietà degli stessi (da semplici teloni da serra a batterie per autovetture)"; "la giacenza dei detti materiali da lungo tempo sul posto (testimoniata dalla corrosione degli stessi e dal rilascio sul terreno di scorie oleose)"; l'impossibilità di destinazione al commercio di tali materiali, "in quanto inutilizzabili".

Gestione incontrollata di rifiuti. L'articolo 256 fa riferimento alle attività di raccolta, trasporto, recupero e smaltimento. Per univoca giurisprudenza, trattasi di condotte alternative, per cui è sufficiente il compimento anche di una sola di esse affinché si realizzi il reato di gestione illecita dei rifiuti. Ricordiamo anche che per "rifiuto" si intende qualsiasi sostanza od oggetto e di cui il detentore si disfi o abbia deciso o abbia l'obbligo di disfarsi. Questo reato può essere commesso da "chiunque", anche da chi non esercita professionalmente l'attività di gestione di rifiuti. Al riguardo la Cassazione ha affermato, in più occasioni, che si tratta di reato comune che può essere pertanto commesso anche da chi svolge attività di gestione dei rifiuti in modo secondario o consequenziale all'esercizio di una attività primaria diversa.

Conferimento di rifiuti in cave: il quadro di riferimento normativo sulla tematica delle cave è governato a livello nazionale da un Regio Decreto di Vittorio Emanuele III del 1927. Da allora non vi è più stato un intervento normativo che determinasse criteri unici per tutto il Paese, mancando persino un monitoraggio nazionale della situazione. Con il DPR 616/1977 le funzioni amministrative relative alle attività di cava sono state trasferite alle Regioni, e gradualmente sono state emanate normative regionali atte a regolare il settore. Purtroppo, ancora in molte Regioni si verificano situazioni di grave arretratezza e i limiti all'attività estrattiva sono fissati in maniera non uniforme. Sono assenti piani specifici di programmazione in Abruzzo (dove il Piano Regionale Attività Estrattive P.R.A.E. è stato adottato ma mai approvato), Molise, Sardegna, Calabria, Basilicata, Friuli-Venezia Giulia (dove il Piano è stato approvato preliminarmente), sono tutte Regioni che non hanno un Piano Cave vigente, a cui si deve aggiungere la Provincia Autonoma di Bolzano. L'assenza dei piani è particolarmente preoccupante perché si lascia tutto il potere decisionale in mano a chi concede l'autorizzazione. Mentre in altre regioni come Campania, Emilia-Romagna, Lazio, Liguria, Lombardia, Marche, Piemonte, Puglia, Sicilia, Toscana, Provincia di Trento, Umbria, Valle d'Aosta, Veneto, dove il Piano è stato approvato, c'è una regolamentazione regionale che definisce anche compiti e funzioni delle diverse amministrazioni. Sull'impatto ambientale delle cave è intervenuta l'Ue a imporre regole più attente; con la Direttiva europea 85/337, si è stabilito che l'apertura di nuove cave deve essere condizionata alla procedura di Valutazione di Impatto Ambientale. La direttiva è stata recepita in Italia con il D.P.R. 12 aprile 1996 e prevede la VIA per le cave e torbiere con più di 500.000 m³/a di materiale estratto o di un'area interessata superiore a 20 ha, la VIA viene estesa a tutte le cave e torbiere che ricadono parzialmente in aree protette.

Un altro aspetto fondamentale è quello affrontato dalla Direttiva 21/2006. Il provvedimento ha prescritto, per tutti gli Stati membri, l'adozione di severe misure sulla gestione dei rifiuti derivati da attività estrattiva. Tra gli obblighi è richiesta la redazione di un piano di gestione dei rifiuti per la riduzione al minimo degli stessi, il trattamento, il recupero e lo smaltimento dei rifiuti di estrazione, nel rispetto del principio dello sviluppo sostenibile. L'intenzione era chiaramente quella di spingere il settore verso l'innovazione, comportando così un forte recupero del materiale di cava nonché l'utilizzo sempre più massiccio, in particolare per gli inerti, di materiale riciclato.

A conferma di ciò, ad ottobre 2010, la Commissione Europea ha rilasciato un documento di orientamento per ridurre al minimo i conflitti territoriali e per chiarire la procedura atta a risolvere tali conflitti. I cosiddetti "piani minerari" possono infatti aiutare il comparto e le autorità a prepararsi in vista di un'estrazione sostenibile a lungo termine, specialmente quando sono integrati in piani per l'uso del territorio.

La direttiva è stata inizialmente adottata in Italia con il decreto legislativo del 30 maggio 2008 n. 117, aggiornato con decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133. L'obiettivo di questa normativa è quello di provvedere ad un corretto recupero ambientale delle cave già operate nel corso dell'attività di estrazione e completata una volta cessata l'attività di cava, in tutte le Regioni ciò è previsto a carico del proponente (o utilizzando i fondi derivati dai canoni di estrazione). Il progetto di coltivazione deve essere comprensivo di quello di recupero una volta dismessa l'attività.

È emblematico il caso di molte Regioni dove non è previsto nessun piano di recupero per le aree di cave abbandonate, ossia di quei siti che hanno chiuso le attività prima dell'intervento normativo da parte delle Regioni, per le quali sarebbero necessari un censimento ed una conseguente riqualificazione ambientale, nonostante la rinaturalizzazione spontanea di molti di questi luoghi. Inoltre, sono in aumento le Regioni che sono intervenute con bandi specifici per recuperare le aree abbandonate.

Particolare interesse sono le cave per l'estrazione della sabbia utilizzata nel campo dell'edilizia. Molte di queste attività estrattive sono state condotte abusivamente formando dei bacini di diversa superficie e profondità in cui è affiorata l'acqua di falda intaccata dagli scavi. In fase successiva tali bacini sono stati poi interessati da smaltimento illegale di rifiuti.

5.1.4 Sversamento di rifiuti liquidi al suolo ed in acque

Il confine tra acque di scarico e rifiuti liquidi è molto sottile, prima di dare una equa definizione di rifiuto liquido è necessario definire il concetto di scarico in base a quanto viene definito dalla normativa corrente.

Stando a quanto stabilito dalla normativa vigente contenuta nell'articolo n.74, capo 1, lettera ff), del Decreto Legislativo n. 152 del 2006, può essere definito scarico "qualsiasi immissione effettuata

esclusivamente tramite un sistema stabile di collettamento che collega senza soluzione di continuità il ciclo di produzione del refluo con il corpo recettore acque superficiali, sul suolo, nel sottosuolo e in rete fognaria, indipendentemente dalla loro natura inquinante, anche sottoposte a preventivo trattamento di depurazione. Sono esclusi i rilasci di acque previsti all'articolo 114”.

Nello specifico: per poter parlare di scarico è necessario che ci sia l'immissione, ossia l'introduzione di reflui di qualsiasi tipo mediante l'utilizzo di un sistema di reflusso, che non deve necessariamente essere un tubo o un impianto idrico. La particolarità di questo sistema è data dall'assenza della “soluzione di continuità”, il che significa che lo scarico deve avvenire in maniera diretta e pertanto non devono essere presenti interruzioni nel flusso.

Affinché si possa affermare di essere in presenza di uno scarico, la normativa sostiene che i reflui non devono essere necessariamente di natura inquinante per l'ambiente; perciò, anche l'acqua pulita che viene immessa in un recettore, un depuratore o un sistema fognario senza soluzione di continuità, quindi direttamente, rientra in questa definizione.

Le motivazioni per le quali è importante rappresentare il significato di scarico, è legato al fatto che grazie ad esso si stabilisce una corretta comprensione del concetto di rifiuto liquido.

Nello specifico, è possibile affermare che ci si trova in presenza di un rifiuto liquido quando viene a mancare la soluzione di continuità e quindi vi è un'interruzione del refluo tramite l'accumulo in una vasca oppure il prelievo ad opera di un'autobotte.

Inoltre, a differenza del concetto di scarico per il quale il rifiuto può presentarsi in qualsiasi stadio, quello preso in esame, invece, può essere solo ed esclusivamente liquido.

Al contrario, se si presentano momenti di soluzione di continuità, come ad esempio nel caso di reflui che vengono trasportati dalle cisterne tramite l'utilizzo delle autobotti, allora è possibile affermare che ci si trova in presenza di rifiuti liquidi. Essi non raggiungono direttamente il ricettore o i depuratori, perciò viene meno il requisito fondamentale per definire il concetto di scarico. In tal caso, infatti, è necessario ricorrere alla disciplina che si occupa dello smistamento di rifiuti liquidi.

E sul tema degli scarichi nei corpi idrici, si riporta il D.Lgs. n. 202/2007 (Attuazione della direttiva 2005/35/CE relativa all'inquinamento provocato dalle navi e conseguenti sanzioni) attraverso il quale (art.4) si prevede il divieto di scarico delle “sostanze inquinanti” inserite nell'all. I, nell'all. II e alla Convenzione MARPOL 73/78, nelle acque marittime interne, compresi i porti, nelle acque territoriali, in alto mare, negli stretti utilizzati per la navigazione internazionale e soggetti al regime di passaggio di transito, nella zona economica esclusiva (ZEE) o in una zona equivalente istituita ai sensi del diritto internazionale e nazionale del mare (articolo 3).

La norma definisce le misure di controllo e le azioni da attuare da parte dell'Autorità marittima competente per le navi che si trovano in porto (art. 6) e per le navi che si trovano in transito (art. 7, comma 1).

L'art. 12 stabilisce che *“l'accertamento delle violazioni è svolto dagli ufficiali e dagli agenti di polizia giudiziaria, dagli agenti di polizia giudiziaria del Corpo delle Capitanerie di porto-Guardia costiera, dagli ufficiali e sottufficiali della marina militare e dagli altri soggetti di cui all'art. 1235 del codice della Navigazione [...]”*

Le sanzioni in capo al il Comandante di una nave, nonché i membri dell'equipaggio, il proprietario e l'armatore della nave sono definite agli art. 8 (Inquinamento doloso) e 9 (Inquinamento colposo).

5.1.5 Sversamento effluenti agricoli

L'utilizzazione agronomica degli effluenti di allevamento è finalizzata al recupero delle sostanze nutritive ed ammendanti contenute negli effluenti, al fine di consentire alle sostanze nutritive ed ammendanti in essi contenute di svolgere un ruolo utile al suolo agricolo, realizzando un effetto concimante, ammendante, irriguo, fertirriguo o correttivo sul terreno oggetto di utilizzazione agronomica, in conformità ai fabbisogni quantitativi e temporali delle colture.

Le politiche agricole degli ultimi decenni hanno puntato *“ad aumentare al massimo la produttività[...]. Nel complesso tale politica è stata molto efficace per aumentare la produzione, ma ha avuto quello che adesso è considerato un effetto negativo per l'ambiente. Per quanto riguarda l'inquinamento da nitrati, la produzione intensiva ha portato ad un maggiore impiego di fertilizzanti chimici e soprattutto alla concentrazione di molti capi di bestiame in piccoli appezzamenti di terra. In alcune regioni dell'UE la produzione intensiva di bestiame ha causato una sovrapproduzione strutturale di effluente di*

allevamento: in altri termini, la quantità di effluente è superiore a quella che può essere eliminata concimando i terreni, senza creare inquinamento da nitrati." (fonte RELAZIONE DELLA COMMISSIONE AL CONSIGLIO E AL PARLAMENTO EUROPEO - L'attuazione della direttiva 91/676/CEE del Consiglio relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole, 1997). il Consiglio Europeo ha quindi adottato la direttiva 91/676/CEE, C.D. "Direttiva Nitrati" con l'intento di perseguire un duplice obiettivo (art.1):

- ridurre l'inquinamento delle acque causato direttamente o indirettamente dai nitrati di origine agricola;
- prevenire qualsiasi ulteriore inquinamento di questo tipo.

Tali obiettivi vengono perseguiti imponendo agli Stati membri di individuare le acque inquinate e le acque che potrebbero essere soggette ad inquinamento e di designarle come "zone vulnerabili" (Art.3) in base ai risultati delle disposizioni in materia di controllo contemplate dalla direttiva. Nelle zone in questione gli Stati membri devono preparare programmi d'azione (art.5) contenenti misure vincolanti in materia di pratiche agricole, comprese le quantità massime di effluente di allevamento da applicare al terreno ogni anno. Gli Stati membri devono inoltre fissare almeno un Codice di buona pratica agricola (Art. 4) da attuare su base volontaria al di fuori delle zone vulnerabili e obbligatoriamente all'interno delle stesse. Gli Stati membri sono tenuti a controllare le concentrazioni di nitrati nelle acque, onde valutare le ripercussioni delle misure adottate.

In attuazione dell'art. 4 della direttiva del Consiglio 91/676/CEE, Con decreto ministeriale 19 aprile 1999, il ministro per le politiche agricole di concerto con il ministro dell'ambiente e il ministro della sanità ha approvato il codice di buona pratica agricola (CBPA). L'obiettivo principale del Codice di buona pratica agricola è quello di contribuire anche a livello generale a realizzare la maggior protezione possibile di tutte le acque dall'inquinamento dei nitrati riducendo l'impatto ambientale dell'attività agricola attraverso una più attenta gestione del bilancio dell'azoto.

Nel Codice sono state pertanto prese in considerazione alcune delle fasi principali che caratterizzano le diverse colture e per ciascuna di esse sono stati individuati gli aspetti essenziali e talora alcuni vincoli che dovrebbero essere osservati per raggiungere un equilibrato rapporto tra agricoltura e ambiente.

L'identificazione delle "zone vulnerabili da nitrati di origine agricola", come definite all'art.3 della Direttiva Nitrati, è disciplinato dall'art.92 del D.Lgs 152/2006, definendone i criteri di identificazione nell'Allegato 7/A-I alla parte terza del decreto e stabilisce inoltre l'obbligo di definire i programmi d'azione obbligatori per la tutela e il risanamento delle acque dall'inquinamento causato da nitrati di origine agricola (art.92 comma 7) da attuare nelle Zona vulnerabili.

Per tener conto di cambiamenti e/o di fattori impreveduti, almeno ogni quattro anni le regioni devono riesaminare e, se necessario, opportunamente rivedere o completare le designazioni delle zone vulnerabili. A tal fine le regioni predispongono e attuano, ogni quattro anni, un programma di controllo per verificare le concentrazioni dei nitrati nelle acque dolci per il periodo di un anno, secondo le prescrizioni di cui all'Allegato 7/A-I alla parte terza del D.Lgs 152/2006, nonché riesaminano lo stato eutrofico causato da azoto delle acque dolci superficiali, delle acque di transizione e delle acque marine costiere.

L'articolo 112 del D.Lgs 152/2006 stabilisce che le attività di utilizzazione agronomica devono essere disciplinate dalle singole regioni, sulla base dei criteri e delle norme tecniche generali adottati con il successivo decreto interministeriale n. 5046 del 25 febbraio 2016 e tenendo conto delle prescrizioni riportate per:

- le zone vulnerabili da nitrati di origine agricola (articolo 92 D.Lgs 152/06)
- gli impianti di allevamento intensivo di cui all'allegato VIII alla parte seconda del D.Lgs 152/06, categoria di attività per la quale è richiesta l'autorizzazione integrata ambientale
- la Direttiva 91/676/CEE, nota come "Direttiva Nitrati"

Con Decreto Interministeriale n. 5046 del 25 Febbraio 2016 "Criteri e norme tecniche generali per la disciplina regionale dell'utilizzazione agronomica degli effluenti di allevamento e delle acque reflue di cui all'art. 112 del Decreto legislativo 3 aprile 2006 n. 152, nonché per la produzione e l'utilizzazione agronomica del digestato di cui all'art. 52, comma 2-bis del decreto legge 22 giugno 2012, n. 83,

convertito in legge 7 agosto 2012 n. 134” tutti i disposti precedenti vengono portati in qualche modo a sintesi.

Nell'ambito di tale riferimento normativo, sono disciplinati in particolare:

- i tempi e le modalità di effettuazione della comunicazione, prevedendo procedure semplificate nonché specifici casi di esonero dall'obbligo di comunicazione per le attività di minor impatto ambientale;
- le norme tecniche di effettuazione delle operazioni di utilizzo agronomico;
- i criteri e le procedure di controllo, ivi comprese quelle inerenti all'imposizione di prescrizioni da parte dell'autorità competente, il divieto di esercizio ovvero la sospensione a tempo determinato dell'attività di cui al comma 1 nel caso di mancata comunicazione o mancato rispetto delle norme tecniche e delle prescrizioni impartite;
- le sanzioni amministrative pecuniarie fermo restando quanto disposto dall'articolo 137, comma 15.

Con riferimento alle operazioni di sversamento, si identificano sia i limiti quantitativi che divieti temporali individuando anche aree di divieto o con limiti di utilizzazione, in funzione di caratteristiche pedologiche, morfologiche idrologiche dei suoli. Nelle zone vulnerabili da nitrati di origine agricola (di seguito ZVN), l'utilizzazione degli effluenti di allevamento è ammessa nel rispetto del Programma d'Azione regionale per la protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole.

Sempre nell'ambito delle attività agricole sono regolate anche la gestione delle stoppie e dei residui vegetali. In generale, l'art. 13 del D.Lgs. 205/2010, modificando l'art. 185 del D.Lgs. 152/2006, stabilisce che “Non rientrano nel campo di applicazione della parte quarta del presente decreto [...] la paglia e altro materiale agricolo o forestale naturale non pericoloso quali, a titolo esemplificativo e non esaustivo, gli sfalci e le potature effettuati nell'ambito delle buone pratiche colturali, utilizzati in agricoltura, nella silvicoltura o per la produzione di energia da tale biomassa, anche al di fuori del luogo di produzione ovvero con cessione a terzi, mediante processi o metodi che non danneggiano l'ambiente ne' mettono in pericolo la salute umana”

La combustione dei materiali vegetali è regolamentata dal Decreto Legislativo 3 aprile 2006 n. 152 (cd. “Codice Ambiente”) che ne rende possibile la pratica solamente sotto determinate condizioni e quantità. L'art. 182, comma 6-bis del D. Lgs. 152/2006, sancisce infatti che:

“Le attività di raggruppamento e abbruciamento in piccoli cumuli e in quantità giornaliere non superiori a tre metri steri per ettaro dei materiali vegetali di cui all'articolo 185, comma 1, lettera f), effettuate nel luogo di produzione, costituiscono normali pratiche agricole consentite per il reimpiego dei materiali come sostanze concimanti o ammendanti, e non attività di gestione dei rifiuti.

Nei periodi di massimo rischio per gli incendi boschivi, dichiarati dalle regioni, la combustione di residui vegetali agricoli e forestali è sempre vietata. I comuni e le altre amministrazioni competenti in materia ambientale hanno la facoltà di sospendere, differire o vietare la combustione del materiale di cui al presente comma all'aperto in tutti i casi in cui sussistono condizioni meteorologiche, climatiche o ambientali sfavorevoli e in tutti i casi in cui da tale attività possano derivare rischi per la pubblica e privata incolumità e per la salute umana, con particolare riferimento al rispetto dei livelli annuali delle polveri sottili (PM10)”.

Pertanto, la combustione di residui vegetali oppure di materiale agricolo deve essere effettuata nel rigoroso rispetto delle condizioni previste dal Testo Unico ed in particolare:

1. deve avvenire esclusivamente sul luogo di produzione
2. deve essere finalizzata al reimpiego dei materiali come sostanze concimanti o ammendanti (non quindi al semplice smaltimento)
3. deve avvenire in piccoli cumuli ed in quantità giornaliere non superiori a 3 metri steri per ettaro.

Dette condizioni devono sussistere simultaneamente, altrimenti l'attività di bruciatura rientra nel reato di smaltimento non autorizzato di rifiuti speciali non pericolosi (di cui all'art. 256, comma 1, lettera a), decreto legislativo 152/2006).

In ogni caso nel periodo di massimo rischio per gli incendi boschivi la combustione di residui vegetali agricoli e forestali è sempre vietata.

5.1.6 Fattori di disturbo delle foreste

Il patrimonio forestale è definito dal D.Lgs 34/2018 (Testo unico in materia di foreste e filiere forestali) come (art.3 comma 3) “ l'insieme dei boschi identificati come le superfici coperte da vegetazione forestale arborea, associata o meno a quella arbustiva, di origine naturale o artificiale in qualsiasi stadio di sviluppo ed evoluzione, con estensione non inferiore ai 2.000 metri quadri, larghezza media non inferiore a 20 metri e con copertura arborea forestale maggiore del 20 per cento”; si include nel patrimonio forestale anche le aree assimilate ai boschi, definite al successivo art.4.

Nella definizione di patrimonio boschivo possono essere inoltre incluse ulteriori aree e aree assimilate su indicazione delle regioni, in relazione alle proprie esigenze e caratteristiche territoriali, ecologiche e socioeconomiche.

Ai fini dell'analisi delle richieste del capitolato, occorre e trovare adeguata collocazione dei diversi fattori di disturbo delle foreste all'interno dell'apparato normativo vigente.

A livello generale, Il TUFF fra le sue finalità si propone di (art.2):

d) proteggere la foresta promuovendo azioni di prevenzione da rischi naturali e antropici, di difesa idrogeologica, di difesa dagli incendi e dalle avversità biotiche ed abiotiche, di adattamento al cambiamento climatico, di recupero delle aree degradate o danneggiate, di sequestro del carbonio e di erogazione di altri servizi ecosistemici generati dalla gestione forestale sostenibile;

h) garantire e promuovere la conoscenza e il monitoraggio del patrimonio forestale nazionale e dei suoi ecosistemi, anche al fine di supportare l'esercizio delle funzioni di indirizzo politico nel settore forestale e ambientale;

Tali finalità vanno perseguitate attraverso una corretta applicazione delle attività di gestione forestale, definite come (art. 7) tutte le pratiche selvicolturali a carico della vegetazione arborea e arbustiva di cui all'articolo 3, comma 2, lettera c).

Le diverse tipologie di fattori di disturbo delle foreste, che possono essere inquadrate anche all'interno dei rischi definiti all'art.2 del TUFF, possono essere sia dovute a pressioni antropiche (per esempio incendi dolosi, tagli abusivi) che a cause naturali (schianti da vento, diffusione di patogeni ecc)

Per i fattori di disturbo ricadenti nella prima tipologia, la normativa generale, costituita sia da legislazione nazionale che regolamenti regionali e locali, pone regole e procedure di gestione.

Per esempio, sempre l'articolo 7 del TUFF dispone i divieti di tagli a raso per alcune categorie di boschi, fatta eccezione per gli interventi urgenti o autorizzati dalle Regioni. Gli interventi urgenti si identificano con situazioni di contingenza per le quali la misura risulta obbligata, mentre le autorizzazioni sono disciplinate nell'ambito delle competenze di ciascuna regione mediante idonei strumenti normativi e regolamenti che riportano tempi, modalità e procedure.

Per quanto attiene al tema degli incendi, più complesso e articolato, la norma pone vincoli temporali circa i divieti di accensione dei fuochi e definisce modalità di monitoraggio nei periodi di allerta.

Qualsiasi sia il disturbo, in generale la conoscenza e il monitoraggio del bene forestale rappresenta un elemento essenziale.

In questa prospettiva è stato istituito l'Inventario Forestale Nazionale, previsto dalla Legge quadro sugli incendi boschivi n° 353/2000 e successivamente istituito con Decreto del MiPAAF del 13 dicembre 2001.

L'art. 2 comma 1 del DM individua nell'Inventario forestale nazionale uno strumento permanente di conoscenza del patrimonio forestale nazionale a supporto delle funzioni di indirizzo politico del settore forestale e ambientale ivi compresa la tutela e il recupero della biodiversità

Al fine di facilitare una migliore conoscenza e gestione del patrimonio forestale, l'art. 15 del TUFF stabilisce inoltre che “il Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali promuove l'elaborazione di criteri per la realizzazione della cartografia forestale georiferita, da rendere disponibile sul sito istituzionale del Ministero”.

5.1.7 Inquinamento atmosferico

Gli strumenti normativi in materia di qualità dell'aria e dell'inquinamento atmosferico sono complessi e vari, articolati a più livelli dalle direttive comunitarie alle norme nazionali per arrivare agli strumenti di governo locale. In particolare, il quadro normativo di riferimento trova l'origine della normativa comunitaria, così come recepita dal legislatore nazionale.

La Direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa, istituisce misure volte a:

1. definire e stabilire obiettivi di qualità dell'aria ambiente al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti nocivi per la salute umana e per l'ambiente nel suo complesso;
2. valutare la qualità dell'aria ambiente negli Stati membri sulla base di metodi e criteri comuni;
3. ottenere informazioni sulla qualità dell'aria ambiente per contribuire alla lotta contro l'inquinamento dell'aria e gli effetti nocivi e per monitorare le tendenze a lungo termine e i miglioramenti ottenuti con l'applicazione delle misure nazionali e comunitarie;
4. garantire che le informazioni sulla qualità dell'aria ambiente siano messe a disposizione del pubblico;
5. mantenere la qualità dell'aria ambiente, laddove sia buona, e migliorarla negli altri casi;
6. promuovere una maggiore cooperazione tra gli Stati membri nella lotta contro l'inquinamento atmosferico.

La direttiva specifica, inoltre, le modalità per valutare tali obiettivi e assumere eventuali azioni correttive in caso di mancato rispetto delle norme. Prevede che il pubblico venga informato in proposito.

La direttiva fonde la maggior parte della legislazione esistente sulla qualità dell'aria in un'unica direttiva e comprende i seguenti elementi chiave:

- La regolamentazione degli obiettivi di qualità: vengono stabiliti soglie, valori limite e valori-obiettivo per la valutazione di ogni inquinante compreso nella direttiva: biossido di zolfo, biossido di azoto, particolato, piombo, benzene e monossido di carbonio e di conseguenza l'obbligo per i Paesi membri di adottare tutte le misure necessarie a garantirne il rispetto entro i termini prescritti; le autorità nazionali assegnano tali compiti di valutazione a organismi specifici che utilizzano dati raccolti in punti di campionamento selezionati;
- l'importanza di contrastare alla fonte l'emissione di inquinanti. La Direttiva prevede che se in determinate zone o agglomerati i livelli di inquinanti presenti nell'aria ambiente superano un valore limite o un valore obiettivo qualsiasi, gli Stati membri hanno l'obbligo di redigere piani per la qualità dell'aria, al fine di conseguire il relativo valore limite o obiettivo, entro il termine previsto per il loro raggiungimento; inoltre raccomanda che, superato tale termine, il periodo di superamento sia il più breve possibile (Art. 23). Inoltre, se esiste il rischio che i livelli di inquinamento possano superare le soglie, devono essere attuati piani d'azione a breve termine per arrestare il pericolo, volti ad esempio a ridurre il traffico stradale, le opere di costruzione o determinate attività industriali (Art.24).

Tale direttiva è stata recepita nell'ordinamento nazionale con il Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n.155. Il decreto costituisce un quadro normativo unitario in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente finalizzato a individuare obiettivi al fine di:

- evitare, prevenire o ridurre gli effetti dannosi per la salute umana e per l'ambiente nel suo complesso;
- valutare la qualità dell'aria ambiente sul territorio nazionale in base a criteri e metodi comuni;
- disporre di informazioni adeguate sulla qualità dell'aria ambiente;
- mantenere la qualità dell'aria ambiente, laddove è buona, e migliorarla negli altri casi.

Il Decreto, prevede che, se i livelli degli inquinanti biossido di zolfo (SO₂), biossido di azoto (NO₂), benzene, piombo, materiale particolato PM₁₀ e PM_{2.5} presenti nell'aria ambiente, superano i rispettivi valori limite o obiettivo stabiliti dallo stesso decreto, Regioni e Province autonome adottano un piano per il loro raggiungimento (art.9 comma 1); nel caso in cui vengano superati i valori obiettivo degli inquinanti arsenico (As), nichel (Ni), cadmio (Cd) e benzo(a)pirene (e dei livelli critici per la protezione della vegetazione per NO₂ e SO₂), Regioni e Province autonome adottano, le misure necessarie ad agire sulle sorgenti di emissione e a perseguire il raggiungimento dei valori superati (art. 9 comma 2). All'appendice IV Piani della Qualità dell'Aria e scenari dettagliano i principi e criteri per la stesura del Piano andando a definire gli obietti e i principi di riferimento, gli elementi conoscitivi minimi del territorio e i criteri per la stesura delle misure.

Le informazioni relative ai piani di qualità dell'aria sono trasmesse da Regioni e Province autonome, al Ministero dell'Ambiente (MATTM) e all'ISPRA entro diciotto mesi dalla fine dell'anno in cui sono stati

registrati i superamenti. Il MATTM a sua volta le invia alla Commissione Europea entro due anni dalla fine dell'anno in cui sono stati registrati per la prima volta i superamenti.

5.1.8 Tutela ambientale e delle biodiversità: la normativa specialistica in materia di pesca marittima

Ambiente e biodiversità sono due beni ritenuti fondamentali, e che in quanto tali sono stati inseriti nella Costituzione

L'art. 9 è stato infatti modificato introducendo un capoverso che cita: "(La Repubblica) *tutela l'ambiente, la biodiversità e gli ecosistemi, anche nell'interesse delle future generazioni. La legge dello Stato disciplina i modi e le forme di tutela degli animali*" mentre l'art. 41 riporta "(L'iniziativa economica) *non può svolgersi in contrasto con l'utilità sociale o in modo da recare danno alla salute, all'ambiente, alla sicurezza, alla libertà, alla dignità umana. La legge determina i programmi e i controlli opportuni perché l'attività economica pubblica e privata possa essere indirizzata e coordinata a fini sociali e ambientali*"

E in tale contesto si inseriscono tutte le norme afferenti a qualsiasi titolo alla tutela di tutte le matrici ambientali e della biodiversità, sebbene tutte di precedente emanazione.

In particolare, per quanto attiene il comparto marino, il D.Lgs. n. 4/2012 (Misure per il riassetto della normativa in materia di pesca e acquacoltura, a norma dell'articolo 28 della legge 4 giugno 2010, n. 96), definisce al Capo I le attività di pesca ed acquacoltura e al Capo II, al fine di "*scoraggiare ed eliminare la pesca illegale, non dichiarata e non regolamentata*" stabilisce divieti, obblighi e sanzioni per le attività legate alla pesca. :

5.2 Analisi dei processi, degli attori e delle responsabilità

Per il monitoraggio e la tutela ambientale, il Comandante Generale del Corpo delle Capitanerie di Porto ha istituito, nel 1995, il Servizio di Telerilevamento Ambientale Istituzionale (S.T.A.I.) ubicato presso il reparto 3° del Comando Generale. La funzione di detto Servizio è quella di elaborare ed interpretare i dati telerilevati dal Servizio Telerilevamento Ambientale (S.T.A.) della Base Aeromobili G.C. di Pescara acquisiti mediante specifiche apparecchiature, dapprima installate sui velivoli P166 DL3 SEM e successivamente installate sui nuovi velivoli ATR 42 MP. Con lo sviluppo del Servizio sono stati effettuati rilievi aerofotografici delle coste italiane, campionati dati con sensori passivi bispettrali e multispettrali, acquisite immagini video con i sistemi FLIR imbarcati sulla flotta aeromobili (Elicotteri AW139GC e aerei ATR42MP) nonché sono state svolte campagne specifiche per il monitoraggio della mucillagine in Adriatico ed il monitoraggio di traffico mercantile per la prevenzione e la lotta all'inquinamento da idrocarburi. Attualmente con il nuovo velivolo ATR42MP il Servizio Telerilevamento Ambientale dispone di una piattaforma altamente tecnologica composta da un sistema ATOS (Airborne Tactical Observation and Surveillance) e da un sensore passivo multispettrale 12 canali DAEDALUS AADS ATM. Il Servizio acquisisce i dati durante le missioni programmate e pre-pianificate nonché durante le missioni di monitoraggio e pattugliamento per i servizi istituzionali, li decodifica nel proprio laboratorio e li invia al Servizio di Telerilevamento Ambientale di Roma per la successiva elaborazione ed interpretazione. La Piattaforma aerea, costituita da n.3 velivoli ATR42MP attualmente impiegati per le attività di "monitoraggio inquinamenti marini e litorali nonché per l'identificazione degli illeciti ambientali", è stata ulteriormente potenziata per la rilevazione degli inquinamenti prodotti dallo sversamento di idrocarburi, mediante l'installazione e l'implementazione nei sistemi di bordo di n.2 dei tre velivoli ATR42MP di un radar SLAR, di seguito meglio descritto. Il Sistema multispettrale DAEDALUS 1268 ATM ENHANCED negli anni è stato utilizzato per molteplici applicazioni sia in campo terrestre che marino. Sono stati effettuati monitoraggi e mappature della posidonia, della temperatura dell'acqua del mare e litoranea in relazione agli effetti sulla pesca, studi sui fenomeni di inquinamento costiero, studi di impatto ambientale, sulla dinamica d'estuario e litoraneo, sulle sorgenti marine di acqua dolce, sui parametri idrobiologici, studi sugli effetti di ghiaia dragata nei fiumi e negli estuari, sull'eutrofizzazione dell'estuario e del lago, studi sui parametri di qualità dell'acqua del lago. Sono stati, altresì, svolti studi sulla perdita di idrocarburi a seguito di naufragi, ricerche di gas metano, formazione immagine di colore dell'oceano, controlli sugli inquinamenti da idrocarburi, batimetrie d'estuario e litoraneo passivo, tracciamento delle alghe del mare, degli scarichi sottomarini (vulcanico) e litoranei, studi termici e chimici di inquinamento dell'acqua, rilevazioni di discariche termiche, studi infrarossi termici di fauna selvatica e degli habitat della fauna selvatica, identificazione del punto di inquinamento dell'acqua. In ambito terrestre l'utilizzo del Sistema ha consentito l'analisi del suolo, indagini agricole, la valutazione di danni conseguenti al fenomeno della siccità, studi di impatto ambientale, elaborazione

del tracciato del fuoco dell'erba e della foresta, esplorazione dell'acqua freatica, indagini industriali e commerciali di perdita di calore, controllo delle discariche. Il Sensore radar SLAR (Side Looking Airborne Radar) è un sensore radar a scansione laterale che consente l'individuazione a lungo raggio di inquinamenti, per lo più di idrocarburi, sulla superficie del mare, con copertura massima della superficie sottostante di 80 miglia nautiche. Il Sistema ATOS, progettato dalla Galileo Avionica, è concepito in modo da consentire una interazione completa ed immediata tra più sensori e sottosistemi. I dati ottenuti dai vari sensori sono processati e trasformati in immagini, possono essere registrati ed essere visibili in tempo reale dall'operatore sul multifunction display e possono essere inviati alla sala operativa del Comando Generale tramite link dedicati. Il Sistema gestisce inoltre i sensori di telerilevamento aereo SLAR ed EOST (Elettro-Optical Surveillance and Tracking); quest'ultimo è un sensore dotato di potenti videocamere che consentono di individuare, riconoscere ed identificare unità navali, imbarcazioni ed inquinamenti sia di giorno che di notte. Consta di una torretta girostabilizzata contenente una Telecamera Infrarosso ad alta risoluzione (molto spesso impiegata nell'individuazione di anomalie ed inquinamenti nel termico), una Videocamera a colori ad alta risoluzione ed una Videocamera a lungo raggio in grado di distinguere caratteri alti 20 cm ad una distanza di 1,5 miglia nautiche). Il servizio di connettività satellitare e relativa assistenza e manutenzione per unità navali del Corpo delle Capitanerie di Porto – Guardia Costiera è stato attivato mediante la stipula di un contratto per un periodo di 3 (tre) anni (2020-2023), con opzione di ulteriori 3 (tre) anni. Trattasi di fornitura di beni (duplicazione sistema antenne satellitari a bordo delle maggiori del Corpo) e fornitura servizi di flotta a banda dedicata di connettività IP satellitare in banda Ku, servizi di mobilità a banda larga LTE e su costellazione INMARSAT FBB. Il sistema, come in precedenza specificato, è installato sui velivoli del Corpo ed è stato sviluppato per consentire e gestire l'interazione dei vari sensori presenti, enfatizzando la capacità di trasmissione in tempo reale di tutte le informazioni acquisite verso una ground station.

Per quanto definito nella sezione normativa, gli illeciti ambientali abbracciano un'ampia casistica di attività, azioni o omissioni illegali che nuoce o crea un pericolo per l'ambiente determinando l'insorgere di responsabilità in capo all'autore, che si declinano sotto diversi profili: responsabilità penale, responsabilità civile e responsabilità amministrativa.

Per l'identificazione e il contrasto di attività ed eventi classificabili come illeciti ambientali è indispensabile il concorso dei vari livelli istituzionali che, a seconda dello specifico profilo di operatività, agiscono su specifici segmenti di processo con azioni volte a:

- promuovere il rispetto della legge e prevenire i reati e le violazioni;
- condurre attività ispettive nell'ambito delle funzioni di controllo ambientale
- condurre indagini con riferimenti a notizie di reati e violazioni;
- reagire a reati e violazioni per mezzo di azioni coercitive

Si rende dunque necessario identificare i diversi livelli di governo coinvolti nella tutela dell'interesse ambientale, e preposti all'esercizio dei poteri autorizzatori e di controllo, tenendo in considerazione sia gli specifici segmenti di processo che tali soggetti servono, che le relazioni intercorrenti tra gli stessi livelli. Numerosi sono, difatti, i soggetti interessati a vario titolo dalla definizione e dalla attuazione delle politiche ambientali ed in particolare, per quanto di maggiore interesse:

- a livello centrale: i Ministeri, con particolare riferimento agli organi di governo che si occupano di ambiente e tutela del territorio, dello sviluppo economico, della salute, dell'interno, delle politiche agricole; l'Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale - ISPRA, che ha riunito le competenze dell'Agenzia per la protezione dell'ambiente e i servizi tecnici - APAT, dell'Istituto centrale per la ricerca scientifica e tecnologica applicata al mare - ICRAM e dell'Istituto nazionale per la fauna selvatica - INFS; l'Istituto superiore di sanità - ISS, l'Istituto superiore per la prevenzione e sicurezza del lavoro - ISPESL (assorbito da INAIL), il Consiglio nazionale delle ricerche - CNR, l'Ente nazionale energia ambiente innovazione tecnologica - ENEA;
- a livello periferico: le Regioni, Province, Comuni, Autorità di distretto idrografico, Autorità di ambito territoriale ottimale; le Agenzie regionali protezione ambientale; le Aziende sanitarie locali; le Camere di commercio, industria, artigianato, agricoltura e Consorzi obbligatori.
- Le forze di polizia ed altri organi dello stato (Guardie zoofile, Capitanerie di porto - Guardia costiera Guardia di finanza, Polizia postale, Carabinieri), in considerazione sia di specifici compiti attribuiti normativamente, che del ruolo che possono assumere di polizia giudiziaria

Nel seguito sono riportati i profili di operatività di alcuni degli enti e dei soggetti coinvolti a vario titolo nelle attività di identificazione e contrasto agli illeciti ambientali.

CUFAA

Con decreto legislativo 177 del 2016 recante "Disposizioni in materia di razionalizzazione delle funzioni di polizia e assorbimento del ex Corpo forestale dello Stato", è stato istituito il Comando unità forestali, ambientali e agroalimentari Carabinieri, dal quale dipendono reparti dedicati all'espletamento di compiti particolari e di elevata specializzazione in materia di tutela dell'ambiente, del territorio e delle acque, nonché nel campo della sicurezza e dei controlli nel settore agroalimentare, a sostegno o con il supporto dell'organizzazione territoriale.

Il citato D.Lgs 177/2016 all' art.7, assegna alla componente forestale dell'Arma dei Carabinieri, le seguenti funzioni:

- a) prevenzione e repressione delle frodi in danno della qualità delle produzioni agroalimentari;
- b) controlli derivanti dalla normativa comunitaria agroforestale e ambientale e concorso nelle attività volte al rispetto della normativa in materia di sicurezza alimentare del consumatore e di biosicurezza in genere;
- c) vigilanza, prevenzione e repressione delle violazioni compiute in danno dell'ambiente, con specifico riferimento alla tutela del patrimonio faunistico e naturalistico nazionale e alla valutazione del danno ambientale, nonché' collaborazione nell'esercizio delle funzioni di cui all'articolo 35 del decreto legislativo 30 luglio 1999, n. 300;
- d) sorveglianza e accertamento degli illeciti commessi in violazione delle norme in materia di tutela delle acque dall'inquinamento e del relativo danno ambientale;
- e) repressione dei traffici illeciti e degli smaltimenti illegali dei rifiuti;
- f) concorso nella prevenzione e nella repressione delle violazioni compiute in danno degli animali;
- g) prevenzione e repressione delle violazioni compiute in materia di incendi boschivi;
- h) vigilanza e controllo dell'attuazione delle convenzioni internazionali in materia ambientale, con particolare riferimento alla tutela delle foreste e della biodiversità vegetale e animale;
- i) sorveglianza sui territori delle aree naturali protette di rilevanza nazionale e internazionale, nonché' delle altre aree protette secondo le modalità previste dalla legislazione vigente, ad eccezione delle acque marine confinanti con le predette aree;
- l) tutela e salvaguardia delle riserve naturali statali riconosciute di importanza nazionale e internazionale, nonché' degli altri beni destinati alla conservazione della biodiversità animale e vegetale;
- m) contrasto al commercio illegale nonché' controllo del commercio internazionale e della detenzione di esemplari di fauna e di flora minacciati di estinzione, tutelati ai sensi della Convenzione CITES, resa esecutiva con legge 19 dicembre 1975, n. 874, e della relativa normativa nazionale, comunitaria e internazionale ad eccezione di quanto previsto agli articoli 10, comma 1, lettera b) e 11;
- n) concorso nel monitoraggio e nel controllo del territorio ai fini della prevenzione del dissesto idrogeologico, e collaborazione nello svolgimento dell'attività straordinaria di polizia idraulica;
- p) attività di studio connesse alle competenze trasferite con particolare riferimento alla rilevazione qualitativa e quantitativa delle risorse forestali, anche al fine della costituzione dell'inventario forestale nazionale, al monitoraggio sullo stato fitosanitario delle foreste, ai controlli sul livello di inquinamento degli ecosistemi forestali, al monitoraggio del territorio in genere con raccolta, elaborazione, archiviazione e diffusione dei dati, anche relativi alle aree percorse dal fuoco;
- r) attività di supporto al Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali nella rappresentanza e nella tutela degli interessi forestali nazionali in sede comunitaria e internazionale e raccordo con le politiche forestali regionali;
- u) tutela del paesaggio e dell'ecosistema;

Le azioni che coinvolgono il Comando Unità Forestali, Ambientali e Agroalimentari dell'Arma dei Carabinieri sono, sono riprese anche nel DECRETO-LEGGE 8 settembre 2021, n. 120, all'articolo 4 : *"il Comando Unità Forestali, Ambientali e Agroalimentari dell'Arma dei Carabinieri e i Corpi Forestali delle Regioni a statuto speciale ((e delle province autonome di Trento e di Bolzano)) assicurano ((il*

monitoraggio degli adempimenti)) previsti dall'articolo 10, comma 2, della legge 21 novembre 2000, n. 353, e ne comunicano gli esiti alle Regioni, ai fini della tempestiva attivazione dei poteri sostitutivi di cui al comma 3 ((del presente articolo)), e ai Prefetti territorialmente competenti”.

A livello organizzativo, il Comando Unità Forestali Ambientali e Agroalimentari si articola in 4 Comandi di Corpo:

- Il Comando Carabinieri per la Tutela Forestale, che attraverso il Nucleo Informativo Antincendio Boschivo, (NIAB) esercita le azioni di analisi statistica e criminale, nonché supporto tecnico-scientifico-operativo a favore, in particolare, dei Nuclei Investigativi di Polizia Ambientale Agroalimentare e Forestale;
- Il Comando Carabinieri per la Tutela della Biodiversità e dei Parchi, che esercita funzioni di direzione, di coordinamento e di controllo dei Raggruppamenti Carabinieri Biodiversità, Parchi e CITES;
- Il Comando Carabinieri per la Tutela Ambientale e la Transizione Ecologica che si occupa di:
 - monitoraggio, prevenzione e repressione degli attacchi all'ambiente;
 - sorveglianza, prevenzione e repressione nella protezione dell'inquinamento atmosferico, acquatico e acustico;
 - lotta al traffico illecito e allo stoccaggio di materiali radioattivi;
 - lotta al traffico di rifiuti nazionale e internazionale.
- Il Comando Carabinieri per la Tutela Agroalimentare, prioritariamente impegnato a garantire che i finanziamenti comunitari erogati non siano distratti verso interessi illeciti, nonché a tutelare i consumatori mediante controlli sul ciclo di produzione, nel pieno rispetto dell'ecosistema, a garanzia della genuinità dei prodotti.

ISPRA

La legge 28 giugno 2016 n. 132 affida al SNPA le seguenti funzioni:

- a) monitoraggio dello stato dell'ambiente, del consumo di suolo, delle risorse ambientali e della loro evoluzione in termini quantitativi e qualitativi, eseguito avvalendosi di reti di osservazione e strumenti modellistici;
- b) controllo delle fonti e dei fattori di inquinamento delle matrici ambientali e delle pressioni sull'ambiente derivanti da processi territoriali e da fenomeni di origine antropica o naturale, anche di carattere emergenziale, e dei relativi impatti, mediante attività di campionamento, analisi e misura, sopralluogo e ispezione, ivi inclusa la verifica delle forme di autocontrollo previste dalla normativa vigente;
- c) attività di ricerca finalizzata all'espletamento dei compiti e delle funzioni di cui al presente articolo, sviluppo delle conoscenze e produzione, promozione e pubblica diffusione dei dati tecnico-scientifici e delle conoscenze ufficiali sullo stato dell'ambiente e sulla sua evoluzione, sulle fonti e sui fattori di inquinamento, sulle pressioni ambientali, sui relativi impatti e sui rischi naturali e ambientali, nonché' trasmissione sistematica degli stessi ai diversi livelli istituzionali preposti al governo delle materie ambientali e diffusione al pubblico dell'informazione ambientale ai sensi del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 195. Gli elementi conoscitivi di cui alla presente lettera costituiscono riferimento ufficiale e vincolante per le attività di competenza delle pubbliche amministrazioni;
- d) attività di supporto alle attività statali e regionali nei procedimenti e nei giudizi civili, penali e amministrativi ove siano necessarie l'individuazione, la descrizione e la quantificazione del danno ambientale mediante la redazione di consulenze tecniche di parte di supporto alla difesa degli interessi pubblici;
- e) supporto tecnico-scientifico alle amministrazioni competenti per l'esercizio di funzioni amministrative in materia ambientale espressamente previste dalla normativa vigente, mediante la redazione di istruttorie tecniche e l'elaborazione di proposte sulle modalità di attuazione nell'ambito di procedimenti autorizzativi e di valutazione, l'esecuzione di prestazioni tecnico-scientifiche analitiche e di misurazione e la formulazione di pareri e valutazioni tecniche anche nell'ambito di conferenze di servizi ai sensi della legge 7 agosto 1990, n. 241;

- f) supporto tecnico alle amministrazioni e agli enti competenti, con particolare riferimento alla caratterizzazione dei fattori ambientali causa di danni alla salute pubblica, anche ai fini di cui all'articolo 7-quinquies del decreto legislativo 30 dicembre 1992, n. 502;
- g) collaborazione con istituzioni scolastiche e universitarie per la predisposizione e per l'attuazione di programmi di divulgazione e di educazione ambientale, nonché di formazione e di aggiornamento del personale di amministrazioni e di enti pubblici operanti nella materia ambientale;
- h) partecipazione, anche attraverso azioni di integrazione dei sistemi conoscitivi e di erogazione di servizi specifici, ai sistemi nazionali e regionali preposti agli interventi di protezione civile, sanitaria e ambientale, nonché collaborazione con gli organismi aventi compiti di vigilanza e ispezione;
- i) attività istruttoria per il rilascio di autorizzazioni e per l'irrogazione di sanzioni, nel rispetto delle competenze di altri enti previste dalla normativa vigente;
- l) attività di monitoraggio degli effetti sull'ambiente derivanti dalla realizzazione di opere infrastrutturali di interesse nazionale e locale, anche attraverso la collaborazione con gli osservatori ambientali eventualmente costituiti;
- m) funzioni di supporto tecnico allo sviluppo e all'applicazione di procedure di certificazione della qualità ecologica dei prodotti e dei sistemi di produzione;
- n) funzioni di valutazione comparativa di modelli e strutture organizzative, di funzioni e servizi erogati, di sistemi di misurazione e valutazione delle prestazioni, quale attività di confronto finalizzato al raggiungimento di migliori livelli prestazionali mediante la definizione di idonei indicatori e il loro periodico aggiornamento, ivi inclusa la redazione di un rapporto annuale di valutazione comparativa dell'intero Sistema nazionale.

Il comma 4 stabilisce inoltre che "I dati e le informazioni statistiche derivanti dalle attività di cui al comma 1, trattati e pubblicati ai sensi del codice dell'amministrazione digitale, di cui al decreto legislativo 7 marzo 2005, n. 82, costituiscono riferimento tecnico ufficiale da utilizzare ai fini delle attività di competenza della pubblica amministrazione".

Sulla base di tali funzioni, e in ottemperanza anche alla "Direttiva Habitats (92/43/EEC) e alla Direttiva Uccelli (2009/147/EC), dal 2011 fornisce supporto al MATTM con l'elaborazione del III e IV Rapporto Nazionale italiano, e alla realizzazione dei tre manuali per il monitoraggio di specie ed habitat di interesse comunitario, elaborazione di metodologie per la valutazione economica delle risorse ambientali e dei servizi ecosistemici, predisposizione degli indicatori per lo sviluppo sostenibile (Conv. MATTM ISPRA).

Inoltre, in ottemperanza alle disposizioni del D. Lgs. n° 155 del 13/8/2010 e s.m.i., in tema di monitoraggio della qualità dell'aria, ISPRA è chiamata a supportare (Art.3) il Ministero dell'ambiente nella valutazione della conformità dei progetti di zonizzazione alle disposizioni del decreto ed agli indirizzi espressi dal Coordinamento¹ e tenendo conto della coerenza dei progetti di zonizzazioni regionali relativamente alle zone di confine. Sempre in tema di monitoraggio della qualità dell'aria, molte regioni adottano disposizioni regionali per avvalersi del supporto delle ARPA regionali nelle attività di propria competenza. Si rimanda alle singole legislazioni regionali o di province autonome per la puntuale disamina delle competenze specifiche assegnate alle ARPA regionali.

Infine, il combinato per il combinato delle disposizioni contenute nel D. Lgs. n° 155 del 13/8/2010 e s.m.i., della Direttiva Nitrati (91/676/EEC) e della Direttiva Quadro Acque (2000/60/EC) il SNPA si occupa del monitoraggio delle aree agricole soggette allo sversamento, quali possibili precursori di emissione di ammoniaca in atmosfera (precursore PM10 e PM2.5) e di nitrati nelle falde acquifere"

ENEA

L'ENEA è l'Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile, ente di diritto pubblico finalizzato alla ricerca, all'innovazione tecnologica e alla prestazione di servizi avanzati alle imprese, alla pubblica amministrazione e ai cittadini nei settori dell'energia, dell'ambiente e dello sviluppo economico sostenibile (art. 4 Legge 28 dicembre 2015, n. 221)."

¹ Art. 20 - È istituito, presso il Ministero dell'ambiente, un Coordinamento tra i rappresentanti di tale Ministero, del Ministero della salute, di ogni regione e provincia autonoma, dell'Unione delle province italiane (UPI) e dell'Associazione nazionale comuni italiani (ANCI). Partecipano al Coordinamento rappresentanti dell'ISPRA, dell'ENEA e del Consiglio nazionale delle ricerche (CNR) e di altre autorità competenti all'applicazione del presente decreto

ENEA dispone di personale altamente qualificato, laboratori avanzati, impianti sperimentali e strumentazioni di eccellenza per la realizzazione di progetti, studi, prove, valutazioni, analisi e servizi di formazione con particolare riferimento all'innovazione di prodotto e di processo e alla valorizzazione dei risultati per contribuire allo sviluppo e alla competitività del Sistema Paese.

Sin dalla nascita negli anni '60, i suoi punti di forza sono la ricerca applicata, il trasferimento tecnologico e l'assistenza tecnico-scientifica a imprese, associazioni, territori, amministrazioni centrali e locali.

I settori di specializzazione sono le tecnologie energetiche (fonti rinnovabili, accumuli, reti intelligenti) dove l'Agenzia è anche il coordinatore del Cluster Tecnologico Nazionale Energia, la fusione nucleare e la sicurezza (dove l'Agenzia è coordinatore nazionale per la ricerca), l'efficienza energetica (con l'Agenzia Nazionale per l'efficienza), le tecnologie per il patrimonio culturale, la protezione sismica, la sicurezza alimentare, l'inquinamento, le scienze della vita, le materie prime strategiche, il cambiamento climatico. Tra le questioni emergenti, l'ENEA sostiene il sistema produttivo e le autorità pubbliche (Ministero dell'ambiente e Ministero dello sviluppo economico in particolare) nella transizione verso l'economia circolare e l'efficienza delle risorse.

Il **Laboratorio INAT (Laboratorio Inquinamento Atmosferico)**, in MET, svolge attività di ricerca, innovazione e trasferimento tecnologico nell'ambito della modellistica e misure di qualità dell'aria. In particolare, analizza il trasporto e la diffusione degli inquinanti atmosferici, le trasformazioni chimiche in atmosfera di gas e aerosol. Implementa la modellistica integrata per la produzione di scenari emissivi e di gas serra, svolge attività di valutazione degli effetti dell'inquinamento atmosferico sull'ambiente naturale, sui materiali e sulla salute umana

Il **laboratorio di Telerilevamento** (all'interno del Laboratorio **DISPREV** - Laboratorio Tecnologie per la Dinamica delle Strutture e la PREVenzione del rischio sismico e idrogeologico) si occupa principalmente di applicazioni EOT in campo territoriale, per la salvaguardia del territorio e per la tutela dei beni culturali, dello sviluppo di attività legate allo studio di dati satellitari provenienti da piattaforme spaziali ottiche e radar ad alta e altissima definizione per il controllo di fenomeni territoriali nel tempo e lo sviluppo di scenari. I moderni sensori satellitari, capaci di acquisire informazioni sul territorio rapidamente, consentono, infatti, una visione multitemporale e sinottica della situazione territoriale e ambientale. Negli studi territoriali, attraverso il processamento dei dati satellitari multispettrali, l'analisi delle forme e dei processi collegati permette la realizzazione di tematismi a supporto della pianificazione, di una gestione razionale del territorio e consentono l'individuazione di trasformazioni territoriali. Il processo ha valore strategico prioritario nei programmi di sviluppo a scala regionale e locale, in quanto fornisce gli strumenti cognitivi necessari alla gestione delle informazioni su pericolosità e vulnerabilità per determinare gli interventi di riduzione dei fattori di rischio e di controllo dell'uso del territorio.

COMANDO GENERALE DEL CORPO DELLE CAPITANERIE DI PORTO – GUARDIA COSTIERA

Il Corpo delle Capitanerie di porto, istituito con Regio Decreto n. 2438 del 20 luglio 1865, è un corpo della Marina Militare e dipende funzionalmente dal Ministero delle infrastrutture e dei trasporti, dal Ministero dell'ambiente e della sicurezza energetica oltre che dal Ministero dell'agricoltura, della sovranità alimentare e delle foreste.

Con il Decreto interministeriale dell'otto giugno 1989, il Corpo delle Capitanerie di porto ha assunto anche la funzione di Guardia Costiera, quale sua articolazione operativa.

Il Corpo con i suoi undicimila militari, distribuiti omogeneamente negli oltre trecento Uffici dislocati lungo tutto il territorio nazionale, rappresenta l'Amministrazione di riferimento per gli usi civili e produttivi del mare, svolgendo, altresì, funzioni operative nel campo marittimo.

Al Corpo delle Capitanerie di porto, quale organizzazione policroma e strutturata sul territorio, in grado di coniugare competenze e conoscenze amministrative ed operative, sono assegnate, in sintesi, le seguenti funzioni:

- Disciplina della sicurezza della navigazione e portuale e relative attività ispettive e di certificazione navale;
- Controlli in materia di pesca e di commercio dei prodotti ittici;
- Monitoraggio del traffico navale;
- Ricerca e soccorso in mare;
- Tutela dell'ambiente marino e delle coste dagli inquinamenti e persecuzione degli illeciti ambientali;

- Salvaguardia dei beni archeologici sommersi;
- Iscrizione e pubblicità navale;
- Formazione e certificazione del personale marittimo;
- Attività legate alle altre funzioni riconducibili alle attribuzioni di altri Ministeri e previste dal Codice della Navigazione, dal Codice di Procedura Penale e da altre leggi speciali.

Proprio in virtù della citata dipendenza funzionale dall'allora Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, di cui all'articolo 8 della Legge 8 luglio 1986, n.349 e all'articolo 3 della Legge 28 gennaio 1994, n.84, il Corpo esercita funzioni di vigilanza e controllo in materia di tutela dell'ambiente marino e costiero ai sensi e per gli effetti dell'articolo 135 del decreto legislativo 15 marzo 2010, n.66.

In particolare, in ossequio al menzionato articolo 135, comma 2, le Capitanerie di porto:

- Nelle zone sottoposte alla giurisdizione nazionale svolgono, in via prevalente, le attività di controllo sull'esatta applicazione delle norme del diritto italiano, della normativa unionale ed internazionale applicabile in materia di prevenzione e repressione degli inquinamenti marini siano essi causati dalle navi, dalla immersione di rifiuti, da attività di esplorazione e sfruttamento di fondali marini;
- Nelle acque di giurisdizione e di interesse nazionale esercitano, per i fini di tutela ambientale e di sicurezza della navigazione, ai sensi della legge 7 marzo 200, n.51 e del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 196, il controllo del traffico marittimo;
- Provvedono, ai sensi degli articoli 135, comma 2 e 195, comma 5 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, rispettivamente alla sorveglianza e all'accertamento delle violazioni in materia di tutela delle acque dall'inquinamento e di gestione delle risorse idriche (se dalle stesse possono derivare danni o situazioni di pericolo per l'ambiente marino e costiero) nonché all'accertamento degli illeciti in materia di rifiuti e alla repressione dei traffici e degli smaltimenti illegali di rifiuti; ai sensi dell'articolo 296, comma 9 del medesimo decreto, accertano, altresì, le violazioni, irrogando le relative sanzioni, in materia di emissioni di zolfo dei combustibili per uso marittimo;
- Esercitano, ai sensi dell'articolo 19 della legge 6 dicembre 1991, n. 394, la sorveglianza nelle aree marine protette e sulle aree di reperimento;
- Per le attività in difesa del mare, di cui agli articoli 11 e 12 della legge 31 dicembre 1982, n. 979, attraverso l'organizzazione territoriale periferica, a livello di Compartimento marittimo, operano sulla scorta delle direttive vincolanti, generali e di dettaglio, del Ministero della Transizione Ecologica così come stabilito dall'articolo 7 della legge 19 luglio 1998, n. 239.

Pertanto, nell'ambito delle attribuzioni funzionali individuate dal quadro normativo vigente, le Capitanerie di porto, secondo quanto previsto dal Decreto Ministeriale 13 dicembre 2013, n. 368, svolgono, tra l'altro, specifiche attività a tutela dell'ambiente marino e costiero (ivi compresa la salvaguardia delle specie di flora e fauna marine, degli ecosistemi e dei cetacei) attraverso:

- il controllo e monitoraggio dei traffici marittimi e degli scarichi in mare di diversa natura;
- l'attività di prevenzione e repressione di qualsiasi forma di abusivismo/alterazione e compromissione della fascia costiera;
- la vigilanza ispettiva del naviglio in materia di mantenimento degli standard minimi di sicurezza ai fini ambientali marittimi;
- l'attività di telerilevamento aereo, raccolta di dati in situ e relativa loro validazione;
- il monitoraggio e controllo delle attività di dragaggio ed immersione in mare di materiali provenienti da escavo di fondali e da movimentazione di sedimenti marini nonché il monitoraggio delle attività di bonifica di siti di interesse nazionale.

Allo scopo di far fronte alle sempre crescenti esigenze di natura ambientale, il Corpo si è dotato di una Componente Aerea altamente specializzata nella lotta agli inquinamenti marini di diversa natura.

La Componente Aerea della Guardia Costiera trae origine dall'attuazione della legge 979/82 "Disposizioni per la difesa del mare". Tale norma ha previsto, tra l'altro, l'istituzione di:

- un servizio di protezione dell'ambiente marino, nonché di vigilanza costiera e di intervento per impedire e controllare gli inquinamenti in mare;
- un servizio di vigilanza sulle attività marittime ed economiche nelle aree di giurisdizione nazionale;
- un servizio di vigilanza e soccorso mediante l'acquisizione di aeromobili.

Nell'agosto del 1988, venivano consegnati i primi 4 velivoli Piaggio P-166 DL3 in versione SEM (Sorveglianza Ecologica e Marittima) impiegati in missioni di tutela dell'ambiente marino e delle aree marine protette con l'utilizzo di sistemi di telerilevamento ambientale per monitoraggio sia periodico che sistematico nonché in occasione di eco-emergenze. Successivamente, la predetta linea di volo veniva sostituita con gli aerei ATR42MP affiancati dalla linea di volo degli elicotteri AW139GC, entrambi equipaggiati con dispositivi dedicati per il monitoraggio ambientale.

Il Corpo, nel quadro così delineato relativo alle funzioni e ai compiti attribuitigli, in linea con una rinnovata strategia di *governance* ambientale, ha visto consolidare il proprio ruolo, non solo quale braccio operativo del Ministero dell'ambiente e della sicurezza energetica, ma anche quale articolazione di supporto tecnico, qualificato e specialistico della compagine ministeriale, attraverso l'istituzione, con la legge 31 luglio 2002, n. 179, del Reparto Ambientale Marino che svolge attività di raccordo tra il Ministero ed il Comando Generale del Corpo delle capitanerie di porto per tutte le questioni connesse ai compiti svolti dal Corpo stesso in materia di tutela dell'ambiente marino e delle coste.

Sulla scorta delle citate molteplici funzioni, istituzionalmente riconosciute, in forza dell'accresciuta attenzione per il mare (anche grazie alle direttive sulla strategia marina e sulla pianificazione dello spazio marittimo) il Corpo, quale parte attiva di questo processo virtuoso, ha rafforzato i propri assetti organizzativi e strumenti operativi specifici al fine di assicurare un'opera di prevenzione e repressione più incisiva.

Anche in aderenza agli obiettivi contenuti nel "Piano di Rilancio della Strategia Ambientale" del Corpo, approvato con decreto del 9 febbraio 2018, n. 38 dell'allora Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, sono stati istituiti il Centro di Controllo Nazionale Ambientale (CCNA), con sede presso il Comando Generale e i Centri di Coordinamento Ambientale Marino (CCAM) con sede presso i Reparti Operativi dei Comandi regionali nonché i Nuclei Operativi di Polizia Ambientale (NOPA) con sede presso i Compartimenti Marittimi.

Se da un lato il Centro di Controllo nazionale traduce in linee di indirizzo operative le priorità strategiche ambientali, declinandole secondo i principi di strategia marittima a supporto del processo evolutivo e migliorativo della policy ambientale e di transizione ecologica, dall'altro la funzione operativa viene assicurata attraverso l'impiego dell'articolato dispositivo aeronavale, che può contare su navi maggiori, unità di aderenza e di proiezione, oltretutto sulla citata componente di volo composta da velivoli ed elicotteri che consentono una copertura totale e costante delle diverse aree di intervento. Lo strumento operativo è completato da 5 Nuclei subacquei distribuiti omogeneamente sul territorio nazionale e da una componente scientifica, con base a Roma, per le attività di indagine e di tutela dell'ambiente marino più delicate. Quest'ultima si avvale di un Laboratorio di analisi ambientali, situato presso la Capitaneria di Roma, e di due Laboratori Ambientali Mobili (LAM), realizzati con la consulenza dell'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), impiegati in tempo reale in situazioni critiche per eseguire sul luogo campionamenti ed analisi speditive di verifica dei parametri fisici, chimico-fisici e microbiologici delle acque marine e costiere. I laboratori hanno assunto un ruolo sempre più determinante nelle attività operative condotte dai Comandi territoriali con finalità di indagine ambientale e di polizia giudiziaria, iniziando un importante processo evolutivo che ha portato, alla fine dello scorso anno, al conseguimento dell'accreditamento presso l'Ente Unico nazionale, che certifica il rispetto dei requisiti della norma UNI EN ISO/IEC 17025.

La Centrale Operativa del Comando Generale unitamente alle sale operative dei Comandi territoriali, attraverso l'utilizzo di tecnologie e sistemi di ultima generazione, garantisce un'efficace attività di monitoraggio, interfaccia e gestione di dati ed informazioni funzionale alla tutela del mare e delle coste, della flora e fauna marina. In particolare, a tutela della difesa degli ecosistemi marini la Centrale Operativa assicura l'attività di monitoraggio dei possibili inquinamenti attraverso l'impiego delle immagini satellitari provenienti dal servizio CleanSeaNet (CSN) dell'EMSA e dal servizio di rilevazione idrocarburi di EGEOS. Il servizio, integrato nella catena nazionale di risposta all'inquinamento, mira a

rafforzare la risposta operativa contro gli scarichi accidentali e deliberati delle navi ed a localizzare ed identificare i responsabili degli inquinamenti. Le immagini satellitari, fornite dai differenti provider in near real time (circa 30 minuti dopo l'acquisizione), vengono infatti analizzate e verificate attraverso la componente territoriale e aeronavale degli Uffici marittimi.

Da ultimo, nell'ambito delle competenze distintive del Corpo va, altresì, annoverato il Nucleo Speciale d'Intervento (NSI), istituito presso il Comando Generale, che, in ragione del ruolo trasversale e delle peculiarità specialistiche ad esso ascrivibili, costituisce l'organismo investigativo e operativo centrale di polizia giudiziaria. Detta articolazione opera su tutto il territorio nazionale sia d'iniziativa sia sotto il coordinamento delle Procure della Repubblica e delle DDA nazionali per le attività d'indagine per reati in materia ambientale tra cui: traffico illegale di rifiuti, illecito abbandono e smaltimento di rifiuti nel mare e sulle coste, inquinamento/disastro ambientale, naufragio colposo, danneggiamento e/o distruzione di habitat protetti, abusivismo demaniale oltre a numerose altre fattispecie illecite correlate a quelle citate.

Lo stesso NSI si avvale, per l'attività investigativa e di polizia giudiziaria, anche del personale specializzato e addestrato in servizio presso i Comandi territoriali nonché delle altre articolazioni specialistiche del Corpo.

L'impiego, dunque, dei variegati- e tra loro complementari - assetti e professionalità di cui il Corpo dispone consente di perseguire idealmente la chiusura del ciclo della *governance* operativa di controllo ambientale dettata dal cambio di passo imposto dalle attuali strategie finalizzate a preservare l'ambiente in senso lato (biodiversità, qualità dell'acqua e dell'aria), in un'ottica di transizione ecologica.

AERONAUTICA MILITARE

Compiti, ruolo e funzioni dell'Aeronautica Militare (AM), al pari delle altre Forze armate (FFAA), sono definiti nel codice dell'ordinamento militare (COM), il testo normativo emanato con decreto legislativo 15 marzo 2010, n. 66 (e successive aa.vv.), che disciplina l'intera architettura e funzionamento della Difesa italiana.

Il ruolo delle FFAA nel settore del monitoraggio ambientale, in particolare, è disciplinato all'art. 92 del citato COM che descrive i "Compiti ulteriori delle Forze armate".

Alla luce del quadro normativo vigente, l'AM concorre alle attività di monitoraggio ambientale sia in particolari condizioni di emergenza e calamità naturali, nell'ambito del Sistema Nazionale di Protezione Civile, sia attraverso accordi di cooperazione strutturata con altre istituzioni dello Stato.

A tale fattispecie può essere ricondotto l'accordo di collaborazione siglato nel 2019 tra l'AM e la Presidenza del Consiglio, che ha istituito in via sperimentale il "concorso delle capacità intelligence, sorveglianza e ricognizione (ISR) dell'Aeronautica Militare a supporto del piano per il contrasto dei roghi di rifiuti";

REGIONE LOMBARDIA /ARPA

A livello periferico, si segnalano le attività svolte dalla Regione Lombardia, in particolare la Direzione Generale Ambiente e Clima, competente in materia di pianificazione rifiuti, economia circolare e autorizzazione di alcune tipologie di impianti rifiuti, definiti dalla L.R. 26/2003. Con riferimento alla tematica specifica degli illeciti ambientali, l'ente ha attuato diverse azioni volte ai controlli degli impianti di gestione rifiuti, al contrasto dei reati ambientali e alla prevenzione della criminalità organizzata nel sistema della gestione e dello smaltimento dei rifiuti, anche grazie all'istituzione di Nuclei Ambiente presso alcune le Prefetture e grazie ad un Protocollo d'intesa con il Comando dei Carabinieri per la Tutela dell'Ambiente – Nuclei Operativi Ecologici (N.O.E.) di Milano e Brescia e con ARPA

5.3 Descrizione della situazione attuale (AS IS)

Nell'ambito delle competenze descritte per ciascun soggetto indicato al paragrafo precedente, si riportano di seguito le attuali configurazioni operative in relazione alle attività in capo a ciascuno

CUFAA

L'Arma dei Carabinieri si avvale dell'utilizzo dei sistemi satellitari, dell'impiego dei droni nelle attività di aerofotogrammetria e dell'uso congiunto dell'intelligenza artificiale per il monitoraggio del territorio.

Ciò è stato reso possibile in ragione dei risultati conseguiti attraverso lo svolgimento di alcune attività sperimentali di monitoraggio e analisi degli incendi boschivi mediante tecniche di remote sensing satellitare, condotte dal Nucleo informativo antincendio boschivo del Comando Unità Forestali,

Ambientali e Agroalimentari Carabinieri. Per questo sono state rinnovate specifiche convenzioni e discendenti accordi esecutivi con l'Università "La Sapienza" - Scuola d'Ingegneria Aerospaziale e l'Istituto di Metodologie per l'Analisi Ambientale del CNR della Basilicata, ai fini dello sviluppo di algoritmi dedicati all'antincendio boschivo, utili alla lettura e all'interpretazione delle immagini fornite dai satelliti del Programma Copernicus dell'Unione europea.

Contestualmente, sono state acquisite le immagini della costellazione di microsattelliti, comunemente definiti Cubesat, gestiti dalla società "Planet Labs", e le immagini satellitari del Programma Copernicus, nella disponibilità del Dipartimento della Protezione Civile, che si avvale per la loro elaborazione degli algoritmi sviluppati dalla Fondazione CIMA (Centro Internazionale in Monitoraggio Ambientale).

È stata definita inoltre una collaborazione con lo Stato Maggiore della Difesa – Ufficio Generale Spazio, per l'utilizzo delle immagini acquisite dagli assetti satellitari della Difesa. Le attività prevedono il confronto dei dati delle perimetrazioni delle aree percorse dal fuoco, eseguite dai Carabinieri Forestali attraverso i sopralluoghi in situ, con gli shape-files (cartografie vettoriali) elaborati dalle immagini acquisite dai satelliti.

Le acquisizioni si basano su specifici algoritmi di interpretazione delle immagini satellitari e consentono di indirizzare, da subito, i Carabinieri Forestali nelle attività investigative (punto di insorgenza delle fiamme e cause) definendo il grado di danneggiamento degli ecosistemi forestali attinti.

La procedura accresce significativamente l'efficacia delle misure di prevenzione e contrasto del fenomeno degli incendi boschivi, nonché di monitoraggio degli ecosistemi forestali dei Reparti dell'Arma, che possono fare affidamento su ulteriori e più performanti capacità tecniche.

Il monitoraggio degli ecosistemi forestali rappresenta dunque una attività fondamentale che necessita anche di adeguate reti di monitoraggio quali strumento indispensabile per verificare se sul territorio dello Stato siano rispettati i valori limite e raggiunti gli obiettivi stabiliti al fine di prevenire, eliminare o ridurre gli effetti negativi dell'inquinamento atmosferico e dei cambiamenti climatici sia per la salute umana che per l'ecosistema.

Per una disamina delle reti gestite dalla specialità forestale dell'Arma dei Carabinieri si rimanda al paragrafo Monitoraggio Forestale del paragrafo 7.3.5.3.

ISPRA

Le attività di monitoraggio del territorio in termini di uso, copertura e consumo di suolo nel nostro Paese, assicurate dal Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (SNPA) come previsto dalla L.132/2016, permettono di avere un quadro aggiornato annualmente dell'evoluzione dei fenomeni che caratterizzano l'evoluzione del territorio, attraverso la produzione di cartografia tematica e l'elaborazione di indicatori specifici. Il SNPA si è organizzato per assicurare le attività di monitoraggio, costituendo un'apposita "rete tematica" per il monitoraggio del territorio e del consumo di suolo, coordinata dall'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), a cui partecipano le 21 Agenzie per la protezione dell'ambiente delle Regioni e delle Province Autonome (ARPA-APPA).

La Rete dei referenti "Monitoraggio del territorio e del consumo di suolo" (RR-Tem V.4) fornisce annualmente il quadro aggiornato dell'evoluzione dei fenomeni del consumo di suolo, delle dinamiche di trasformazione del territorio e della crescita urbana, in particolare, attraverso la produzione di cartografia tematica e l'elaborazione di indicatori specifici.

Nel rapporto sul consumo di suolo, edizione 2021, viene illustrata la metodologia adottata e i dati utilizzati per l'estrazione delle informazioni di interesse.

La cartografia nazionale del consumo di suolo viene prodotta e pubblicata su base raster (griglia regolare) con una risoluzione di 10 metri e i cambiamenti annuali sono classificati in due categorie principali, permanente e reversibile, che costituiscono un secondo livello di classificazione, e, dove possibile, in un terzo livello. Sono inoltre classificate alcune classi di copertura che sono state escluse dal computo del consumo di suolo.

Le elaborazioni seguono una metodologia omogenea e prevedono un processo con le seguenti fasi:

- acquisizione dei dati di input (immagini Sentinel1 e 2, altre immagini satellitari disponibili, dati ancillari);
- pre-processamento dei dati;
- classificazione semi-automatica della serie temporale completa dell'anno in corso e dell'anno precedente;
- produzione di una cartografia preliminare;

- fotointerpretazione multitemporale completa dell'intero territorio ed editing a scala di dettaglio ($\geq 1:5.000$);
- revisione della serie storica;
- rasterizzazione;
- validazione;
- mosaicatura nazionale e riproiezione in un sistema equivalente (ETRS_1989_LAEA);
- elaborazione e restituzione di dati e indicatori.

Vale la pena evidenziare che le superfici artificiali vengono rilevate solo se di estensione tale da coprire più del 50% della cella di 10x10m. Sono, quindi, esclusi molti elementi lineari di spessore limitato, come le infrastrutture minori in contesto agricolo o naturale.

In virtù anche della funzione che ricopre, ISPRA rende disponibile una serie di risorse costituite da: L'Output di monitoraggio che esita dalle attività condotte da sistema ISPRA/SNPA è costituito da:

- Copertura del suolo (2018)
- Cartografia nazionale del consumo di suolo su base raster (griglia regolare) di 10x10m, prodotto secondo un sistema di classificazione il cui primo livello suddivide l'intero territorio in suolo consumato e suolo non consumato
- Carta della Natura: cartografia multiscala di unità ambientali omogenee, scala nazionale 1:250.000 e scala regionale 1:50.000/1:25.000, con in fase di sviluppo di un servizio pre-operativo per classificazione semiautomatica degli Habitat a scala Nazionale da dati di osservazione della Terra prodotti dei servizi Copernicus (specifica legenda per gli habitat italiani alla scala di riferimento 1:100.000, basata sulla nomenclatura EUNIS)
- Sistema Informativo Nazionale per la Tutela delle Acque Italiane
- Qualità aria ambientale: indicatori basati sui dati di concentrazione di PM10/Benzo(a)pirene nel PM10/PM2.5/Biossido di Azoto/Ozono troposferico in atmosfera misurati nel corso del 2020 nelle stazioni di monitoraggio distribuite sul territorio nazionale, raccolti e archiviati in ISPRA nel database InfoAria, secondo quanto previsto dalla Direttiva 2008/50/CE (e dal decreto legislativo di recepimento D.Lgs. 155/2010) e dalla Decisione 2011/850/EU.

Per quanto attiene il tema della valutazione della qualità dell'aria, a scala nazionale è attualmente disponibile il sistema previsionale kAIROS che può essere utilizzato per valutare impatto del contributo di eventi naturali e antropici durante episodi di inquinamento. kAIROS usa come modello meteo il modello meteorologico COSMO ed il modello fotochimico CHIMERE. Attualmente la risoluzione orizzontale 7*7km in fase di passaggio a 5*5km. È in fase di studio il modello lagrangiano FLEXPAT associato al modello COSMO che può essere utilmente usato, soprattutto nel caso di rilasci accidentali di origine antropica, per avere stime delle ricadute al suolo ad alta risoluzione

Per le aree boscate a scala nazionale sono disponibili diverse fonti, con grado di risoluzione spaziale e temporale diverso, che costituiscono la base di informazioni su cui valutare cambiamenti e presenza di disturbi forestali: Carta di copertura del suolo Global Land Cover (GLC), High Resolution Layer (HRL), Inventario Nazionale delle Foreste e dei serbatoi di Carbonio (INFC), Inventario dell'Uso delle Terre d'Italia (IUTI), Carta espansione forestale 1985-2019, Carta Sentinel 1-2 (2017-2018), Censimento aree incendiate 2004-2020

La valutazione dei fattori di disturbo delle foreste viene attualmente realizzata attraverso un algoritmo che, analizzando immagini a diversi riferimenti temporali, estrapola informazioni di riferimento delle variazioni. Tali algoritmi realizzano una prevalutazione che identifica il tipo di disturbo; le elaborazioni prodotte dall'algoritmo sono comunque oggetto di validazione. Il sistema è in fase preoperativa

Tutti i dati resi disponibili agli utenti sono disponibili nelle seguenti infrastrutture informatiche:
<https://sdi.isprambiente.it/geoserver/web/wicket/bookmarkable/org.geoserver.web.demo.MapPreviewPage?5>

<https://catalogosgi.isprambiente.it/geoportal2/catalog/main/home.page>

ENEA

L'attività sperimentale di ricerca del **Laboratorio di Inquinamento Atmosferico** è finalizzata alla caratterizzazione chimico-fisica del Particolato Atmosferico (PM) per l'identificazione delle diverse sorgenti (Source Apportionment) attraverso modelli al recettore (PMF) e analisi statistiche multivariate, la valutazione del loro contributo alla formazione del PM, dell'impatto sulla salute e sui materiali, valutazione dei fattori di emissione (biomassa, biodiesel, ...), la valutazione/validazione della performance dei modelli per la Qualità dell'Aria.

Il laboratorio studia, inoltre, lo sviluppo di metodi innovativi di campionamento ed analisi del PM, test di confronto e verifica su strumenti, monitor e prototipi di analizzatori di inquinanti atmosferici e valutazione della Qualità dell'Aria Indoor.

Queste attività si sviluppano attraverso campagne di campionamento, con metodi off-line di determinazione dei principali parametri di qualità dell'aria (PM10, PM2.5, PM1, Aerosol Carbonioso, Metalli ed Elementi in Tracce, Ioni Inorganici Solubili in Acqua, marker della combustione da biomassa Anidrozuccheri) e ad alta risoluzione temporale attraverso l'utilizzo di monitor e strumentazione on-line (Numero di particelle, PM10, PM2.5, PM1, Aerosol Carbonioso, Ioni Inorganici, Frazione Organica non refrattaria) che permettono di avere informazioni dettagliate sul comportamento di alcuni parametri e sugli andamenti giornalieri e settimanali.

L'ENEA opera con il sistema previsionale nazionale di qualità dell'aria FORAIR-IT, sviluppato negli anni inizialmente con mezzi propri e successivamente con fondi del MITE. Quotidianamente vengono forniti tre giorni di previsione delle concentrazioni dei principali inquinanti atmosferici, su dominio europeo e italiano, rispettivamente a 20 e 4 km di risoluzione orizzontale. Il sistema è basato sul modello meteorologico WRF e sul CTM FARM. Attualmente FORAIR-IT è ospitato presso il centro di calcolo ad alte prestazioni dell'ENEA situato a Portici, denominato CRESCO (Centro Computazionale di RicErca sui Sistemi Complessi), sia per quanto riguarda le risorse di calcolo che di storage. Un sistema di backup gemello, geograficamente separato in maniera da aumentarne la resilienza, è operato quotidianamente presso il centro ENEA di Frascati.

Il servizio FORAIR-IT può fornire quotidianamente la previsione a 3 giorni della concentrazione di inquinanti, ad alto dettaglio spaziale e su tutta Italia. Il dato può essere utilizzato per orientare le amministrazioni sui provvedimenti emergenziali di limitazione delle attività inquinanti, per informare la cittadinanza sugli episodi critici di inquinamento al fine di modificare i propri comportamenti e salvaguardare le fasce vulnerabili della popolazione (bambini, anziani, soggetti con patologie). Inoltre, in future implementazioni, può fornire early warning ad attività produttive influenzate dall'inquinamento atmosferico, come la protezione delle linee elettriche dai depositi di sale marino e il deterioramento del potenziale fotovoltaico dovuto ai depositi di sabbie sahariane sui pannelli.

Il portale di ISPRA che fa riferimento ai dati del servizio geologico e a dati territoriali ed ambientali può costituire una base dati a supporto del sistema di monitoraggio integrato, con accesso diretto da parte della PA.

Il modello FORAIR IT è implementato e operativo su infrastruttura dedicata; i risultati delle previsioni sono comunque condivisi.

Per quanto attiene le attività del **laboratorio di Telerilevamento**, le Attività di fotointerpretazione e Image Processing di Ortofoto e Immagini Satellitari ad altissima risoluzione per lo studio delle modificazioni territoriali antropiche sono realizzate principalmente attraverso:

- Fotointerpretazione
- Image Processing: correzione Atmosferica, correzione Geometrica
- Analisi spettrale attraverso indici (NDVI, Umidità, Band ratio)
- Classificazione automatica e analisi multitemporale (change Detection)

A tale scopo, le principali fonti di dati utilizzati sono quelle riferite:

Immagini satellitari provenienti dal programma Copernicus

Copernicus è il programma europeo per l'osservazione satellitare della Terra che offre servizi di informazione basati sull'osservazione satellitare della Terra e dati in situ (non spaziali).

Si tratta di una flotta di sei tipologie di satelliti specializzati in precise applicazioni, di proprietà Ue. I satelliti sono progettati per fornire e collezionare dati e immagini.

- Sentinel-1 fornisce immagini radar giorno e notte, in tutte le condizioni meteorologiche, per servizi terrestri e oceanici
- Sentinel-2 fornisce immagini ottiche ad alta risoluzione per servizi di monitoraggio del territorio. Fornisce, ad esempio, immagini relative a vegetazione, copertura idrica e del suolo, vie navigabili interne e aree costiere. Sentinel-2 fornisce anche informazioni per i servizi di emergenza.
- Sentinel-3 fornisce dati ottici, radar e altimetrici ad alta precisione per servizi marini e terrestri. Misura variabili quali la topografia della superficie marina, la temperatura della superficie marina e terrestre, il colore degli oceani e il colore del territorio con elevatissima precisione e affidabilità.

Copernicus raccoglie inoltre informazioni da sistemi in situ come le stazioni di terra, che forniscono dati acquisiti da numerosi sensori posizionati al suolo, in mare o nell'atmosfera.

I servizi Copernicus analizzano ed elaborano questi dati per creare mappe, individuare caratteristiche ed anomalie ed estrapolate informazioni statistiche.

Le attività sono organizzate in sei servizi Copernicus:

- Atmosfera
- Ambiente marino
- Territorio
- Cambiamenti climatici
- Sicurezza
- Emergenze

Ortofoto AGEA

l'AGEA (Agenzia per le Erogazioni in Agricoltura) effettua periodicamente una rilevazione fotografica aerea del territorio italiano: le ortofoto digitali a colori consentono infatti di monitorare l'evoluzione del territorio nel corso del tempo. L'immagine aerofotogrammetrica è prodotta e fornita in sezioni di ortofoto, ciascuna delle quali copre una superficie di circa 30 km quadrati. Le immagini riferite ai voli più recenti sono disponibili a colori RGB, per le annate storiche sono disponibili immagini in 256 toni di grigio. La definizione dell'immagine è di 1Pixel=20 cm per le annate più recenti, 1Pixel=50 cm per le precedenti.

Le risorse sopra citate sono reperibili tramite sottoscrizione di abbonamento (nel caso del servizio Copernicus) oppure con apposita richiesta, a titolo oneroso, da inviare ad AGEA.

Le elaborazioni ed il processamento dei dati sono operate tramite utilizzo di software proprietari, tra i quali: SNAP, ENVI ed ERDAS

COMANDO GENERALE DEL CORPO DELLE CAPITANERIE DI PORTO – GUARDIA COSTIERA

Per il monitoraggio e la tutela ambientale, il Comandante Generale del Corpo delle Capitanerie di Porto ha istituito, nel 1995, il Servizio di Telerilevamento Ambientale Istituzionale (S.T.A.I.) ubicato presso il reparto 3° del Comando Generale.

La funzione di detto Servizio è quello di elaborare ed interpretare i dati telerilevati dal Servizio Telerilevamento Ambientale (S.T.A.) della Base Aeromobili G.C. di Pescara acquisiti mediante specifiche apparecchiature, dapprima installate sui velivoli P166 DL3 SEM e successivamente installate sui nuovi velivoli ATR 42 MP.

Con lo sviluppo del Servizio sono stati effettuati rilievi aerofotografici delle coste italiane, campionati dati con sensori passivi bispettrali e multispettrali, acquisite immagini video con i sistemi FLIR imbarcati sulla flotta aeromobili (Elicotteri AW139GC e aerei ATR42MP) nonché sono state svolte campagne specifiche per il monitoraggio della mucillagine in Adriatico ed il monitoraggio di traffico mercantile per la prevenzione e la lotta all'inquinamento da idrocarburi.

Attualmente con il nuovo velivolo ATR42MP il Servizio Telerilevamento Ambientale dispone di una piattaforma altamente tecnologica composta da un sistema ATOS (Airborne Tactical Observation and Surveillance) e da un sensore passivo multispettrale 12 canali DAEDALUS AADS ATM.

Il Servizio acquisisce i dati durante le missioni programmate e pre-pianificate nonché durante le missioni di monitoraggio e pattugliamento per i servizi istituzionali, li decodifica nel proprio laboratorio

e li invia al Servizio di Telerilevamento Ambientale di Roma per la successiva elaborazione ed interpretazione.

La Piattaforma aerea, costituita da n.3 velivoli ATR42MP attualmente impiegati per le attività di "monitoraggio inquinamenti marini e litorali nonché per l'identificazione degli illeciti ambientali", è stata ulteriormente potenziata per la rilevazione degli inquinamenti prodotti dallo sversamento di idrocarburi, mediante l'installazione e l'implementazione nei sistemi di bordo di n.2 dei tre velivoli ATR42MP di un radar SLAR, di seguito meglio descritto.

Il Sistema multispettrale DAEDALUS 1268 ATM ENHANCED negli anni è stato utilizzato per molteplici applicazioni sia in campo terrestre che marino.

Sono stati effettuati monitoraggi e mappature della posidonia, della temperatura dell'acqua del mare e litoranea in relazione agli effetti sulla pesca, studi sui fenomeni di inquinamento costiero, studi di impatto ambientale, sulla dinamica d'estuario e litoraneo, sulle sorgenti marine di acqua dolce, sui parametri idrobiologici, studi sugli effetti di ghiaia dragata nei fiumi e negli estuari, sull'eutrofizzazione dell'estuario e del lago, studi sui parametri di qualità dell'acqua del lago. Sono stati, altresì, svolti studi sulla perdita di idrocarburi a seguito di naufragi, ricerche di gas metano, formazione immagine di colore dell'oceano, controlli sugli inquinamenti da idrocarburi, batimetrie d'estuario e litoraneo passivo, tracciamento delle alghe del mare, degli scarichi sottomarini (vulcanico) e litoranei, studi termici e chimici di inquinamento dell'acqua, rilevazioni di discariche termiche, studi infrarossi termici di fauna selvatica e degli habitat della fauna selvatica, identificazione del punto di inquinamento dell'acqua.

In ambito terrestre l'utilizzo del Sistema ha consentito l'analisi del suolo, indagini agricole, la valutazione di danni conseguenti al fenomeno della siccità, studi di impatto ambientale, elaborazione del tracciato del fuoco dell'erba e della foresta, esplorazione dell'acqua freatica, indagini industriali e commerciali di perdita di calore, controllo delle discariche.

Il Sensore radar SLAR (Side Looking Airborne Radar) è un sensore radar a scansione laterale che consente l'individuazione a lungo raggio di inquinamenti, per lo più di idrocarburi, sulla superficie del mare, con copertura massima della superficie sottostante di 80 miglia nautiche.

Il Sistema ATOS, progettato dalla Galileo Avionica, è concepito in modo da consentire una interazione completa ed immediata tra più sensori e sottosistemi. I dati ottenuti dai vari sensori sono processati e trasformati in immagini, possono essere registrati ed essere visibili in tempo reale dall'operatore sul multifunction display e possono essere inviati alla sala operativa del Comando Generale tramite link dedicati. Il Sistema gestisce inoltre i sensori di telerilevamento aereo SLAR ed EOST (Elettro-Optical Surveillance and Tracking); quest'ultimo è un sensore dotato di potenti videocamere che consentono di individuare, riconoscere ed identificare unità navali, imbarcazioni ed inquinamenti sia di giorno che di notte. Consta di una torretta girostabilizzata contenente una Telecamera Infrarosso ad alta risoluzione (molto spesso impiegata nell'individuazione di anomalie ed inquinamenti nel termico), una Videocamera a colori ad alta risoluzione ed una Videocamera a lungo raggio in grado di distinguere caratteri alti 20 cm ad una distanza di 1,5 miglia nautiche).

Il servizio di connettività satellitare e relativa assistenza e manutenzione per unità navali del Corpo delle Capitanerie di Porto – Guardia Costiera è stato attivato mediante la stipula di un contratto per un periodo di 3 (tre) anni (2020-2023), con opzione di ulteriori 3 (tre) anni.

Trattasi di fornitura di beni (duplicazione sistema antenne satellitari a bordo delle maggiori del Corpo) e fornitura servizi "di flotta" a banda dedicata di connettività IP satellitare in banda Ku, servizi di mobilità a banda larga LTE e su costellazione INMARSAT FBB.

Il sistema, come in precedenza specificato, è installato sui velivoli del Corpo ed è stato sviluppato per consentire e gestire l'interazione dei vari sensori presenti, enfatizzando la capacità di trasmissione in tempo reale di tutte le informazioni acquisite verso una ground station.

REGIONE LOMBARDIA /ARPA

Il sistema di monitoraggio SAVAGER (Sorveglianza Avanzata Gestione Rifiuti) è stato approvato e finanziato dalla Direzione Generale Ambiente e Clima di Regione Lombardia con Decreto n. 4129 del 27/03/2019: "Approvazione e sottoscrizione del progetto attuativo presentato da ARPA Lombardia "SAVAGER". Successivamente, la prosecuzione di SAVAGER al 31/12/2022 è stata approvata con decreto del Direttore della Direzione Generale Ambiente e Clima n. 17724 del 20/12/2021.

SAVAGER si propone di attuare una strategia attiva di monitoraggio delle gestioni illegali di rifiuti estesa a tutto il territorio lombardo, superando la logica tradizionale dell'ispezione solo negli impianti di raccolta e trattamento.

A questo scopo il progetto utilizza la fotointerpretazione di immagini dal cielo ad alta o altissima risoluzione sia disponibili liberamente (es. ortofoto regionali AGEA, o di GoogleEarth), sia appositamente acquistate (es. immagini della costellazione di satelliti World View 3) al fine di localizzare aree o insediamenti circoscritti, la cui rappresentazione fotografica sembra evidenziare gestioni illecite o trascurate di rifiuti (siti critici).

La fotointerpretazione è svolta da parte di osservatori esperti in forza ad ARPA Lombardia. Per un'individuazione automatica nelle immagini dei siti potenzialmente critici sono stati sperimentati anche algoritmi di intelligenza artificiale (AI). La sperimentazione è avvenuta nell'ambito di una collaborazione non onerosa con il Dipartimento di Elettronica Informazione e Bioingegneria (DEIB) del Politecnico di Milano. Per ridurre i margini di fraintendimento della fotointerpretazione, l'elenco dei siti critici è ordinato dagli osservatori sulla base del livello di evidenza (priorità) ricavato dalla fotointerpretazione e successivamente verificato localmente dai colleghi dei Dipartimenti territoriali impegnati nel controllo e nella repressione degli illeciti ambientali. L'elenco verificato e ordinato è la base per la pianificazione delle ispezioni e la condivisione con le Forze dell'Ordine e Magistratura e Prefetture.

A integrazione dei risultati della fotointerpretazione sono previsti sorvoli sul campo con droni per riprese ad altissima risoluzione. Queste immagini sono utilizzate per approfondimenti o stime quantitative dei rifiuti presenti sia in fase di controllo preventivo (senza un accesso diretto ai siti) sia come supporto alle attività di ispezione (con accesso ai siti).

Operativamente SAVAGER si articola quindi su due livelli principali:

1. **Livello Sorveglianza (LS):** mappatura del territorio mediante fotointerpretazione da parte di operatori addestrati, eseguita centralmente presso la sede di ARPA (in alcuni casi sperimentali guidata dai risultati dell'applicazione di modelli di deep learning inferenziale) al fine di rilevare siti di apparente gestione illecita o non conforme di rifiuti. I siti individuati sono classificati e ordinati per livello di criticità.
2. **Livello Controlli (LC):** controlli sui casi più critici effettuati dai soggetti competenti a livello tecnico amministrativo e dalle Forze dell'Ordine in relazione alle specifiche competenze di ciascun soggetto. I droni forniscono un contributo ai controlli talvolta insostituibile.

LS prevede l'impiego di immagini aeree/satellitari ad altissima risoluzione ($GSD \leq 30$ cm), che vengono date in input ad un algoritmo di deep learning (CNN – Convolutional Neural Network)¹ per ottenere una mappatura preliminare delle aree potenzialmente interessate da situazioni di illecita gestione dei rifiuti. Successivamente le stesse immagini satellitari e la mappatura preliminare vengono fotointerpretate al fine di accertare l'effettiva criticità dei siti individuati dal learner (siti critici) e caratterizzarli in termini quanti- qualitativi secondo uno schema strutturato di informazioni pertinenti derivate dalle immagini (dalla serie storica di immagini disponibili) e dal patrimonio informativo esistente riguardante il sito oggetto di analisi (Geospatial Intelligence). La caratterizzazione dei siti critici è successivamente sottoposta a revisione paritaria al fine di mitigare i bias cognitivi/interpretativi del processo fotointerpretativo.

LC prevede la selezione di una serie di siti critici prioritari (priorità definita in funzione delle evidenze derivanti dalla fotointerpretazione, delle conoscenze pregresse riguardanti il sito individuato, da considerazioni di carattere organizzativo) per cui prevedere un controllo in situ finalizzato all'accertamento dell'illecito e al rilievo quantitativo di dettaglio degli elementi oggetto di contestazione (sia quelli già individuati in fase di fotointerpretazione sia di eventuali nuove evidenze non deducibili da LS).

Il sistema di monitoraggio SAVAGER si fonda su un'articolazione di risorse umane, informative, software e hardware che contribuiscono sinergicamente alla realizzazione del servizio informativo erogato.

Nello specifico:

Risorse Umane: L'operatività del sistema di monitoraggio è garantita da un gruppo coordinato di tecnici specialisti con competenze trasversali in materia di:

- Telerilevamento e Osservazione della terra
- Aerofotogrammetria e tecniche di rilievo droni
- Normativa ambientale

- Scienza dei dati Risorse Informative:
- Immagini satellitari VHR
- Immagini drone
- Sistemi informativi d'ambito (catasti, database spaziali, cartografia tecnica)

Risorse Software:

- Software GIS desktop server e web
- RDBMS
- Strumenti di Data Analytics e Machine Learning per analisi dei dati, annotazione immagini, sviluppo test e implementazione di modelli di machine learning (Data Science tools and frameworks)
- Software di elaborazione aerofotogrammetrica dati acquisiti da droni

Risorse Hardware:

- Postazioni di lavoro desktop
- Db server
- Infrastruttura server GIS
- Risorse computazionali per sviluppo e addestramento modelli di Deep Learning
- Risorse di storage per immagini satellitari e drone

5.4 Censimento dei fabbisogni e delle richieste

Per il Verticale 4 il quadro dei fabbisogni rilevati e delle richieste avanzate ai tavoli tecnici fanno riferimento ai seguenti Enti ed ai relativi documenti forniti:

ISPRA

Sistema di Monitoraggio e Servizio Informativo stato attuale e fabbisogni.

- SCHEDA ISPRA - Illeciti Ambientali.PDF -con integrazioni *

ENEA

Sistema di Monitoraggio e Servizio Informativo stato attuale e fabbisogni.

- SCHEDA ENEA - ILLECITI AMBIENTALI.doc – con integrazioni *
- ENEA ALLEGATO ricognizione_modelli_ENEA-inqatm.xlsx

CUFAA CC

All._A – Quadro esigenziale complessivo – Elenco dei fabbisogni

Quadro esigenziale complessivo - Approfondimento dei fabbisogni espressi *

Dettaglio Componente di monitoraggio AIR *

COMANDO GENERALE DEL CORPO DELLE CAPITANERIE DI PORTO – GUARDIA COSTIERA

Sistema di Monitoraggio e Servizio Informativo stato attuale e fabbisogni.

- scheda tavolo tecnico individuazione illeciti ambientali REV 1

REGIONE LOMBARDIA DG AMBIENTE – ARPA

- SCHEDA FABBISOGNI_R_LOMB_DG_Ambiente_ARPA

PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO – Agenzia Provinciale per la Protezione dell'Ambiente - Settore Autorizzazione e Controlli

- All_02_PNRR_SchedaDeiFabbisogni_Compilata_APPA_SAC
- PNRR_SCHEDA DEI FABBISOGNI_SIAT

ISTAT

- PNRR_SCHEDE DEI FABBISOGNI_ISTAT

AERONAUTICA MILITARE

- PNRR_SCHEDE DEI FABBISOGNI_ISR_AM_del_23_12_22

Le Integrazioni documentali prodotte su richiesta del RTI sono contrassegnate con un * (asterisco).

Si riporta una sintesi tabellare delle esigenze e delle richieste espresse.

Tabella 13 - Sintesi delle esigenze e delle richieste Verticale Illeciti Ambientali

Ente	Richieste totali (unità)	Richieste totali (€)	Note
CC CUFAA	1	31.193.400	Per la "Centrale Nazionale di Monitoraggio Forestale ed Ambientale" del Progetto Smart Forest Environmental Monitoring non è stato fornito il dettaglio delle spese previste
ENEA OT/IA	5	220.000	Ai costi vanno aggiunti l'acquisto di immagini e la richiesta di interoperabilità dei dati;
ISPRA	15	180.000	Il computo dei costi non comprende le immagini richieste e la richiesta di interoperabilità e interconnessione dei dati e banche dati esistenti; alcune richieste potrebbero essere coperte da altri verticali; alcuni costi di sviluppo vanno ulteriormente approfonditi
ISTAT	3	0	Il computo dei costi non comprende le immagini richieste e la richiesta di interoperabilità e interconnessione dei dati e banche dati esistenti
COMANDO GENERALE DEL CORPO DELLE CAPITANERIE DI PORTO – GUARDIA COSTIERA	10	3.358.400	Valutare ammissibilità per licenze software e servizi in abbonamento
Provincia autonoma di Trento	4	- quantificata	Per il computo dei costi si deve far riferimento alle immagini satellitari richieste
REGIONE LOMBARDIA – DG AMBIENTE E ARPA	18	470.000	Valutare ammissibilità per licenze software
AERONAUTICA MILITARE	1	60.000.000	Stima dei costi quantificata in 50-60 mln €; mancano ancora alcuni dettagli dimensionali e tecnici delle richieste da approfondire nel documento di TO BE.
TOTALE	57	95.421.800	

Si sottolinea che molte fra le richieste pervenute fanno riferimento a fabbisogni condivisi fra più enti e su più verticali che necessiteranno di ulteriori approfondimenti. Inoltre, molteplici richieste fanno riferimento alla necessità di immagini da prodotto satellitari o alla condivisione di dati provenienti da banche dati esistenti per le quali non sono stati esposti costi.

Le proposte effettuate dall'Aeronautica saranno prese in esame nella redazione del "Documento progettuale" (TO BE) per quanto riguarda l'aspetto di architettura generale del SIM.

6.6. SUPPORTO ALLE EMERGENZE

La gestione delle emergenze è una delle finalità normativamente affidate al Servizio nazionale della Protezione Civile.

6.1 Riferimenti normativi

Nell'ambito del profondo processo di decentramento e di riordino delle funzioni legislative operato con la riforma del Titolo V della Costituzione (Legge Costituzionale 3/2001), la protezione civile è materia di legislazione concorrente, per cui, salvo che per la determinazione dei principi fondamentali, il potere legislativo spetta ai governi regionali. In conseguenza di ciò, il quadro normativo concernente la materia risulta così strutturato:

- Norme primarie di livello statale e regionale;
- Norme "di settore", riferite cioè specificamente alla materia distinguendo, ove possibile, in norme statali e norme regionali;
- Normativa tecnica e direttive emessa dal Dipartimento di protezione civile.

Nell'economia della presente ricognizione non è possibile dare conto delle produzioni normative regionali e delle province autonome; di seguito si riporta quindi l'elenco delle principali norme generali, norme di settore e direttive rilevanti ai fini della ricognizione.

La norma nazionale di riferimento per l'organizzazione del Servizio nazionale della protezione civile è D.Lgs 2 gennaio 2018, n. 1 (GU n. 17 del 22 gennaio 2018) - Codice della protezione civile (di seguito Codice), come modificato dal D.Lgs 6 febbraio 2020, n. 4 (GU n.35 del 12-02-2020).

Tabella 14 - Normativa generale supporto alle emergenze

Anno	Normativa N.	Contenuto	Argomento principale
Normativa generale			
2021	DPCM del 30 aprile 2021 (GU n. 160 del 6 luglio 2021)	Indirizzi di predisposizione dei piani di Protezione Civile ai diversi livelli territoriali	Pianificazione
2021	Direttiva PCM 23 ottobre 2020 (GU n. 36 del 12 febbraio 2021)	Direttiva del Presidente del Consiglio dei ministri in materia di allertamento di protezione civile e sistema di allarme pubblico IT - Alert	Allertamento
2020	D.Lgs 6 febbraio 2020, n. 4 (GU n.35 del 12-02-2020)	Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 2 gennaio 2018, n. 1, recante: «Codice della protezione civile»	Organizzazione del Sistema nazionale
2020	DPCM del 12 giugno 2020 (GU n. 239 del 25 settembre 2020)	Direttiva concernente la formazione e la standardizzazione delle conoscenze del personale delle Sale operative unificate permanenti (SOUP)	Soup
2018	D.Lgs 2 gennaio 2018, n. 1 (GU n. 17 del 22 gennaio 2018)	Codice della protezione civile	Organizzazione del Sistema nazionale
2012	Legge n. 100 del 12 luglio 2012 - Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 15 maggio 2012, n. 59	Disposizioni urgenti per il riordino della protezione civile	Organizzazione del Sistema nazionale
2012	DPCM del 14 settembre 2012 (GU n. 38 del 14 febbraio 2013)	Definizione dei principi che individuano i centri di competenza e stabiliscono le finalità.	Centri di competenza
2008	DPCM del 3 dicembre 2008 (GU n. 41 del 19 febbraio 2009)	Organizzazione e funzionamento di Sistema presso la Sala Situazione Italia del Dipartimento della protezione civile	Organizzazione e funzionamento
2008	Direttiva PCM del 3 dicembre 2008 (GU n. 41 del 19 febbraio 2009)	Indirizzi operativi per la gestione delle emergenze	Organizzazione e funzionamento
2004	DPCM del 27 febbraio 2004 (GU n. 59 dell'11 marzo 2004)	Indirizzi operativi per la gestione del sistema di allertamento nazionale per il rischio idrogeologico e idraulico	Rete dei Centri Funzionali
2005	Direttiva PCM 25 febbraio 2005 (GU n. 55 dell'8 marzo 2005)	Ulteriori indirizzi operativi per la gestione organizzativa e funzionale del sistema di allertamento nazionale, statale e regionale per il rischio idrogeologico ed idraulico ai fini di protezione civile, recanti modifiche ed integrazioni alla Dir.P.C.M. 27 febbraio 2004.	Rete dei Centri Funzionali
Normativa specifica			

Anno	Normativa N.	Contenuto	Argomento principale
2001	DPCM - Dipartimento della Protezione Civile del 20 dicembre 2001 (GU n. 48 del 26 febbraio 2002)	Linee guida relative ai piani regionali per la programmazione delle attività di previsione, prevenzione e lotta attiva contro gli incendi boschivi	Incendi boschivi
2004	Direttiva PCM 27 febbraio 2004 e successive modifiche (GU n. 59 dell'11 marzo 2004)	indirizzi operativi per la gestione organizzativa e funzionale del sistema di allertamento nazionale e regionale per il rischio idrogeologico ed idraulico ai fini di protezione civile	Rischio idrogeologico
2006	Direttiva PCM 6 aprile 2006 (GU n. 87 del 13 aprile 2006)	Coordinamento delle iniziative e delle misure finalizzate a disciplinare gli interventi di soccorso e di assistenza alla popolazione in occasione di incidenti stradali, ferroviari, aerei ed in mare, di esplosioni e crolli di strutture e di incidenti con presenza di sostanze pericolose	Incidenti trasporti e sostanze pericolose
2014	Direttiva PCM 14 gennaio 2014 (GU n. 79 del 4 aprile 2014)	"Programma nazionale di soccorso per il rischio sismico"	Rischio sismico
2010	D.Lgs. 23 febbraio 2010, n. 49 (G.U. n. 77 del 2 aprile 2010)	Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni	Alluvioni
2012	DECRETO 12 gennaio 2012	Adozione dell'intesa tra il Dipartimento della protezione civile e le Regioni e le Province autonome di Trento e di Balzano e la Regione autonoma della Valle d'Aosta prevista dall'art. 5 del decreto del 13 aprile 2011 e condivisione di indirizzi comuni per l'applicazione delle altre misure contenute nel medesimo decreto. (12A03987)	Scenari
2014	Direttiva PCM 8 luglio 2014 (GU n. 256 del 4 novembre 2014)	Indirizzi operativi inerenti all'attività di protezione civile nell'ambito dei bacini in cui siano presenti grandi dighe	Grandi dighe
2017	Direttiva PCM 17 febbraio 2017	Istituzione del Sistema d'Allertamento nazionale per i Maremoti generati da sisma - SiAM	Maremoti
2019	Direttiva PCM 12 agosto 2019 (GU n. 231 del 2 ottobre 2019)	Indirizzi operativi per la gestione organizzativa e funzionale del sistema di allertamento nazionale e regionale e per la pianificazione di protezione civile territoriale nell'ambito del rischio valanghe	Valanghe
2020	Direttiva PCM del 10 gennaio 2020 (GU n. 56 del 05 marzo 2020)	Definizione, funzioni, formazione e qualificazione della direzione delle operazioni di spegnimento degli incendi boschivi	DOS
2021	Testo coordinato del decreto-legge 8 settembre 2021, n. 120 (GU n. 216 del 9 settembre 2021) con la legge di conversione 8 novembre 2021, n. 155 (GU n.266 del 08 novembre 2021)	Disposizioni per il contrasto agli incendi boschivi e altre misure urgenti di protezione civile." Direttiva 2007/2/CE, che istituisce un'infrastruttura per l'informazione territoriale nella Comunità europea (Direttiva INSPIRE).	Incendi boschivi
2015	D.Lgs 26 giugno 2015, n. 105, (GU 161 del 14-07-2015 - Suppl. Ordinario n. 38)	Attuazione della direttiva 2012/18/UE relativa al controllo del pericolo di incidenti rilevanti connessi con sostanze pericolose. (15G00121)	Incidente rilevante
2005	DECRETO PCM 25 febbraio 2005	Linee Guida per la predisposizione del piano d'emergenza esterna di cui all'articolo 20, comma 4, del decreto legislativo 17 agosto 1999, n. 334.	Incidente rilevante
2020	D.Lgs 31 luglio 2020, n. 101	Attuazione della direttiva 2013/59/Euratom, che stabilisce norme fondamentali di sicurezza relative alla protezione contro i pericoli derivanti dall'esposizione alle radiazioni ionizzanti, e che abroga le direttive 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom e 2003/122/Euratom e riordina della normativa di settore in attuazione dell'articolo 20, comma 1, lettera a), della legge 4 ottobre 2019, n. 117.	Radiologico - nucleare
2017	DIRETTIVA PCM 17 febbraio 2017 (GU n.128 del 05-06-2017)	Istituzione del Sistema d'Allertamento nazionale per i Maremoti generati da sisma - SiAM. (17A03755)	Maremoti
2001	Decreto ministeriale del 13 febbraio 2001 (GU n. 81 del 6 aprile 2001)	Criteri di massima per i soccorsi sanitari nelle catastrofi	Igienico-sanitario

6.2 Analisi dei processi, degli attori e delle responsabilità

In Italia la protezione civile è una funzione complessa a cui concorrono, secondo un principio di sussidiarietà verticale e con competenze specifiche, molteplici soggetti pubblici e privati.

Il Sistema è coordinato dal Dipartimento della Protezione Civile (DPC).

Il Servizio Nazionale della Protezione Civile opera a livello centrale, regionale e locale, nel rispetto delle responsabilità pubbliche attribuite all'autorità territorialmente più vicina ai cittadini.

In questa distribuzione delle competenze, la componente statale del Servizio nazionale di protezione civile interviene, nella gestione delle emergenze, solo quando gli enti territoriali non riescono a provvedere autonomamente.

6.2.1 I soggetti di riferimento

Ai sensi dell'Art. 3 comma a) del Codice, sono **autorità** di Protezione Civile:

- a) il Presidente del Consiglio dei ministri, in qualità di autorità nazionale di protezione civile e titolare delle politiche in materia;
- b) i Presidenti delle Regioni e delle Province autonome di Trento e di Bolzano, in qualità di autorità territoriali di protezione civile e in base alla potestà legislativa attribuita, limitatamente alle articolazioni appartenenti o dipendenti dalle rispettive amministrazioni;
- c) i Sindaci e i Sindaci metropolitani, in qualità di autorità territoriali di protezione civile limitatamente alle articolazioni appartenenti o dipendenti dalle rispettive amministrazioni.

Il comma 2 del medesimo articolo stabilisce che

“Il Servizio nazionale si articola in componenti, strutture operative nazionali e regionali nonché soggetti concorrenti di cui all'articolo 13, comma 2. In coerenza con i rispettivi ordinamenti e nell'ambito di quanto stabilito dal presente decreto, operano con riferimento agli ambiti di governo delle rispettive autorità di cui al comma 1:

- a) *il Dipartimento della protezione civile, di cui si avvale il Presidente del Consiglio dei ministri nell'esercizio della funzione di indirizzo e coordinamento del Servizio nazionale e per assicurare l'unitaria rappresentanza nazionale presso l'Unione europea e gli organismi internazionali in materia di protezione civile, ferme restando le competenze del Ministero degli affari esteri e della cooperazione internazionale, nonché le Prefetture - Uffici Territoriali di Governo;*
- b) *Le Regioni titolari della potestà legislativa concorrente in materia di protezione civile e le Province autonome di Trento e di Bolzano titolari della potestà legislativa esclusiva nelle materie previste dallo statuto speciale e dalle relative norme di attuazione;*
- c) *i Comuni, anche in forma aggregata, le città metropolitane e le province in qualità di enti di area vasta di cui alla legge 7 aprile 2014, n. 56, secondo le modalità organizzative ivi disciplinate.”*

Sono **Componenti** del Servizio di Protezione Civile (Art. 4, Art. 9, Art. 10):

- a) Lo Stato, le Regioni e le Province autonome di Trento e di Bolzano e gli enti locali
- b) I Prefetti
- c) Il Corpo nazionale dei vigili del fuoco nell'ambito del Servizio nazionale della protezione civile

Sono **Soggetti Operativi** di Protezione Civile (Art. 13):

- a) le Forze armate;
- b) le Forze di polizia;
- c) gli enti e istituti di ricerca di rilievo nazionale con finalità di protezione civile, anche organizzati come centri di competenza, l'Istituto nazionale di geofisica e vulcanologia e il Consiglio nazionale delle ricerche;
- d) le strutture del Servizio sanitario nazionale;
- e) il volontariato organizzato di protezione civile iscritto nell'elenco nazionale del volontariato di protezione civile, l'Associazione della Croce Rossa italiana e il Corpo nazionale del soccorso alpino e speleologico;
- f) il Sistema nazionale per la protezione dell'ambiente;
- g) le strutture preposte alla gestione dei servizi meteorologici a livello nazionale
- g-bis) le articolazioni centrali e periferiche del Ministero per i beni e le attività culturali e per il turismo appositamente organizzate per la gestione delle attività di messa in sicurezza e salvaguardia del patrimonio culturale in caso di emergenze derivanti da calamità naturali

Soggetti concorrenti: concorrono alle attività di protezione civile gli ordini e i collegi professionali e i rispettivi Consigli nazionali, anche mediante forme associative o di collaborazione o di cooperazione appositamente definite tra i rispettivi Consigli nazionali nell'ambito di aree omogenee, e gli enti, gli

istituti e le agenzie nazionali che svolgono funzioni in materia di protezione civile e aziende, società e altre organizzazioni pubbliche o private che svolgono funzioni utili per le finalità di protezione civile.

6.2.2 Finalità del Servizio di protezione civile

Benché il focus principale di questo verticale sia il supporto alla gestione delle emergenze, non è possibile disgiungere questa finalità del Servizio nazionale di protezione civile dalle ulteriori finalità ad esso attribuite e intrinsecamente correlate alla gestione delle emergenze, statuite dal Codice.

Ai sensi dell'Art. 2 del Codice sono attività di protezione civile, ma sarebbe più opportuno assumere tali attività come obiettivi generali del Servizio nazionale, quelle volte alla previsione, prevenzione e mitigazione dei rischi, alla gestione delle emergenze e al loro superamento. Ai fini della presente analisi si assumono, per le diverse finalità, i seguenti contenuti.

- la **previsione** consiste nell'insieme delle attività, svolte anche con il concorso di soggetti dotati di competenza scientifica, tecnica e amministrativa, dirette all'identificazione e allo studio, anche dinamico, degli scenari di rischio possibili, per le esigenze di allertamento del servizio nazionale, ove possibile, e di pianificazione di protezione civile.
- la **prevenzione** consiste nell'insieme delle attività di natura strutturale e non strutturale, svolte anche in forma integrata, dirette a evitare o a ridurre la possibilità che si verifichino danni conseguenti a eventi calamitosi anche sulla base delle conoscenze acquisite per effetto delle attività di previsione. Le attività di prevenzione, rilevanti ai fini della presente analisi sono:
- l'**allertamento** del servizio nazionale, articolato in attività di preannuncio in termini probabilistici, ove possibile e sulla base delle conoscenze disponibili, di monitoraggio e di sorveglianza in tempo reale degli eventi e della conseguente evoluzione degli scenari di rischio;
- la **pianificazione** di protezione civile, principalmente orientata alla definizione delle strategie operative e del modello di intervento per lo svolgimento, in forma coordinata, delle attività di protezione civile per la gestione degli eventi calamitosi previsti o in atto;
- la **gestione** dell'emergenza, consistente nell'insieme, integrato e coordinato, delle misure e degli interventi diretti ad assicurare il soccorso e l'assistenza alle popolazioni colpite dagli eventi calamitosi e agli animali e la riduzione del relativo impatto;
- **superamento** dell'emergenza e in particolare, per quanto concerne la presente analisi, la ricognizione dei danni subiti dalle attività economiche e produttive, dai beni culturali e paesaggistici, dalle strutture e dalle infrastrutture pubbliche e private e dal patrimonio edilizio.

La gestione dell'emergenza non può, con tutta evidenza, prescindere dalle attività di prevenzione le quali sono a loro volta intrinsecamente dipendenti dalle attività di previsione e di allertamento. Ciò implica che quanto di seguito determinato in termini di operatività, risorse e fabbisogni del Servizio di protezione civile sarà inevitabilmente riferito all'intero processo di protezione civile e, tenendo conto del carattere distribuito e concorrente del processo stesso, assumerà a riferimento tutti i soggetti operanti nel processo con ruolo di responsabilità diretta.

6.2.3 Eventi di riferimento e la distribuzione delle competenze

L'Art. 7 del Codice statuisce che gli eventi emergenziali di protezione civile si distinguono in:

- a) emergenze connesse con eventi calamitosi di origine naturale o derivanti dall'attività dell'uomo che possono essere fronteggiati mediante interventi attuabili, dai singoli enti e amministrazioni competenti in via ordinaria;
- b) emergenze connesse con eventi calamitosi di origine naturale o derivanti dall'attività dell'uomo che per loro natura o estensione comportano l'intervento coordinato di più enti o amministrazioni e debbono essere fronteggiati con mezzi e poteri straordinari da impiegare durante limitati e predefiniti periodi di tempo, disciplinati dalle Regioni e dalle Province autonome di Trento e di Bolzano nell'esercizio della rispettiva potestà legislativa;
- c) emergenze di rilievo nazionale connesse con eventi calamitosi di origine naturale o derivanti dall'attività dell'uomo che in ragione della loro intensità o estensione debbono, con immediatezza d'intervento, essere fronteggiate con mezzi e poteri straordinari da impiegare durante limitati e predefiniti periodi di tempo ai sensi dell'articolo 24.

Nell'economia della presente gara gli eventi assunti a riferimento principale, per le diverse tipologie di rischi, **sono quelli di tipo b) e c)**, e cioè eventi che richiedono l'intervento coordinato di più componenti e soggetti operanti all'interno del Servizio nazionale.

La distribuzione delle competenze tra le autorità e componenti del Servizio Nazionale di Protezione Civile, in particolare per quanto attiene alla gestione delle emergenze, risulta sintetizzabile secondo il seguente schema.

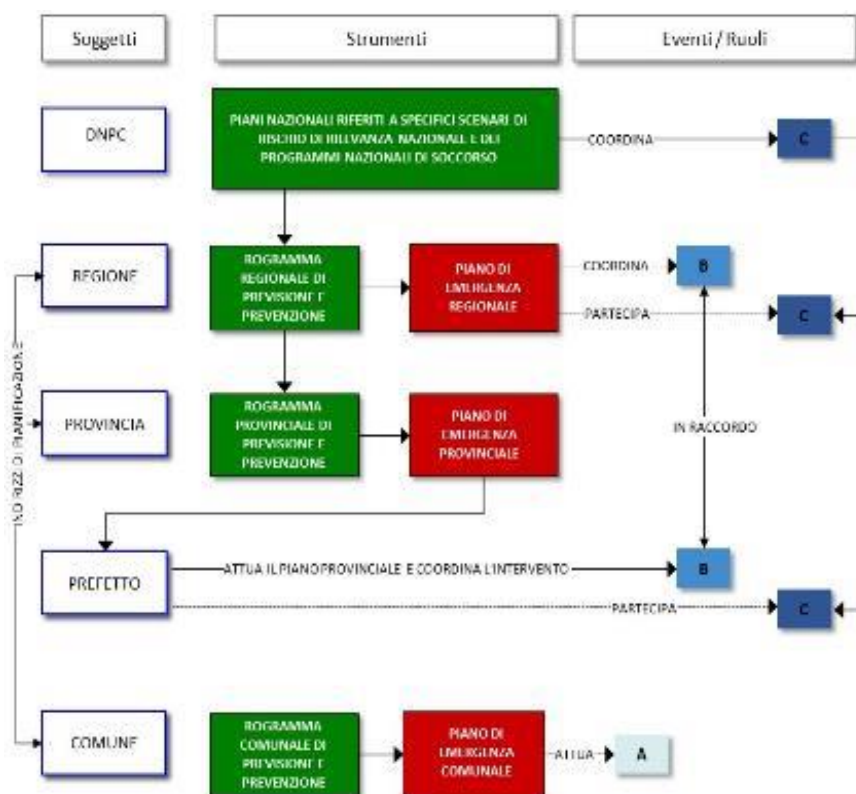


Figura 23 - Il riparto delle competenze nella pianificazione e gestione delle emergenze ai sensi del Codice della Protezione civile

6.2.4 Rischi di riferimento

I commi 1 e 2 dell'Art. 16 del Codice, identificano le seguenti tipologie dei "rischi di interesse del Servizio nazionale di protezione civile: sismico, vulcanico, da maremoto, idraulico, idrogeologico, da fenomeni meteorologici avversi, da deficit idrico e da incendi boschivi. L'azione del Servizio nazionale si esplica, altresì, per le seguenti tipologie di rischi: chimico, nucleare, radiologico, tecnologico, industriale, da trasporti, ambientale, igienico-sanitario e da rientro incontrollato di oggetti e detriti spaziali."

Le diverse tipologie di eventi vedono coinvolti, con competenze diversificate rispetto in particolare alle diverse attività rilevanti ai fini di protezione civile, sono i seguenti.

Tabella 15 - I rischi di riferimento per il Servizio di protezione civile

Rischio	Strumenti di Pianificazione	Soggetto referente	Rif_normativo
Sismico	Scenari di danno	DPC	D.Lgs 2 gennaio 2018, n. 1
Vulcanico	Piano nazionale gestione rischio vulcanico (per i diversi vulcani)	INGV (Monitoraggio); DPC (pianificazione)	D.Lgs 2 gennaio 2018, n. 1
Maremoto	SiAM	DPC	Direttiva PCM 17 febbraio 2017
Idraulico	Piano di gestione del rischio alluvioni	Autorità di distretto idrografico (Pianificazione) Regioni (allertamento)	D.Lgs 3 aprile 2006, n. 152
Idrogeologico	Piano di Bacino idrografico / Piani stralcio di Assetto Idrogeologico	Autorità di distretto idrografico (Pianificazione) Regioni (Allertamento)	D.Lgs 3 aprile 2006, n. 152

Rischio	Strumenti di Pianificazione	Soggetto referente	Rif_normativo
Meteorologici		Regioni (allertamento)	D.Lgs 2 gennaio 2018, n. 1
Deficit Idrico	Piano di Bacino idrografico	Autorità di distretto idrografico (Pianificazione) Regioni	D.Lgs 3 aprile 2006, n. 152
Incendi Boschivi	Piano AIB	Regioni	Legge 21 novembre 2000, n. 353
Grandi dighe	Documento di protezione Civile	MIMS	Direttiva PCM 8 luglio 2014
Incidente rilevante (chimico, tecnologico, industriale)	Piano di Emergenza Esterno	Prefetti	D.Lgs 26 giugno 2015, n. 105
Nucleare e radiologico	Piano di Emergenza Esterno	Prefetti	D.Lgs 31 luglio 2020, n. 101 (art. 179)
	Piano nazionale di emergenza	DPC	D.Lgs 31 luglio 2020, n. 101 (art. 182)
Trasporti Merci Pericolose	N.A.	Regioni	N.A.
Ambientale	N.A.	DPC	N.A.
Igienico-Sanitario	N.A.	DPC	N.A.
Rientro incontrollato di oggetti e detriti spaziali	N.A.	DPC	N.A.

Rispetto al complessivo quadro degli eventi rilevanti per il Servizio di protezione civile alcuni, e in particolare quelli relativi al rischio idro-geologico, idraulico e incendio, sono gestiti in all'interno di procedure e modelli organizzativi, a cui concorrono le diverse componenti e soggetti del Servizio di protezione civile, molto consolidati.

A servizio della gestione di tali eventi sono operative delle infrastrutture supportate da risorse informative e informatiche, come di seguito descritto, che complessivamente garantiscono il sistema di allertamento nazionale.

6.2.5 Gli scenari di evento e il loro ruolo nel Sistema di protezione civile

Nel generale Sistema della protezione civile, sia a livello nazionale sia europeo, è da sempre presente l'esigenza di determinare per il tramite di analisi, modelli e simulazioni, scenari di riferimento a supporto della operatività del Sistema.

La rilevanza dell'uso degli scenari per le diverse finalità di protezione civile è stabilita tanto nel Codice che nel DPCM del 30 aprile 2021 (GU n. 160 del 6 luglio 2021) "Indirizzi di predisposizione dei piani di Protezione Civile ai diversi livelli territoriali".

Relativamente alle diverse finalità assunte dal Servizio nazionale di protezione civile (previsione, prevenzione, pianificazione, allertamento, gestione delle emergenze, superamento delle emergenze) gli scenari assumono specifici contenuti e denominazioni, benché non si rintracci nella norma o nella prassi una definizione univoca e strutturata degli stessi.

Si rintracciano, all'interno dei contesti di protezione civile, riferimenti a scenari d'evento e d'impatto, scenari di rischio, scenari di danno ecc. In generale occorre considerare che il rischio è un concetto probabilistico caratterizzato da una forte e marcata incertezza, e quindi la modellazione del comportamento di un potenziale evento calamitoso e della possibilità che esso coinvolga elementi vulnerabili generando un danno è affetta da livelli di approssimazione che è necessario valutare in relazione allo scopo per cui lo scenario è costruito.

Una attenzione specifica va posta sulla natura degli eventi potenzialmente dannosi, stante che la maggior parte di essi possono essere definiti di tipo non prevedibile (come, ad esempio, gli eventi di tipo antropico o di tipo meteorologico estremo), e quindi non caratterizzabili nello spazio e nel tempo in funzione di eventi precursori.

Per gli eventi non prevedibili è dunque necessario disporre di scenari che, in fase di emergenza, orientino l'intervento del Sistema allo scopo di rendere minimo il danno atteso.

Nell'economia della presente analisi si assumono, per identificare gli scenari di riferimento, le seguenti specificazioni:

- Scenario di evento statico:

Descrizione spaziale della configurazione dell'evento atteso e, ove possibile, della sua potenziale evoluzione. Il grado di dettaglio dello scenario è strettamente correlato ai limiti intrinseci imposti dalla conoscenza e dalla prevedibilità del fenomeno di riferimento, alla disponibilità di modelli per la simulazione dell'accadimento, alla disponibilità dei dati di base necessari alla implementazione dei modelli. Lo scenario di evento statico costituisce lo strumento utile per la pianificazione (in tempo di pace) di protezione civile. In reazione al grado di prevedibilità del fenomeno, ovvero alla diponibilità ed all'attendibilità dei precursori di evento, lo scenario di evento statico rappresenta un utile supporto informativo (in prossimità dell'accadimento) per la gestione delle emergenze.

- Sistema delle vulnerabilità:

Documenta la distribuzione e le caratteristiche di tutti gli elementi territoriali "fissi" che possono essere considerati invariati rispetto alla valutazione del rischio. Gli elementi rappresentati nel "sistema delle vulnerabilità" devono essere qualificati, oltre che dal punto di vista tipologico e dimensionale, anche dal punto di vista di alcune delle loro caratteristiche intrinseche in maniera funzionale alla esigenza di valutazione della loro vulnerabilità in relazione ad un dato evento.

Questo quadro informativo deve essere redatto a prescindere dalla preliminare delimitazione degli areali di pericolosità poiché, stante la incertezza insita nella determinazione degli scenari di pericolo, la disponibilità di una simile informazione consente la valutazione dei danni potenziali anche in ambiti territoriali diversi da quelli assunti nella costruzione degli scenari di rischio.

- Scenario di rischio:

Costruito sulla base della modellazione degli areali di evento e sulla intersezione di tali scenari con il sistema della vulnerabilità, lo scenario di rischio restituisce il quadro dei possibili effetti (sull'uomo e sulle diverse componenti territoriali) dell'evento atteso valutato in riferimento agli elementi territoriali "fissi" coinvolti e potenzialmente vulnerabili dall'evento stesso.

- Scenario di danno:

Lo scenario di danno quantifica, in termini di perdite assolute o di valori, le conseguenze di un evento potenzialmente calamitoso.

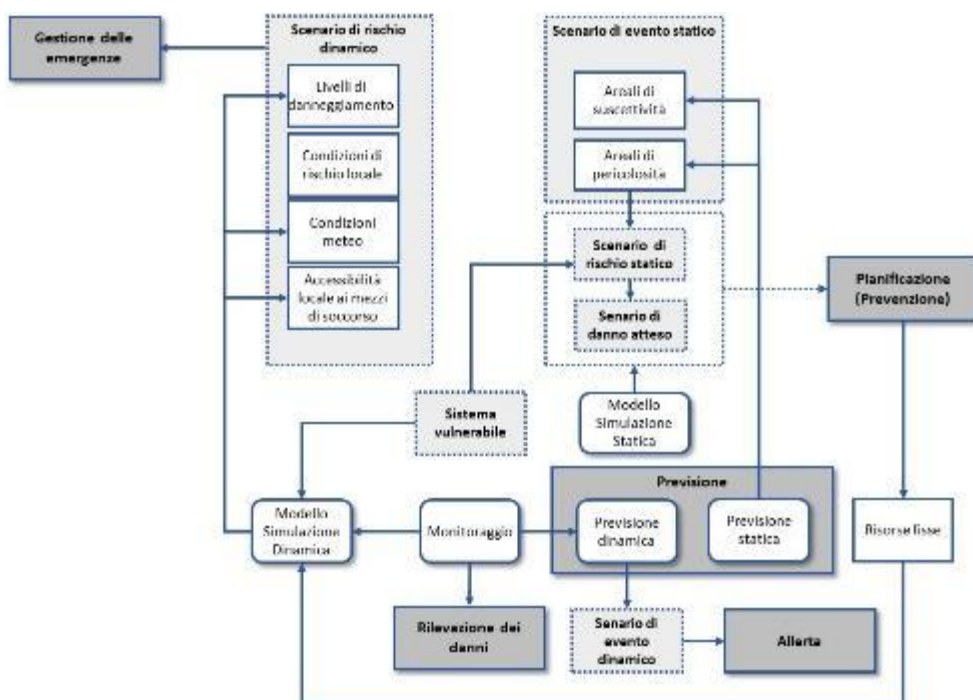


Figura 24 - L'uso degli scenari nel ciclo di Protezione Civile

Nell'immagine è riportato, in maniera diagrammatica e a prescindere dalle specifiche tipologie di rischio assunte a riferimento, il contesto d'uso delle diverse tipologie di modelli.

6.3 Descrizione della situazione attuale (AS IS)

6.3.1 Il sistema di allertamento nazionale

6.3.1.1 La rete dei centri funzionali - rischio meteo-idrogeologico e idraulico²

Il sistema di allerta nazionale per i rischi il rischio meteo-idrogeologico e idraulico è costituito dalla Rete dei Centri Funzionali, ed ha la finalità di attivare il Servizio Nazionale della Protezione Civile ai diversi livelli territoriali, in caso di evento.

Il sistema dei Centri Funzionali è stato istituito con Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 15/12/1998, in attuazione di quanto previsto nel decreto-legge 11/06/1998, n. 180- Misure urgenti per la prevenzione del rischio idrogeologico ed a favore delle zone colpite da disastri franosi nella regione Campania.

Con le successive norme, ed in particolare con la Direttiva della Presidenza del Consiglio dei Ministri del 27/02/2004 "Indirizzi operativi per la gestione organizzativa e funzionale del sistema di allertamento nazionale e regionale per il rischio idrogeologico ed idraulico ai fini di protezione civile", i vari centri attivi a livello regionale e sovraregionale sono stati collegati tra loro e con il Dipartimento Nazionale di Protezione Civile in modo da costituire una "rete" distribuita su tutto il territorio nazionale in grado di assicurare le attività di sorveglianza, monitoraggio e previsione in tempo reale dei fenomeni meteo-idrologici, e di allertamento in caso di eventi critici.

Allo stato attuale, la Rete dei Centri Funzionali è costituita:

- dal Centro Funzionale centrale, presso il Dipartimento della Protezione Civile (Roma);
- dai Centri Funzionali decentrati (uno per ogni Regione o Provincia autonoma) istituiti normalmente presso le Sale Operative Regionali.

Ogni Centro Funzionale svolge attività monitoraggio e previsione dei fenomeni meteorologici in tempo reale concorrendo, insieme al Dipartimento della Protezione Civile e alle Regioni, alla gestione del Sistema di allertamento nazionale.

Ogni Centro Funzionale ha il compito di raccogliere e condividere con l'intera rete dei Centri i dati provenienti da dalla rete di sensori disposta sul territorio nazionale e in particolare:

- i dati rilevati dalle reti meteo-idro-pluviometriche, dalla rete radar meteorologica nazionale e dalle diverse piattaforme satellitari disponibili per l'osservazione della terra;
- i dati territoriali idrologici, geologici, geomorfologici e quelli derivanti dal sistema di monitoraggio delle frane.

Inoltre, laddove disponibili, ai Centri Funzionali è chiesta la condivisione della la modellistica meteorologica, idrologica, idrogeologica e idraulica.

Spetta ai Centri funzionali decentrati multirischio di ogni Regione valutare, sulla base dei dati di monitoraggio e delle modellazioni, le indicazioni meteo, il possibile evolversi della situazione ed il potenziale impatto su territori e sulla popolazione. I Centri funzionali decentrati emettono giornalmente un Bollettino che segnala le situazioni in cui si prevede che uno o più parametri meteorologici supereranno determinate soglie di attenzione o di allarme.

Il bollettino ha normalmente validità di 24 ore ed il contenuto dell'Avviso Idro riguarda:

- il rischio idrogeologico, che riguarda sia gli eventi di natura geomorfologica (frane), sia di natura idraulica (esondazioni, allagamenti) nei piccoli bacini e nelle aree urbane;
- il rischio idraulico, ovvero i possibili fenomeni alluvionali, nei bacini idrografici maggiori;
- il rischio meteorologico, ovvero quello legato a fenomeni quali le grandinate, i rovesci o temporali, le mareggiate, le trombe d'aria i quali, manifestandosi normalmente in maniera improvvisa, pongono degli inevitabili limiti alle previsioni.

² Direttiva 27 febbraio 2004: indirizzi operativi per la gestione del sistema di allertamento nazionale per il rischio idrogeologico e idraulico Pubblicata nel supplemento ordinario alla Gazzetta Ufficiale n. 59 dell'11 marzo 2004

Il Centro Funzionale Centrale si articola in un settore meteo e in un settore idrogeologico e idraulico. Il Centro Funzionale elabora previsioni meteo a fini di protezione civile e produce, giornalmente, il Bollettino di Vigilanza Meteorologica Nazionale.

Il Bollettino segnala a tutti i Centri Funzionali Decentrati le situazioni in cui si prevede che uno o più parametri meteorologici supereranno determinate soglie di attenzione o di allarme.

Ciascun Centro funzionale effettua quindi una valutazione del possibile verificarsi, o evolversi, di effetti al suolo (frane e alluvioni) a seguito di eventi meteorologici previsti o in atto, inviando tali valutazione al settore idrogeologico e idraulico del Centro funzionale centrale il quale, se necessario, emette un Bollettino di criticità che viene condiviso, oltre che con i Centri Funzionali Decentrati, anche ai Ministeri dell'Interno, delle Politiche agricole, di Infrastrutture e trasporti e dell'Ambiente.

Quando le previsioni segnalano fenomeni di riconosciuta rilevanza a scala sovraregionale, e assumendo le valutazioni dei Centri funzionali decentrati, il settore meteo del Centro funzionale centrale emette inoltre Avvisi meteo nazionali.

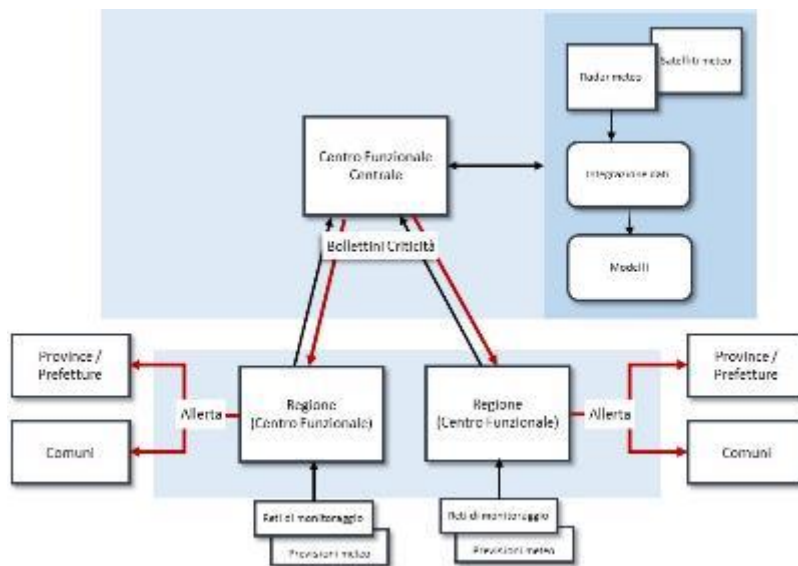


Figura 25 - Funzionamento della rete dei Centri Funzionali per il rischio idrometeo

Il Centro Funzionale Centrale del Dipartimento attività di monitoraggio e sorveglianza idropluviometrica e radarmeteorologica su tutto il territorio nazionale, affiancando i Centri Funzionali Decentrati. In particolare, predispose la mosaicatura delle informazioni prodotte dagli impianti radar meteorologici esistenti sul territorio nazionale, ovvero la loro raccolta e integrazione.

Nella fase di monitoraggio e sorveglianza, il Centro Funzionale Centrale raccoglie i dati provenienti dai satelliti meteorologici, dalla rete radar nazionale (che permette di stimare la presenza e l'intensità delle precipitazioni nell'atmosfera quasi in tempo reale) e dalla rete di stazioni al suolo (utilizzata per di misurare la quantità delle precipitazioni cadute al suolo e la variazione del livello dei fiumi) realizzando, ventiquattrore su ventiquattro, un controllo integrato dei fenomeni meteo idrologici e della loro evoluzione su tutto il territorio.

6.3.1.2 Le Sale Operative Unificate Permanenti (SOUP) – rischio incendi

Nel nostro Paese la competenza in materia di previsione, prevenzione e lotta attiva agli incendi boschivi è affidata, dalla Legge n. 353 del 21 novembre 2000 - La legge quadro sugli incendi boschivi, alle Regioni.

In questa materia lo Stato concorre, su richiesta delle Regione, alle attività di spegnimento con i mezzi della flotta aerea antincendio di Stato.

Spetta alle Regioni la redazione annuale del piano regionale di previsione, prevenzione e d'intervento antincendio boschivi (Piano AIB regionale), nonché l'attivazione delle Sale Operative Unificate Permanenti per consentire l'attivazione operativa delle squadre per lo spegnimento di terra e dei mezzi aerei regionali (in genere elicotteri) degli incendi boschivi, formate da personale regionale, volontari e vigili del fuoco e, nel caso, all'intervento di protezione civile. Spetta inoltre alle regioni elaborare ed attuare i aggiornati ogni anno. Al Dipartimento della Protezione Civile, attraverso il COAU - Centro Operativo Aereo Unificato, è invece affidato il coordinamento dei mezzi della flotta aerea antincendio

dello Stato di proprietà del Dipartimento dei Vigili del Fuoco, del soccorso pubblico e della difesa civile, nonché di altre tipologie di elicotteri militari di proprietà del comparto della Difesa.

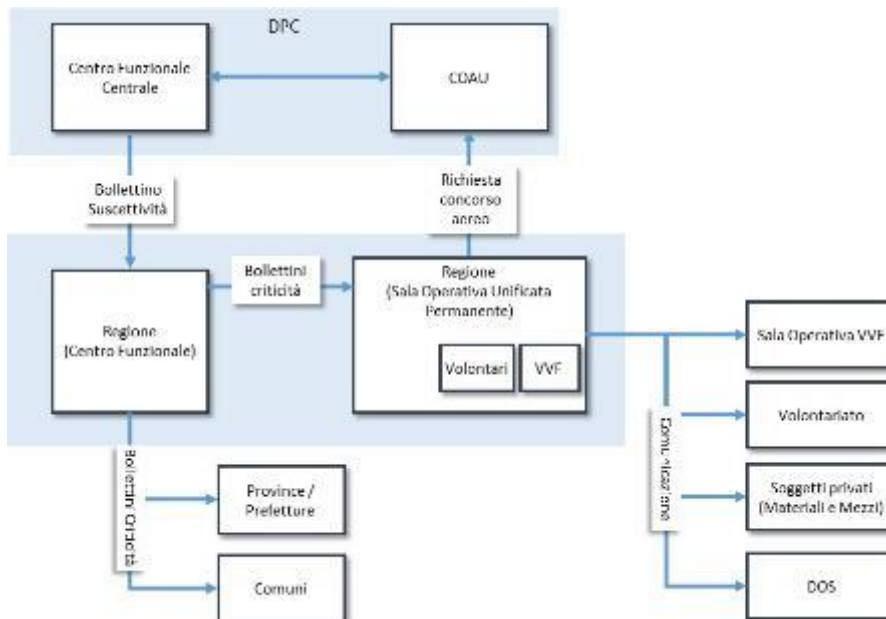


Figura 26 - Funzionamento dei Centri Funzionali e delle SOUP per il rischio incendi

L'attività di previsione assicurata dai centri funzionali consiste nell'individuare le aree e i periodi a rischio incendio boschivo, nonché gli indici di pericolosità elaborati sulla base di variabili climatiche e vegetazionali. Più in generale il sistema di allertamento si avvale delle previsioni delle condizioni di pericolosità dei possibili incendi boschivi e dei conseguenti scenari di rischio sia in aree boscate che in quelle periurbane.

La gestione del sistema di allerta è assicurata dal Centro Funzionale Centrale e il Servizio Rischio incendi boschivi e di interfaccia che emette giornalmente un bollettino di suscettività all'innesco degli incendi boschivi su tutto il territorio nazionale individuando per ogni provincia tre livelli di pericolosità (bassa - media - alta).

Il bollettino si limita a una previsione su scala provinciale, stimando il valore medio della suscettività all'innesco su un arco temporale utile per le successive 24 ore e in tendenza per le successive 48.

Il bollettino viene messo a disposizione di Regioni e Province Autonome, Prefetture, Carabinieri forestali e Vigili del Fuoco. I Centri Funzionali Decentrati, nelle Regioni in cui è attivo il sistema di allerta, possono emettere a loro volta un bollettino di suscettività agli incendi.

6.3.1.3 Sala Situazione Italia

La Sala Situazione Italia del Dipartimento della Protezione civile è il centro di coordinamento nazionale che raccoglie, verifica e diffonde le informazioni di protezione civile. Ha il compito di individuare le situazioni emergenziali e allertare immediatamente le diverse componenti e strutture operative del Servizio nazionale della protezione civile che concorrono alla gestione delle emergenze.

Opera 24 ore su 24, tutti i giorni dell'anno, e vi partecipano il Dipartimento della Protezione civile e le strutture operative del Servizio nazionale della protezione civile. Si mantiene in costante raccordo con le regioni e le prefetture, e con gli operatori delle strutture di comunicazione - es. compagnie di telecomunicazioni, centri di primo soccorso, autostrade, ferrovie - con l'obiettivo di raccogliere e diffondere, in tempo reale, notizie sulle situazioni di emergenza e gli interventi in corso, a livello nazionale e locale.

6.3.2 Gli scenari attualmente utilizzabili

Per preparare le strutture del Dipartimento della Protezione Civile a fronteggiare e gestire un'emergenza sono necessari specifici piani di emergenza. In essi sono individuati gli obiettivi da conseguire per organizzare un'adeguata risposta da parte del Dipartimento della Protezione Civile al verificarsi dell'evento. Un piano di emergenza predispone un sistema articolato di attivazione di uomini e mezzi, organizzati secondo un quadro logico e temporalmente coordinato che costituisce il modello di intervento.

La base conoscitiva per dimensionare le risorse da mettere in campo è costituita dagli scenari di danno, ossia strumenti di previsione delle possibili conseguenze di un evento calamitoso.

Gli scenari sono definiti sulla scorta dei dati territoriali di esposizione e vulnerabilità e sulla base di eventi di riferimento il cui verificarsi (spazialmente e dimensionatamente) sia ritenuto modellabile.

Uno “scenario di danno” dovrebbe restituire, in linea di principio, il quadro territoriale dell’area coinvolta in un evento fornendo informazioni relative alla potenziale localizzazione ed estensione dell’area maggiormente colpita, alla funzionalità delle reti dei trasporti e di comunicazione e delle reti dei servizi, oltre che le perdite attese in termini di elementi vulnerabili esposti. Gli scenari dovrebbero inoltre fornire una preliminare quantificazione dei potenziali danni economici corrispondenti alla specifica configurazione dell’evento.

Gli scenari di danno costruiti in tempo di pace (scenari statici) hanno una rilevante relazione diretta alle attività di pianificazione di Protezione Civile poiché consentono di dimensionare le risorse umane, i materiali da utilizzare e la loro allocazione da prevedere nel piano.

Scenari di danno costruiti durante la fase di emergenza, basati su una rivalutazione dinamica delle relazioni tra gli areali di accadimento assunti da dati di monitoraggio in tempo (quasi) reale ed elementi vulnerabili presenti nell’area dell’evento, forniscono invece uno strumento essenziale nella organizzazione della risposta del sistema in emergenza.

Allo stato attuale il DPC fornisce alle Regioni e agli Enti Locali il proprio supporto alle loro funzioni di pianificazione mettendo a disposizione un modello che permette di costruire lo scenario di danno atteso in caso di evento sismico. (SCECOM). Il modello tende a stimare l’entità dello scuotimento atteso e a produrre una valutazione immediata delle perdite in termini di crolli e di persone coinvolte.

Scecom consente di definire il numero di persone coinvolte e di crolli per eventi al sito caratterizzati da tre livelli di intensità corrispondenti a valori di probabilità di eccedenza pari a $p=40\%$, 10% e 2% in 50 anni (il terzo valore di intensità viene comunque assunto non inferiore al massimo storico). Il codice utilizza le basi di dati disponibili e le metodologie in uso nel SIGE che sono, quindi, coerenti con analisi ad una scala territoriale più ampia di quella comunale.

Il livello di incertezza insito nella stima delle perdite è molto elevato. Il problema di “valutare” l’incertezza della stima, di quantificare il livello di confidenza delle previsioni delle perdite, ha sempre costituito una esigenza da affrontare e risolvere e che ha spinto il DPC a promuovere una serie di studi che hanno condotto a prodotti per la valutazione dello scenario di danno che possono essere definiti di seconda generazione.

Nulla è invece disponibile per quanto attiene ad altre tipologie di pericolosità.

6.3.3 Le risorse disponibili

L’operatività del Servizio di protezione civile prima descritto è sostenuta dalle seguenti risorse:

- reti di monitoraggio a terra e remote, relative alle grandezze rilevanti per le diverse tipologie di rischi;
- piattaforme di comunicazione e condivisione dei flussi operativi;
- sistemi di elaborazione;
- dati;
- modelli.

Tali risorse sono distribuite tra diversi enti di livello centrale e locale.

6.3.3.1 Reti di monitoraggio

Le reti di monitoraggio di interesse per la operatività connessa alla gestione delle emergenze sono principalmente le seguenti:

- Stazioni meteo regionali
- Rete osservativa dell’Aeronautica Militare
- Rete radar meteorologica
- Rete Accelerometrica Nazionale (RAN)
- Rete dell’Osservatorio Sismico delle strutture (OSS)
- Rete idro-pluviometrica
- Rete di monitoraggio in situ dei movimenti franosi
- Rete ondometrica nazionale
- Rete Mareografica della Laguna di Venezia

- Rete Mareografica Nazionale (RMN)
- La descrizione analitica della consistenza delle diverse reti è riportata nel Capitolo 9 Reti di monitoraggio.

I prodotti generati dal sistema radar meteo del DPC sono i seguenti:

Acronimo	Descrizione	Unità di misura
VMI	Vertical Maximum Intensity: mappa 2D che riporta in ogni pixel il valore Massimo di riflettività osservato rispetto alla verticale.	dBZ
CAPPI	Constant Altitude PPI: mappa 2D di riflettività costruita considerando i valori osservati in prossimità di una quota di riferimento. Attualmente vengono prodotti CAPPI in corrispondenza dei seguenti livelli verticali: 2000, 3000, 4000, 5000, 6000, 7000, 8000.	dBZ
SRI	Surface Rainfall Intensity: mappa 2D contenente l'intensità di precipitazione stimata al suolo a partire	mm/h
SRI_adj	Versione adjusted della SRI, ottenuta a seguito del processo di confronto con le osservazioni pluviometriche	mm/h
VIL	Vertical Integrated Liquid water content. Contenuto colonnare di acqua liquida	kg/m ²
POH	Probability of Hail Detection: mappa 2D in cui ogni pixel esprime la probabilità (normalizzata ad 1) che l'eco radar sia associato alla presenza di grandine	adim
SRT	Surface Rainfall Total. Precipitazione cumulata su diversi intervalli di integrazione (1, 3, 6, 12, 24)	mm
SRT_adj	Versione adjusted della SRT, ottenuta a seguito del processo di confronto con le osservazioni pluviometriche	mm
Merging radar	Campo di precipitazione ottenuto interpolando le osservazioni pluviometriche mediante approccio di tipo Krigging in cui la lunghezza di decorrelazione è determinata a partire dal campo stimato da radar	mm
HRD	Poligono che circonda la porzione spaziale del campo di precipitazione che supera una determinate soglia dell'indice di severità	adim
HRT	Insieme di poligoni che descrivono l'evoluzione del HRD nello spazio e nel tempo	adim

6.3.3.2 Piattaforme e Sistemi

Le principali piattaforme e sistemi di interesse per la operatività connessa alla gestione delle emergenze sono principalmente le seguenti:

- My Dewetra, piattaforma sviluppata dal DPC in collaborazione con Fondazione CIMA per poter condividere le informazioni nell'ambito della rete dei Centri Funzionali, analiticamente descritta al successivo Capitolo 7.3.
- Dissesto idrogeologico
 - Piattaforma nazionale IdroGEO
 - Piattaforme/interfacce utente ARPA per monitoraggio frane in situ
 - European Ground Motion Service (EGMS)

Le piattaforme sono descritte analiticamente nel capitolo 2.3.2

- Incendi
 - Fire Danger Forecast

- Rapid Damage Assessment sistema della Commissione europea - Copernicus-EMS tramite la piattaforma EFFIS
- Disaster Loss Database
- European Forest Fire Information System (EFFIS)
- Sistemi di monitoraggio ed avvistamento incendi regionali
- Sistema di Monitoraggio Forestale
- Geoportale incendi boschivi

L'approfondimento su tali sistemi è presente nel successivo Capitolo 7.3.

6.3.3.3 Modelli

I modelli di interesse per la operatività connessa al supporto alle emergenze sono principalmente le seguenti:

- Modellistica previsionale incendi
Tutta la modellistica attualmente disponibile è descritta analiticamente nel Capitolo 7.3.1. Previsione
- Modelli di propagazione del fronte di fiamma
Tutta la modellistica attualmente disponibile è descritta analiticamente nel Capitolo 7.3.6 Gestione delle emergenze
- Modellistica idrologica
Tutta la modellistica attualmente disponibile è descritta analiticamente nel Capitolo 2.3.5 Modellistica previsionale meteo-climatica
- Modellistica previsionale meteo
Tutta la modellistica attualmente disponibile è descritta analiticamente nel Capitolo 2.3.5 Modellistica previsionale meteo-climatica
- Modelli di stima del danno
Si veda, in proposito, il precedente paragrafo relativo agli scenari di danno.

6.4 Censimento dei fabbisogni e delle richieste

L'analisi dei fabbisogni è stata condotta facendo principale riferimento ai documenti prodotti dal Dipartimento della Protezione Civile e dal Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco in relazione al verticale 5 – Supporto alle emergenze. Si è inoltre analizzata la scheda trasversale CNITA.

Dipartimento Protezione Civile

SCHEDE DIP. PROTEZIONE CIVILE - All.SupportoEmergenze.pdf

- Rete radar meteorologica nazionale
 - Aggiornamento-Rete-Radar-Nazionale-02-09112022.docx
 - Oneri_aggiornamento_rete_radar_09112022.xlsx
 - Oneri_aggiornamento_rete_radar_15122022_vers.02.xlsx
 - Oneri_aggiornamento_rete_radar_23122022_vers.03.xlsx
- Rete accelerometrica nazionale e Osservatorio Sismico delle Strutture
 - Specifiche tecniche-RAN-OSS-20221112.docx
 - Specifiche tecniche-RAN-OSS-20221204.docx

Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco

PNRR_SIM_ENTE_TT_Emergenze_REV 2nov.docx

Progetto sistema monitoraggio integrato.docx (22/12/2022)

CNITA

PNRR_SCHEDE DEI FABBISOGNI_CNITA Integrata.docx

Si riporta una sintesi tabellare delle esigenze e delle richieste espresse:

Ente	Richieste totali (unità)	Richieste totali	Totale	Nota
DPC	RAN e OSS	7	38.388.520	Non è quotato lo sviluppo della modellistica richiesta dal DPC per la costruzione degli scenari digitali
	Rete monitoraggio radar	7	72.608.947	
CNVVF	Integrazione banche dati e sistema di monitoraggio	9	7.750.000	
TOTALE			118.747.467	
CNITA	Cartografie e SDI	7	200.000.000	
CNVVF	Dati satellitari	1	150.000	
	Piattaforma condivisione dati	9		
TOTALE GENERALE		31	318.897.467	

7 7. INCENDI BOSCHIVI E DI INTERFACCIA

7.1 Riferimenti normativi

Si riporta una panoramica sui principali riferimenti normativi nel settore dell'incendio boschivo, spesso emanati sull'onda lunga di eccezionali accadimenti calamitosi e tesi a regolamentare un sistema articolato che vede coinvolta una pluralità di attori ed enti nella gestione del rischio.

A livello nazionale i principali riferimenti normativi di settore sono:

- la **Legge n. 353 del 21 novembre 2000** "Legge quadro in materia di incendi boschivi" ed il **DPCM del 20 dicembre 2001** "Linee guida relative ai piani regionali per la programmazione delle attività di previsione, prevenzione e lotta attiva contro gli incendi boschivi"
- Il **Testo definitivo del Decreto Legge 8 settembre 2021, n. 120** - Disposizioni per il contrasto degli incendi boschivi e altre misure urgenti di protezione civile" coordinato con la Legge di conversione L.155 del 8 novembre 2021

La materia è oggetto di legislazione concorrente: con il D.P.R. n. 616 del 24 luglio 1977 vengono infatti trasferite alle Regioni le competenze statali in materia di antincendio boschivo, fatta eccezione per "l'organizzazione e gestione, d'intesa con le Regioni, del servizio aereo di spegnimento degli incendi e dell'impiego del Corpo dei Vigili del Fuoco".

La Legge quadro sugli incendi boschivi n.353 del 2000 conferma l'attribuzione della competenza della gestione e della mitigazione dei rischi associati agli incendi boschivi alle Regioni e alle Province Autonome, che organizzano in autonomia le loro attività. Ogni Regione e Provincia Autonoma elabora e adotta una propria programmazione, definendo autonomamente gli "attori", le procedure e le risorse da allocare.

Al Dipartimento di Protezione Civile spetta il coordinamento della flotta aerea antincendio di Stato e l'emissione di atti di indirizzo generale in materia di antincendio boschivo.

In base a quanto disposto dal Codice di Protezione Civile (Decreto Legislativo n.1 del 2 gennaio 2018), l'azione del Servizio Nazionale della Protezione Civile si esplica anche in relazione al rischio da incendi boschivi.

Il Servizio nazionale, creato di fatto dalla Legge n. 225 del 24 febbraio 1992 e ad oggi disciplinato dal citato Codice di Protezione Civile, è composto secondo un modello policentrico da un sistema integrato di strutture pubbliche e private, centrali e territoriali cui è assegnato il compito della protezione civile. Le strutture operative del Servizio Nazionale individuate dall'articolo 13 sono:

- **il Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco**, quale componente fondamentale della protezione civile³,
- **le Forze Armate**,
- **le Forze di Polizia**,
- **gli Enti e Istituti di ricerca di rilievo nazionale con finalità di protezione civile**, anche organizzati come Centri di Competenza⁴,
- **le strutture preposte alla gestione dei servizi meteorologici a livello nazionale**,
- **il Volontariato organizzato di protezione civile** iscritto nell'Elenco nazionale del volontariato di protezione civile⁵.

Per quanto riguarda la ripartizione delle competenze, il codice stabilisce che le Regioni e le Province Autonome di Trento e di Bolzano, nell'esercizio delle rispettive potestà legislative ed amministrative, disciplinano l'organizzazione dei sistemi di protezione civile nell'ambito dei rispettivi territori, assicurando lo svolgimento delle attività di protezione civile volte alla previsione, prevenzione e mitigazione dei rischi, alla gestione delle emergenze e al loro superamento e lo spegnimento degli incendi boschivi, fatte salve le competenze statali in materia, in conformità a quanto previsto dalla legge quadro e dal Decreto Legislativo 19 agosto 2016, n. 177 di cui si parlerà più avanti.

La **Legge n. 353 del 21 novembre 2000**, aggiornata dal Decreto Legislativo n.120 del 2021 con le modifiche apportate dall'art. 5, costituisce ancora oggi la cornice organica di tutti gli interventi normativi volti alla prevenzione ed alla lotta all'annoso problema degli incendi boschivi. Essa definisce **l'incendio boschivo** come "un fuoco con suscettività a espandersi su aree boscate, cespugliate o arborate, comprese eventuali strutture e infrastrutture antropizzate poste all'interno delle predette aree, oppure su terreni coltivati o incolti e pascoli limitrofi a dette aree".

Le disposizioni in essa contenute sono finalizzate "alla conservazione e alla difesa dagli incendi del patrimonio boschivo nazionale quale bene insostituibile per la qualità della vita e costituiscono principi fondamentali dell'ordinamento, ai sensi dell'art. 117 della Costituzione" (art. 1, comma 1).

Tali finalità, che giustificano anche i vincoli di destinazione e le limitazioni d'uso da essa stabiliti quale deterrente del fenomeno degli incendi finalizzati alla successiva speculazione edilizia e per la conseguente salvaguardia del patrimonio boschivo, sono perseguite attraverso le attività di "formazione, informazione ed educazione ambientale" e soprattutto mediante misure di "previsione, di prevenzione e di lotta attiva contro gli incendi boschivi" (art. 1, comma 2).

Queste ultime attività trovano una definizione chiara nell'ambito della stessa legge quadro, secondo cui:

- La **previsione** è l'individuazione delle aree e dei periodi a rischio di incendio boschivo, degli indici di pericolosità e l'approntamento dei dispositivi funzionali a realizzare la lotta attiva agli incendi boschivi;
- La **prevenzione** consiste nel "porre in essere azioni mirate a ridurre le cause e il potenziale innesco d'incendio nonché interventi finalizzati alla mitigazione dei danni conseguenti".
- La **lotta attiva contro gli incendi boschivi** comprende le attività di ricognizione, sorveglianza, avvistamento, allarme e spegnimento con attrezzature manuali, controfuoco e mezzi da terra e aerei.

In merito all'attività di previsione, e più in generale al sistema di allertamento, il ruolo chiave è svolto dalla previsione delle condizioni di pericolosità dei possibili incendi boschivi e dei conseguenti scenari di rischio in aree boscate, rurali e periurbane. Le attività sono introdotte dal Dipartimento e dalle Regioni e Province Autonome attraverso la rete dei Centri Funzionali ed il sistema di allerta è gestito dal DPC attraverso il Centro Funzionale Centrale e il Servizio Rischio incendi boschivi e di interfaccia, che emette giornalmente un **bollettino di suscettività all'innescio degli incendi boschivi** per tutto il territorio nazionale⁶ individuando per ogni Provincia tre livelli di pericolosità (bassa – media – alta).

³ Decreto Legislativo n.139 del 2006

⁴ I Centri di Competenza sono, invece, gli organi preposti al supporto per fornire servizi tecnico-scientifici in diversi ambiti specifici. Quest'ultimi possono essere i Centri Funzionali stessi o soggetti di natura privata o pubblica convenzionati.

⁵ Ad esse si aggiungono l'Associazione della Croce Rossa Italiana, il Corpo Nazionale del Soccorso Alpino e Speleologico, il Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, il Consiglio Nazionale delle Ricerche e le strutture del Servizio Sanitario Nazionale.

⁶ Ai sensi della Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri 1° Luglio 2011

L'azione regionale ha invece il suo focus principale nella prevenzione mediante lo strumento di pianificazione e l'individuazione di aree, persone e mezzi coinvolti nelle eventuali emergenze, strumento essenziale al fine di contenere i danni di un incendio boschivo.

Nel rispetto delle competenze previste dal Decreto Legislativo 31 marzo 1998, n.112 e con il manifesto auspicio di un'azione coordinata da parte degli enti coinvolti, **alle Regioni** spetta infatti l'elaborazione del **Piano Regionale di previsione, prevenzione e lotta attiva contro gli incendi boschivi**, di durata triennale, con aggiornamento annuale (in base alle linee guida e direttive statali) che individua (art. 3):

- le cause determinanti e i fattori predisponenti dell'incendio,
- le aree a rischio di incendio boschivo rappresentate con apposita cartografia tematica aggiornata, con l'indicazione delle tipologie di vegetazione prevalenti,
- le aree percorse dal fuoco nell'anno precedente, rappresentate con apposita cartografia,
- le aree trattate con la tecnica del fuoco prescritto⁷ (definito art 4. comma 2-bis),
- i periodi a rischio di incendio boschivo, con l'indicazione dei dati anemologici e dell'esposizione ai venti,
- gli indici di pericolosità fissati su base quantitativa e sinottica,
- le azioni e gli inadempimenti agli obblighi che possono determinare anche solo potenzialmente l'innescio di incendio nelle aree e nei periodi a rischio di incendio boschivo nonché di incendi in zone di interfaccia urbano-rurale,
- gli interventi per la previsione e la prevenzione degli incendi boschivi anche attraverso sistemi di monitoraggio satellitare,
- la consistenza e la localizzazione dei mezzi, degli strumenti e delle risorse umane nonché le procedure per la lotta attiva contro gli incendi boschivi,
- la consistenza e la localizzazione delle vie di accesso e dei tracciati spartifuoco nonché di adeguate fonti di approvvigionamento idrico,
- le operazioni selvicolturali di pulizia e manutenzione del bosco, con facoltà di previsione di interventi sostitutivi del proprietario inadempiente in particolare nelle aree a più elevato rischio.

Alle Province, ai Comuni e alle Comunità Montane spettano tutti i compiti di attuazione delle attività di previsione e di prevenzione secondo le attribuzioni stabilite dalle Regioni.

Per le **Aree naturali protette**, il Piano prevede, ferme restando le disposizioni della legge 6 dicembre 1991, n.394 un'apposita sezione, definita di intesa con gli Enti gestori, su proposta degli stessi, sentito il Corpo forestale dello Stato. Per i parchi naturali e le riserve naturali dello Stato è predisposto un apposito piano dal Ministro dell'ambiente di intesa con le Regioni interessate, su proposta degli Enti gestori, sentito il Corpo Forestale dello Stato. Le attività di previsione e prevenzione sono attuate dagli Enti gestori delle aree naturali protette di cui ai commi 1 e 2 o, in assenza di questi, dalle Province, dalle Comunità Montane e dai Comuni, secondo le attribuzioni stabilite dalle Regioni. Le attività di lotta attiva per le aree naturali protette sono organizzate e svolte secondo le modalità previste dall'articolo 7 della Legge 353/2000.

Per gli interventi di lotta attiva agli incendi, le Regioni devono assicurare il coordinamento delle proprie strutture antincendio con quelle locali, istituendo e gestendo le Sale Operative Unificate Permanenti (SOUP) ed avvalendosi, oltre che delle proprie strutture e dei propri mezzi di risorse, mezzi e personale del Corpo nazionale dei vigili del fuoco e del Corpo forestale dello Stato in base ad accordi di programma⁸, di personale appartenente ad organizzazioni di volontariato, riconosciute secondo la vigente normativa, di risorse, mezzi e personale delle Forze armate e di polizia dello Stato, in caso di riconosciuta e urgente necessità e di mezzi aerei di altre regioni in base ad accordi di programma.

Sulle **SOUP** si sofferma il Decreto del 20 Dicembre 2001, sottolineandone la funzione di strumento per il costante collegamento con gli Enti locali al fine di definire le priorità negli obiettivi da difendere. La Sala Operativa ricevuto l'avviso di un'emergenza chiede eventualmente, dopo averlo valutato, l'intervento dei mezzi aerei regionali (ove esistenti - i Canadair) o dei mezzi aerei dello Stato (sollecitando quindi l'intervento del COAU - Centro Operativo Aereo Unificato)⁹.

⁷ Rimane possibile l'intervento sostitutivo dello Stato: in caso d'inadempienza delle regioni, la funzione vicaria risulta assegnata al Ministro delegato per il coordinamento della protezione civile, che predispone le attività di emergenza per lo spegnimento degli incendi boschivi, tenendo conto delle strutture operative delle province, dei comuni e delle comunità montane. (art. 3, comma 4)

⁸ Accordo quadro Governo e Regioni - Provvedimento 4 maggio 2017(GU n. 136 del 14 giugno 2017)

⁹ La composizione e la formazione standardizzata a livello nazionale è oggetto della Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri del 12 giugno 2020, recante "Direttiva concernente la formazione e la standardizzazione delle conoscenze del personale delle Sale operative unificate permanenti (SOUP)", (GU n.238 del 25 settembre 2020)

Nell'ambito della lotta attiva, spetta infatti allo Stato il concorso alle attività di spegnimento degli incendi, con i mezzi della flotta aerea antincendio statale, allorché le forze regionali non siano in grado di fronteggiare da sole l'incendio e muovano richiesta di concorso aereo statale. La flotta aerea antincendio della PC è trasferita al Dipartimento dei Vigili del Fuoco, del soccorso pubblico e della difesa civile (art. 7 comma 2-bis Legge quadro aggiornata dal D.L. 120/2021).

A partire dall'anno 2007, a seguito della particolare recrudescenza degli incendi boschivi nell'Italia centro meridionale e dei rilevanti danni da essi prodotti anche nel tessuto sociale economico oltreché naturalistico, vengono introdotte sostanziali innovazioni nella pianificazione antincendio preesistente, in relazione al **rischio incendio di interfaccia**. La definizione di rischio non presente nel testo originario della legge quadro ma proposta dall'aggiornamento operato dal D.L. 120/2021, riguarda quella "tipologia di incendi boschivi che interessano zone o aree nelle quali sussiste una interconnessione tra strutture antropiche e aree naturali, laddove il sistema urbano e quello rurale si incontrano ed interagiscono, potendo venire rapidamente in contatto, con la possibile propagazione di un incendio originato da vegetazione combustibile" (L.353/00, art. 2, comma 1- bis).

Ai fini della pianificazione operativa regionale contenuta nel piano di cui all'art.3, per zone di interfaccia urbano-rurale si intendono le zone, aree o fasce, nelle quali l'interconnessione tra le abitazioni o altre strutture antropiche e le aree naturali o la vegetazione combustibile è molto stretta". La definizione di interfaccia è quindi comprensiva non solo delle zone di contatto tra insediamenti e aree boscate ma è stata estesa a tutte le aree dove le strutture antropiche vengono a contatto con combustibili vegetali (aree agricole, pascoli, incolti, ecc.).

Con l'ordinanza che segue la dichiarazione dello stato di emergenza, l'**O.P.C.M. 3606/2007 del 28 agosto 2007**¹⁰, si stabilisce che i Sindaci dei Comuni interessati predispongano i **Piani comunali di emergenza** che dovranno tener conto prioritariamente delle strutture maggiormente esposte al rischio di incendi di interfaccia, al fine della salvaguardia e dell'assistenza della popolazione.

La predisposizione di tali Piani, da attuarsi in tempi brevi, necessita delle risultanze delle attività previste dalla stessa Ordinanza all'art.1, comma 8, ovvero

- della perimetrazione e classificazione delle aree esposte ai rischi derivanti dal manifestarsi di possibili incendi di interfaccia,
- dell'organizzazione dei modelli di intervento, che dovrà essere effettuata dalle Prefetture – Uffici Territoriali del Governo con il coordinamento delle Regioni ed in collaborazione con le Province interessate, con l'ausilio del Corpo Forestale dello Stato e del Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco, nonché delle associazioni di volontariato ai diversi livelli territoriali.

Le Prefetture, sostituendosi alle Regioni, sono di fatto incaricate dall'Ordinanza di modificare il Piano triennale previsto dall'art. 3 della Legge quadro 353/00 sugli incendi boschivi. La direttiva stabilisce di fatto che le emergenze connesse agli incendi di interfaccia, non potendo per loro natura considerarsi competenza esclusiva di un ente, assumano i connotati dell'emergenza di protezione civile. Per tali ragioni il DPC ha redatto nell'ottobre 2007 il "Manuale operativo per la predisposizione di un piano comunale o intercomunale di protezione civile" dove vengono definite le modalità operative per la delimitazione e classificazione delle fasce di interfaccia e vengono date indicazioni per pianificare sia i possibili scenari di rischio derivanti da tale tipologia di incendi, sia il corrispondente modello di intervento per fronteggiarne la pericolosità e controllarne le conseguenze sull'integrità della popolazione, dei beni e delle infrastrutture esposte.

Nel processo di riordino delle funzioni e dei compiti in una materia complessa che vede la prevenzione al centro dell'azione amministrativa ed operativa diretta alla conservazione di un bene insostituibile per la qualità della vita, quale è appunto il patrimonio boschivo, tanto incide l'accelerazione impressa dagli strumenti di coordinamento e aggiornamento del settore forestale, il Decreto Legislativo n.34/2018, Testo Unico in materia di Foreste e Filiere forestali (di seguito abbreviato in "TUFF") e il Decreto Legislativo n. 177/2016.

Il TUFF adotta una **definizione di bosco unitaria**, valida in tutto il territorio nazionale, riconoscendolo come "parte del capitale naturale nazionale e come bene di rilevante interesse pubblico da tutelare e valorizzare per la stabilità e il benessere delle generazioni presenti e future". Sono definite bosco le superfici coperte da vegetazione forestale arborea, associata o meno a quella arbustiva, di origine

¹⁰ O.P.C.M. del 28 agosto 2007, n. 3606, "Disposizioni urgenti di protezione civile dirette a fronteggiare lo stato di emergenza in atto nei territori delle regioni Lazio, Campania, Puglia, Calabria e della regione Siciliana in relazione ad eventi calamitosi dovuti alla diffusione di incendi e fenomeni di combustione

naturale o artificiale in qualsiasi stadio di sviluppo ed evoluzione, con estensione non inferiore ai 2.000 metri quadri, larghezza media non inferiore a 20 metri e con copertura arborea forestale maggiore del 20 %. Rientrano nel patrimonio forestale anche le aree assimilate a bosco le aree forestali temporaneamente prive di copertura arborea e arbustiva a causa di interventi antropici, di danni da avversità biotiche o abiotiche, di eventi accidentali, di incendi o a causa di trasformazioni attuate in assenza o in difformità dalle autorizzazioni previste dalla normativa vigente.

Il TUFF ricomprende nelle "attività di gestione forestale" anche gli interventi di prevenzione degli incendi boschivi e definisce le pratiche selvicolturali e i criteri minimi della viabilità forestale e di adeguate infrastrutture al servizio del bosco quale presupposto per garantire interventi ed azioni di prevenzione antincendio efficaci e immediati. D'altro canto, la stessa legge quadro, con le modifiche introdotte dal DL 120/2021, annovera tra gli interventi preventivi nelle aree a rischio gli interventi colturali atti a migliorare l'assetto vegetazionale degli ambienti naturali e forestali e gli interventi di trattamento dei combustibili mediante tecniche selvicolturali ai sensi dell'articolo 3, comma 2-c del TUFF, inclusa la tecnica del fuoco prescritto¹¹. Stabilisce inoltre che i piani antincendio boschivo previsti per il periodo 2021-27 dovranno coordinarsi con i documenti previsti dal TUFF (art.6) per l'attuazione della **Strategia Nazionale Forestale**.

Con il **Decreto Legislativo 19 agosto 2016, n. 177** prima citato¹², il Corpo Forestale dello Stato viene assorbito nell'Arma dei Carabinieri con l'istituzione del Comando Unità Forestali, Ambientali e Agroalimentari Carabinieri **CUFAA**, che coordina reparti altamente specializzati in materia di tutela dell'ambiente, del territorio e delle acque e nel campo della sicurezza e dei controlli nel settore agroalimentare.

Il Decreto all'articolo 7 assegna al **NIAB**, Nucleo per le attività di informazione e di coordinamento delle investigazioni scientifiche, la competenza in materia di prevenzione e repressione delle violazioni compiute in materia d'incendi boschivi. Tra le attività del CUFAA sono inserite quelle connesse "al monitoraggio del territorio in genere con raccolta, elaborazione, archiviazione e diffusione dei dati, anche relativi alle aree percorse dal fuoco". Successivamente, con il Decreto-legge 8 settembre 2021, n. 120 si affida al CUFAA, nelle regioni a statuto ordinario, il compito di provvedere "entro 45 giorni dall'estinzione dell'incendio, a rilevare le aree percorse dal fuoco di cui alla legge quadro ed a rendere disponibili i conseguenti aggiornamenti non oltre il 1° aprile di ogni anno alle regioni e ai comuni interessati su apposito supporto digitale".

Specifiche competenze del Corpo forestale dello Stato in materia di lotta attiva contro gli incendi boschivi e spegnimento degli stessi nel concorso con le regioni nel contrasto degli incendi boschivi con l'ausilio di mezzi da terra e aerei e nel coordinamento delle operazioni di spegnimento anche per quanto concerne l'impiego dei gruppi di volontariato antincendi (AIB) sono trasferite al **Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco**, fermo restando le competenze degli Enti Territoriali e sempre sulla base di accordi di programma con le Regioni.

Le modalità della collaborazione nelle competenze trasferite dal Decreto Legislativo n. 177/2016 sono oggetto di un accordo quadro Governo-Regioni stipulato nel maggio 2017¹³ con cui si stabilisce che gli strumenti pattizi nel concorso di mezzi di terra e aerei e nel coordinamento delle attività di spegnimento e le modalità di partecipazione alle SOUP vengano definiti previa ricognizione del quadro esigenziale regionale e possano prevedere anche forme di collaborazione nella definizione dei piani regionali di programmazione in materia e nell'organizzazione delle attività formative.

Al di fuori delle due campagne AIB principali, quella invernale nel Nord-Italia e quella estiva nel Centro-Sud, il CNVVF partecipa alle attività di formazione delle risorse AIB regionali, come previsto dall'accordo Accordo-quadro tra il Governo e le Regioni in materia di previsione, prevenzione e lotta attiva contro gli incendi boschivi del 4 maggio 2017, nonché alle attività esercitative che vengono svolte nelle singole realtà territoriali.

Specifiche convenzioni in materia AIB sono inoltre state firmate con Parchi Nazionali ed altri Enti che gestiscono aree protette.

In estrema sintesi, con riferimento ai Corpi dello Stato, la lotta attiva agli incendi boschivi è affidata al CNVVF mentre la prevenzione e la repressione del reato di incendio boschivo sono affidate all'Arma dei Carabinieri.

Dalle analisi condotte nel 2017 dal DPC con la partecipazione attiva delle componenti del SNPC operative sul tema dell'antincendio boschivo, sui punti di forza e di debolezza dell'intero sistema deputato alle attività di previsione, prevenzione e lotta attiva contro gli incendi boschivi, sono scaturite alcune proposte migliorative, inserite poi tra gli obiettivi del "Tavolo tecnico interistituzionale per il monitoraggio del settore antincendio

¹¹Definita nella stessa legge quadro come una applicazione esperta di fuoco su superfici pianificate, attraverso l'impiego di personale appositamente addestrato all'uso del fuoco e adottando prescrizioni e procedure operative preventivamente definite da apposite linee-guida.

¹² Con le disposizioni integrative apportate dal Decreto Legislativo 12 dicembre 2017, n. 228

¹³ Provvedimento 4 maggio 2017 (GU n. 136 del 14 giugno 2017)

boschivo e la proposizione di soluzioni operative”, istituito dal Capo del DPC con proprio decreto n.1551 del 10 aprile 2018.

Da alcune di queste proposte sono emanate direttive più strettamente operative, la cui attuazione è demandata alle singole Amministrazioni regionali, aventi a tema rispettivamente le funzioni e la definizione del Direttore delle operazioni di spegnimento degli incendi boschivi (DOS)¹⁴ e la formazione e la standardizzazione delle conoscenze del personale delle Sale operative unificate permanenti (SOUP)¹⁵.

A seguito della grave emergenza ambientale avvenuta nell'estate del 2021 in diverse Regioni, investite da estesi e ripetuti incendi, e nell'ottica di adeguare il Sistema antincendio boschivo, nel suo complesso, a quelli che potrebbero essere gli scenari futuri del rischio connesso agli incendi boschivi e d'interfaccia, è stato emanato il **Decreto Legge 8 settembre 2021, n. 120**, allo scopo di integrare e rafforzare il dispositivo normativo ed operativo esistente e migliorare la capacità ed efficacia operativa per il rafforzamento di tutti gli aspetti di previsione, prevenzione e lotta attiva agli incendi boschivi e di interfaccia. L'approccio del Decreto-legge è stato ulteriormente rafforzato con la legge di conversione dell'8 novembre 2021, n. 155.

A livello centrale il D.L. 120/2021 (art. 1) stabilisce che il DPC provveda, con cadenza triennale ed avvalendosi di un apposito Comitato tecnico, alla predisposizione di un *“Piano nazionale di coordinamento per l'aggiornamento tecnologico e l'accrescimento della capacità operativa nelle azioni di previsione, prevenzione e lotta attiva contro gli incendi boschivi”*, un nuovo strumento di programmazione statale volto alla ricognizione e valutazione:

- delle tecnologie di previsione, sorveglianza e monitoraggio per la lotta agli incendi boschivi;
- delle esigenze di potenziamento di mezzi aerei e terrestri per rafforzare le attività di previsione e prevenzione;
- delle esigenze di formazione del personale addetto alla lotta attiva contro di incendi boschivi.

Altre importanti novità sono le modifiche introdotte con l'art. 3 per accelerare il processo di aggiornamento del **catasto dei soprassuoli percorsi dal fuoco** e favorire le azioni sostitutive regionali in caso di inerzia dei Comuni nella pubblicazione degli Elenchi definitivi dei soprassuoli percorsi dal fuoco nel quinquennio precedente e delle relative perimetrazioni, le modifiche già citate dall'articolo 5 alla Legge n. 353/00 e la destinazione di uno specifico fondo nell'ambito del PNRR (M2,C4), alle misure di lotta contro gli incendi boschivi e in particolare alla realizzazione di un sistema avanzato e integrato di monitoraggio del territorio.

Di seguito il riepilogo del principale quadro normativo di riferimento in materia di incendi boschivi, tenuto conto anche delle funzioni e compiti svolti dai soggetti istituzionali e dalle strutture operative di intervento, è costituito dai seguenti provvedimenti:

Tabella 16 - Sintesi Normativa per il rischio incendi boschivi e di interfaccia

RIEPILOGO DEL QUADRO NORMATIVO		
ANNO	NORMA	ARGOMENTO
2000	Legge 21 novembre 2000, n. 353, recante “Legge-quadro in materia di incendi boschivi” (GU n. 280 del 30 novembre 2000)	Norma di riferimento nel settore. Contiene e definisce tutte Le disposizioni e le attività per la conservazione e alla difesa dagli incendi del patrimonio boschivo nazionale e le attività
2001	Decreto della Presidenza del Consiglio dei Ministri Dipartimento della Protezione Civile del 20 dicembre 2001, recante "Linee guida relative ai piani regionali per la programmazione delle attività di previsione, prevenzione e lotta attiva contro gli incendi boschivi", (GU n. 48 del 26 febbraio 2002)	Definisce le linee per la programmazione regionale indicata dalla Legge quadro

¹⁴ Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri del 10 gennaio 2020, recante “Definizione, funzioni, formazione e qualificazione della direzione delle operazioni di spegnimento degli incendi boschivi.”, (GU n.56 del 05 marzo 2020)

¹⁵ Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri del 12 giugno 2020, recante “Direttiva concernente la formazione e la standardizzazione delle conoscenze del personale delle Sale operative unificate permanenti (SOUP)”, (GU n.238 del 25 settembre 2020)

RIEPILOGO DEL QUADRO NORMATIVO

2006	Decreto Legislativo 139 del 2006	Riconoscimento del Corpo nazionale dei vigili del fuoco come componente fondamentale del servizio nazionale di protezione civile
2007	O.P.C.M. del 28 agosto 2007, n. 3606, "Disposizioni urgenti di protezione civile dirette a fronteggiare lo stato di emergenza in atto nei territori delle regioni Lazio, Campania, Puglia, Calabria e della regione Siciliana in relazione ad eventi calamitosi dovuti alla diffusione di incendi e fenomeni di combustione	Dispone che i comuni redigano il piano di emergenza sulla scorta delle linee guida del Manuale operativo <i>per la predisposizione di un piano comunale o intercomunale di protezione civile</i> Focus sul rischio incendio di interfaccia
2011	Direttiva Del Presidente Del Consiglio Dei Ministri 1 Luglio 2011- Direttiva in materia di lotta attiva agli incendi boschivi. (GU Serie Generale n.208 del 07-09-2011)	È adottato un Bollettino di previsione nazionale incendi boschivi, strutturato su scala provinciale e riportante lo scenario di previsione di natura probabilistica delle condizioni di suscettività all'innesco ed alla propagazione degli incendi boschivi, articolate su tre livelli, con una stima delle stesse fino a 24 ore.
2016	Decreto Legislativo 19 agosto 2016, n. 177, recante "Disposizioni in materia di razionalizzazione delle funzioni di polizia e assorbimento del Corpo forestale dello Stato, ai sensi dell'articolo 8, comma 1, lettera a), della legge 7 agosto 2015, n. 124, in materia di riorganizzazione delle Amministrazioni pubbliche", (GU n.213 del 12 settembre 2016)	Effettua un riordino delle funzioni dopo la soppressione del Corpo Forestale dello Stato tra Vigili del Fuoco ed Arma dei Carabinieri
2017	Accordo-quadro tra il Governo e le Regioni in materia di previsione, prevenzione e lotta attiva contro gli incendi boschivi.- Provvedimento 4 maggio 2017(GU n. 136 del 14 giugno 2017)	Definisce le modalità della collaborazione tra Vigili del Fuoco e Regioni nelle competenze trasferite dal Decreto Legislativo n. 177/2016
2017	Decreto Legislativo 12 dicembre 2017, n. 228, recante "Disposizioni integrative e correttive al decreto legislativo 19 agosto 2016, n. 177, in materia di razionalizzazione delle funzioni di polizia e assorbimento del Corpo forestale dello Stato, ai sensi dell'articolo 8, comma 6, della legge 7 agosto 2015, n. 124, in materia di riorganizzazione delle amministrazioni pubbliche" (GU n. 22 del 27 gennaio 2018)	Apporta modifiche correttive al Decreto Legislativo n. 177/2016
2018	Decreto Legislativo del 2 gennaio 2018, n. 1, recante "Codice della protezione civile", (GU n.17 del 22 gennaio 2018)	Riordino della materia di protezione civile, modifiche alla Legge 225/1992 organizzazione del servizio nazionale integrato
2018	Decreto Legislativo del 3 aprile 2018, n. 34, recante "Testo unico in materia di foreste e filiere forestali" (GU n.92 del 20 aprile 2018)	Legge Quadro Nazionale in materia di selvicoltura e filiere forestali che adotta una Definizione unitaria di bosco, promuove la gestione forestale sostenibile

RIEPILOGO DEL QUADRO NORMATIVO

		e definisce una nuova Strategia Forestale Nazionale
2018	Decreto n. 1551 del Capo Dipartimento della protezione civile del 10 aprile 2018 - Costituzione del Tavolo Tecnico Interistituzionale per il monitoraggio del settore antincendio boschivo e la proposizione di soluzioni operative	Istituzione del tavolo tecnico per il monitoraggio del rischio incendi boschivo presso il dpc
2020	Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri del 10 gennaio 2020, recante "Definizione, funzioni, formazione e qualificazione della direzione delle operazioni di spegnimento degli incendi boschivi.", (GU n.56 del 05 marzo 2020)	Direttiva operativa sulla figura del DOS, ruoli e funzioni in base agli scenari
2020	Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri del 12 giugno 2020, recante "Direttiva concernente la formazione e la standardizzazione delle conoscenze del personale delle Sale operative unificate permanenti (SOUP)", (GU n.238 del 25 settembre 2020)	Direttiva operativa sulla formazione e la composizione delle SOUP
2021	Testo coordinato del decreto-legge 8 settembre 2021, n. 120 (GU n. 216 del 9 settembre 2021) con la legge di conversione 8 novembre 2021, n. 155 (GU n.266 del 08 novembre 2021), recante: "Disposizioni per il contrasto agli incendi boschivi e altre misure urgenti di protezione civile "	Modifica alla legge quadro. Da disposizioni per "Piano nazionale di coordinamento per l'aggiornamento tecnologico e l'accrescimento della capacità operativa nelle azioni di previsione, prevenzione e lotta attiva contro gli incendi boschivi" del DPC e la realizzazione di un sistema avanzato e integrato di monitoraggio del territorio
2021	Decreto del Ministro della transizione ecologica n. 398 del 29 settembre 2021, con il quale è approvato il Piano Operativo per l'attuazione del Sistema di Monitoraggio Integrato (M2C4 investimento 1.1), (GU n.251 del 20 ottobre 2021)	Approva il piano operativo per la realizzazione del sistema di monitoraggio integrato cui al D.L.120/2021

Dall'excursus normativo fin qui svolto emergono numerosi elementi di complessità che si ripercuotono anche a livello di interazione tra gli attori coinvolti nel processo di gestione del rischio.

Per la normativa regionale il legislatore attribuisce alle Regioni, come detto, la competenza in materia di antincendio boschivo, per cui per la Legislazione di dettaglio in materia si rimanda alle Legislazioni Regionali.

Nell'analisi dei soggetti e dei processi di cui ai paragrafi successivi si è tenuto conto di alcune tra le pianificazioni regionali maggiormente significative per le prassi operative che mettono in campo o che hanno già percepito le nuove disposizioni di legge quali Basilicata, Emilia-Romagna, Lazio, Liguria, Piemonte, Veneto (i riferimenti dei piani regionali consultati sono riportati nella bibliografia).

7.2 Analisi dei processi, degli attori e delle responsabilità

Il processo di gestione del rischio è di tipo multi-attore e multi-obiettivo e si esplica in modo permanente coinvolgendo a diverso titolo e in differenti fasi temporali tutti gli Enti territoriali ed i Soggetti Operativi

di Protezione Civile. Per questa sua natura quindi la tematica non può essere riportata in aggregato ma sarà pertanto analizzata nelle sue componenti in relazione alle fasi che ne compongono il processo di gestione ed ai diversi attori con diverso grado di responsabilità che si interfacciano e si relazionano nelle varie fasi.

A livello temporale possono distinguersi diversi momenti all'interno dei quali vengono poste in essere le attività previste dalla Legge Quadro:

- il **tempo di pace**, in cui non si manifestano eventi;
- il **periodo AIB**¹⁶, solitamente da giugno a settembre di ogni anno;
- la **gestione dell'emergenza**, che concerne la fase di spegnimento degli incendi;
- l'immediato periodo **post AIB**.

A ciascuna di queste fasi temporali partecipano, con diversi profili di operatività, un complesso di Enti, Strutture e Soggetti Operativi che possono genericamente essere così riassunti:

- la **Regione**, articolata nelle sue componenti, che ha il compito di:
 - redigere il "Piano regionale di previsione, prevenzione e lotta attiva contro gli incendi boschivi"
 - stilare il programma degli interventi di prevenzione da attuare in tempo di pace per ridurre la probabilità che si manifestino gli incendi
 - coordinare l'operatività degli Enti e dei Soggetti operativi di PC sia nella fase AIB (lotta attiva) che in emergenza mediante le SOUP.
 - programmare l'uso delle risorse da rendere disponibili per la campagna AIB
- i **Comuni** che hanno il compito di:
 - redigere, sulla base del Piano regionale, il proprio Piano di Emergenza all'interno del quale debbono essere organizzate le risorse locali per fronteggiare le emergenze
 - definire le procedure di allertamento del sistema locale di protezione civile
 - predisporre piani di informazione rivolti alla popolazione
 - redigere le Ordinanze nel periodo AIB
- le **Prefetture - Uffici Territoriali di Governo**, che gestiscono l'eventuale attività di controllo del territorio da parte delle Forze dell'Ordine
- il **Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco**, per gli interventi di spegnimento ma anche per la collaborazione con le Regioni previo strumento pattizio
- i **Centri Funzionali Regionali**
- i **Carabinieri Forestali**, per la parte di prevenzione e repressione
- il **Centro Operativo Aereo Unificato (COAU)**, che assicura il concorso aereo per le attività di spegnimento
- il **Dipartimento della Protezione Civile**, il quale, durante il periodo AIB, emette giornalmente, tramite il proprio Centro Funzionale Centrale, un bollettino di suscettività all'innescio degli incendi boschivi su tutto il territorio nazionale, valido per le successive 24-48 ore
- le **Associazioni locali di volontariato**, organizzate a livello comunale o intercomunale che intervengono nel processo con compiti di monitoraggio locale o di supporto alle attività di spegnimento

Per quanto riguarda i Centri Funzionali, essi sono gli organi preposti a garantire un supporto ininterrotto e stabile nella gestione d'emergenza, garantendo un costante supporto alle decisioni delle autorità competenti.

Si occupano inoltre dell'integrazione e della convergenza di dati di diversa natura e si rapportano costantemente con le Sale Operative regionali e/o provinciali oltre che con qualsiasi altra struttura con funzioni di supporto decisionale tramite la Regione.

La rete dei Centri Funzionali è composta dai Centri Funzionali regionali, o Decentrati, e da un Centro Funzionale Centrale, presso il Dipartimento della Protezione Civile.

Le procedure, i metodi e i criteri utilizzati sono comunitari e sono componenti del Servizio nazionale della Protezione Civile.

¹⁶ Alcune regioni come la Lombardia individuano anche il **periodo ad alto rischio**.

I Ruoli ed i soggetti a livello operativo, l'organizzazione dei processi e i soggetti competenti possono variare da Regione a Regione essendo la materia degli incendi boschivi materia di tipo concorrente: è il caso ad esempio della Regione Lombardia che individua tra gli Enti coinvolti anche l'Azienda Regionale Emergenza Urgenza e l'ERSAF Ente Regionale per i Servizi all'agricoltura e alle foreste a comporre il sistema AIB oppure della Regione Emilia Romagna che stabilisce un coordinamento a scala provinciale della protezione civile.

L'articolazione proposta, per i motivi anticipati, è quindi di tipo strutturale e valida a livello generale ed include:

- la **previsione** delle condizioni di rischio; questa funzione si esplica:
 - **in tempo di pace** (previsione annuale o a lungo periodo), con lo scopo di produrre tutti gli elementi di conoscenza utili a porre in essere le azioni strutturali di riduzione del rischio e a permettere agli Enti Locali di predisporre i propri Piani per la gestione delle emergenze;
 - **durante la campagna AIB ed in fase di gestione delle emergenze** (previsione dinamica), con la finalità di produrre quadri informativi sullo stato corrente di pericolosità e di rischio agenti all'interno del territorio regionale;
- la programmazione degli interventi di **prevenzione** del rischio; questa funzione si esplica:
 - **in tempo di pace (prevenzione strutturale)** con lo scopo di ridurre le cause e il potenziale innesco d'incendio;
 - **durante la campagna AIB ed in fase di gestione delle emergenze (prevenzione operativa)** con lo scopo di minimizzare i danni risultanti da un evento in essere e con azioni principalmente orientate ad assicurare la migliore operatività del sistema di protezione civile durante la campagna AIB ed in fase di gestione delle emergenze;
- il **monitoraggio**, relativo sia alla rilevazione delle specifiche condizioni meteorologiche predisponenti il manifestarsi degli incendi che all'avvistamento di focolai;
- la **gestione degli eventi**, ovvero sia le attività spegnimento con mezzi da terra e aerei;
- le **attività post evento**, distinte in:
 - la **valutazione dei danni** al termine del periodo AIB con il fine di ricognire e documentare le aree percorse dal fuoco e valutare i danni degli eventi occorsi in termini di beni coinvolti negli eventi stessi;
 - le **attività investigative** sulle cause di innesco, sui moventi e sui responsabili del reato di incendio boschivo.

Nei paragrafi successivi si fornisce il dettaglio delle attività per ciascuna componente del processo complessivo di gestione.

7.2.1 Previsione

L'attività di previsione consiste nell'individuare le aree e i periodi a rischio incendio boschivo, nonché gli indici di pericolosità elaborati sulla base di variabili climatiche e vegetazionali, la cui applicazione è determinante per la pianificazione degli interventi di prevenzione e di spegnimento. Possono distinguersi una attività previsionale su lungo periodo e una di tipo dinamica nel periodo AIB.

L'**attività previsionale su lungo periodo** compete alla **Regione**, viene svolta annualmente ed ha lo scopo di produrre una delle componenti del "Piano regionale di previsione, prevenzione e lotta attiva contro gli incendi boschivi" definito dalla Legge Quadro. L'analisi previsionale contenuta nel Piano è finalizzata a:

- determinare le azioni di prevenzione strutturale del rischio, da porre in essere da parte della Regione, degli Enti Locali e dei cittadini;
- organizzare le risorse necessarie alla gestione degli eventi, condividendone gli esiti con il DPC per consentire la pianificazione ottimizzata dell'uso delle risorse aree durante il periodo AIB.
- formulare programmi di formazione ed informazione per la cittadinanza e gli operatori del volontariato.

L'attività di previsione consiste nell'individuare le aree e i periodi a rischio incendio boschivo, nonché gli indici di pericolosità elaborati sulla base di variabili climatiche e vegetazionali, la cui applicazione è determinante per la pianificazione degli interventi di prevenzione e di spegnimento. Possono

distinguersi una attività previsionale su lungo periodo e una di tipo dinamica nel periodo AIB/ad alto rischio.

Il quadro conoscitivo necessario per predisporre il **Piano Regionale di previsione, prevenzione e lotta attiva contro gli incendi boschivi**, di durata triennale, con aggiornamento annuale deve tener conto di questi aspetti informativi:

- le cause determinanti e i fattori predisponenti dell'incendio,
- le aree a rischio di incendio boschivo rappresentate con apposita cartografia tematica aggiornata, con l'indicazione delle tipologie di vegetazione prevalenti,
- le aree percorse dal fuoco nell'anno precedente, rappresentate con apposita cartografia,
- le aree trattate con la tecnica del fuoco prescritto (definito art 4. comma 2-bis),
- i periodi a rischio di incendio boschivo, con l'indicazione dei dati anemologici e dell'esposizione ai venti,
- gli indici di pericolosità fissati su base quantitativa e sinottica,
- le azioni e gli inadempimenti agli obblighi che possono determinare anche solo potenzialmente l'innescio di incendio nelle aree e nei periodi a rischio di incendio boschivo nonché di incendi in zone di interfaccia urbano-rurale,
- gli interventi per la previsione e la prevenzione degli incendi boschivi anche attraverso sistemi di monitoraggio satellitare.

Da ciò si traggono i fabbisogni informativi che ciascuna Regione dovrebbe avere per la predisposizione dell'attività previsionale. Gli specifici contenuti dell'analisi previsionale sono:

- la delimitazione delle aree maggiormente suscettive al fenomeno dell'incendio boschivo;
- la determinazione degli indici di pericolosità associati alle diverse aree, in funzione delle potenziali cause di innesco degli incendi;
- la determinazione dei livelli di rischio stimati in funzione dei potenziali danni attesi. Gli scenari di rischio, in particolare, devono essere costruiti in funzione della delimitazione dei potenziali areali di incendio, ove questi ultimi sono identificati sulla base di simulazioni

Sia nella definizione delle aree a maggior rischio che degli **indici di pericolosità** le regioni adottano diverse metodiche e stime. Le mappe di pericolosità e rischio incendio boschivo vengono realizzate con procedure differenti, utilizzando metodi di classificazione delle aree interessate non omogenei.

La probabilità che un incendio si inneschi è legata a un alto numero di fattori in grado di influenzare gli eventi, come la geomorfologia, l'uso del suolo, la meteorologia e la presenza antropica, che interagiscono tra loro e che devono necessariamente essere considerati simultaneamente al fine di definire un indice di rischio affidabile e rappresentativo della situazione reale. È da precisare che spesso le variabili scelte sono **selezionate anche in relazione alla disponibilità delle informazioni a scala regionale**.

La modellazione del rischio è espressa da grandezze legate alle caratteristiche territoriali, morfologiche, vegetazionali e climatiche delle aree in cui valutare il rischio incendio ed il modello da costruire raggruppa i parametri considerati per stimare differenti tipologie di rischio la cui combinazione determina un indice globale di rischio di innesco incendio.

Il fenomeno che causa il rischio di incendio boschivo è una combustione che per avvenire e continuare nel tempo necessita di tre elementi fondamentali:

- il combustibile, ossia l'insieme dei materiali legnosi che formano (o hanno formato) le piante e gli altri vegetali presenti nell'area considerata;
- il comburente, l'ossigeno atmosferico;
- l'energia di accensione fornita da un qualsiasi apporto esterno, generalmente una fiamma.

La metodologia adottata per la definizione delle classi di rischio di incendio boschivo discende dalla adozione della formulazione generale del concetto di rischio, rappresentata dalla seguente espressione.

Rischio = Pericolosità x Vulnerabilità

La **pericolosità** esprime la probabilità che un fenomeno avvenga in un certo luogo con una certa intensità, in un certo intervallo di tempo. Più in generale, con il termine Pericolosità si indica la esistenza

di fattori, identificati sulla base del loro grado di influenza sul fenomeno in esame, che possono potenzialmente aumentare o diminuire la probabilità che si verifichi il fenomeno stesso.

Nel caso degli incendi boschivi, tali fattori sono da riferirsi a due componenti specifiche del fenomeno:

- la **suscettività dei corpi vegetali** ad essere sede di un incendio, intendendo con suscettività un complesso di caratteristiche fisico-ambientali intrinseche predisponenti al fenomeno;
- la probabilità che in prossimità di un corpo vegetale suscettivo agli incendi si manifesti una causa innescante l'incendio stesso.

I fattori connessi alla probabilità che un corpo vegetale sia interessato da un incendio sono di due tipi:

- **fattori predisponenti**, connessi alle caratteristiche intrinseche del territorio. I principali fattori che rientrano in tale categoria sono:
 - fattori biologici concernenti la vegetazione che, facendo riferimento alla sua caratterizzazione come combustibile, deve essere descritta sulla base di due principali caratteri pirologici:
 - l'**incendiabilità**, che rappresenta la facilità con cui un corpo vegetale brucia causando fuoco o combustione; In linea generale sono caratterizzate da maggiore infiammabilità tutte quelle specie vegetali che tendono ad avere bassi tenori idrici. L'informazione circa la incendiabilità delle diverse specie vegetali è detraibile da varie fonti e studi sulle classificazioni dei corpi vegetali.
 - la **combustibilità**, che descrive l'attitudine di un corpo vegetale a sopportare un processo di combustione più o meno rapido e durevole nel tempo; Tale propensione influisce sulla difficoltà nelle operazioni di spegnimento da parte dell'operatore A.I.B. nel verificarsi dell'evento di Incendio boschivo.
 - il **clima**, in quanto influente sui contenuti di acqua dei corpi vegetali, analizzato attraverso:
 - il **fitoclima**, derivato dall'analisi di dati storici di tipo pluviometrico e termometrico, che descrive l'insieme delle condizioni climatiche che interessano più direttamente la vita e lo stato vegetazionale delle piante;
 - il **soleggiamento**, in quanto direttamente influente sui contenuti di acqua dei corpi vegetali. Il soleggiamento indica l'intensità di illuminazione che ogni versante riceve dal sole nell'arco di una giornata. Alla fine di calcolare l'indice di suscettività per la campagna A.I.B., si è ritenuto opportuno di prendere in considerazione tale variabile in quanto, la suscettività all'incendio di un corpo vegetale è fortemente influenzata dall'umidità del suolo e, di conseguenza, dall'umidità del combustibile. Le condizioni di umidità sono, a loro volta, fortemente dipendenti dalle condizioni di soleggiamento.
- **fattori determinanti**, riconducibili principalmente a cause di origine antropica e rappresentabili quindi mediante l'analisi delle relazioni intercorrenti tra i corpi vegetali e la presenza umana.

Nel caso degli incendi boschivi la pericolosità può essere interpretata secondo due scale temporali differenti: il lungo periodo, che rappresenta l'orizzonte di riferimento per la ripartizione delle risorse sul territorio in sede di pianificazione AIB, ed il breve periodo che invece attiene alla campagna AIB e costituisce il riferimento per organizzare l'allerta, la sorveglianza, la dislocazione dei mezzi e delle risorse e il supporto per le operazioni di spegnimento.

Si parla, nel primo caso, di **pericolosità statica** ed essa è valutata in funzione dei valori medi che assumono, a livello territoriale, i fattori predisponenti e determinanti.

Nel secondo caso ci si riferisce invece alla **pericolosità dinamica** che viene generalmente descritta in funzione dei valori che i fattori predisponenti assumono in un dato momento, in funzione delle specifiche condizioni climatiche, e di ulteriori condizioni locali (ad esempio la morfologia) che contribuiscono alla propagazione di un incendio in atto.

La **vulnerabilità del territorio** è definita analizzando la predisposizione al danno di tre componenti:

- forestale, esprime la propensione al danneggiamento della superficie boscata, assegnando un valore diverso di resilienza e resistenza in base al tipo di vegetazione.
- urbana, riferita alla lontananza di aree urbane e infrastrutture dall'area bruciabile, attribuendo un valore di vulnerabilità decrescente all'aumentare della distanza
- antropica in cui, la predisposizione al danno è definita assegnando valori decrescenti in base alla densità abitativa

La vulnerabilità dei corpi vegetali è valutata in funzione della maggiore o minore propensione alla incendiabilità e combustibilità di ciascuna formazione vegetale e della frequenza con cui alcune delle formazioni vegetali sono state interessate, in un consistente intervallo di tempo, dal fenomeno degli incendi, in quanto tali occorrenze rendono maggiormente vulnerabile le formazioni vegetali.

La vulnerabilità agli incendi è ottenuta dalla somma delle singole mappe classificate della incendiabilità e la combustibilità delle formazioni vegetali e le aree percorse dal fuoco. Le variabili prese in considerazione per il calcolo dell'Indice di Vulnerabilità agli Incendisono le seguenti:

- Le caratteristiche dei corpi vegetali espressi in termini di incendiabilità e combustibilità;
- Le aree percorse dal fuoco.

Si ottiene quindi una mappa a scala regionale, associando al territorio un grado di vulnerabilità variabile con una scala graduate. Sulla base del prodotto tra pericolosità e vulnerabilità, si ottiene la carta del rischio incendio boschivo a livello comunale

L'indice di rischio è calcolato producendo una analisi multivariata che combina i valori di vulnerabilità e di pericolosità. I prodotti informativi risultanti in questa fase sono le mappe di suscettività, pericolosità, probabilità di innesco e vulnerabilità e la carta rischio. Usualmente, la struttura generale del modello prevede l'analisi di differenti parametri opportunamente pesati, per rappresentare in maniera più fedele possibile la variabilità spaziale e temporale del rischio. Di seguito si riporta uno schema sintetico per la modellazione del rischio.

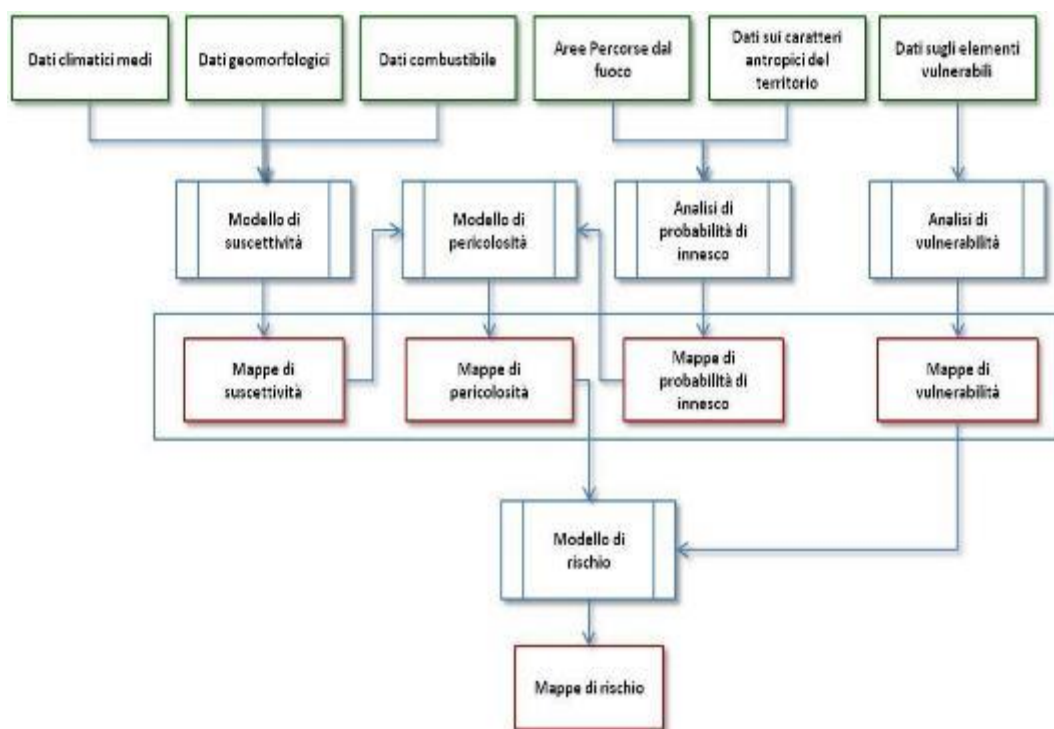


Figura 27 - Modello generale per il calcolo del rischio incendi boschivi

La metodologia analitica proposta prevede che ciascuna delle componenti concorrenti alla determinazione del rischio connesso al manifestarsi di un incendio boschivo venga modellata singolarmente, producendo delle mappe numeriche che costituiranno:

- input per l'implementazione del modello di rischio complessivo;
- base informativa per la determinazione di specifiche politiche di prevenzione da adottarsi, in maniera distinta o combinata, sulle diverse componenti del rischio.

Dovendo infatti il piano AIB fornire ai diversi soggetti territoriali, oltre che alla stessa Regione, chiamati a porre in atto specifiche azioni di riduzione delle condizioni di rischio, la disponibilità di tali basi informative costituisce un importante supporto alla definizione delle tipologie di interventi utili a tale scopo.

Per la conduzione delle analisi previsionali si fa riferimento ai dati resi disponibili dai soggetti istituzionalmente competenti per la produzione e la diffusione dei dati stessi, sulla base dei quali

vengono calcolati appositi indici per ottenere una opportuna modellazione del fenomeno. La definizione di tali risorse informative è oggetto del paragrafo di AS IS per la componente previsionale.

La pericolosità statica è un indice sintetico derivante dalla combinazione dell'indice di suscettività agli incendi in una data localizzazione e sull'indice di probabilità all'inscendio in quella specifica localizzazione. L'Indice di Pericolosità agli incendi è ottenuto, come una combinazione dei valori della Mappa di suscettività e della Mappa di probabilità di inscendio.

Classificazione dei Comuni o delle Aree Base

I valori di pericolosità contenuti nella Mappa di pericolosità vengono ripartiti per ciascun Comune o Area Base tramite delle indagini statistiche, calcolando la percentuale di superficie per ogni classe di pericolosità.

In seguito alla valutazione dei criteri legati alla superficie cumulata massima percorsa dal fuoco, alla percentuale di superficie percorsa dal fuoco ed altri criteri definiti nei piani, ad ogni comune viene associato un determinato indice di pericolosità. Dalla mappa di suscettività e le articolazioni territoriali individuate nelle Zone di vigilanza meteo del DPC vengono derivate le perimetrazioni delle Zone di Allerta per gli Incendi Boschivi (aree omogenee)

Dalla combinazione delle singole mappe classificate di Valore ecologico del territorio e l'indice di Rischio si ottiene il valore del danno potenziale, che esprime le potenziali alterazioni, frammentazione e/o perdita degli habitat che il verificarsi del fenomeno degli incendi può causare in una determinata area.

L'attività previsionale di tipo dinamico è invece richiesta nel **periodo AIB** per contestualizzare le condizioni di pericolosità e di rischio stimate in tempo di pace, in relazione ai diversi contesti territoriali ed in funzione delle specifiche condizioni meteo climatiche registrate. L'analisi compete alla Regione, ha carattere di periodicità (definita in funzione del cambiamento delle condizioni meteorologiche predisponenti gli incendi) e produce una **mappatura delle condizioni di rischio** agenti nelle diverse aree maggiormente suscettive al fenomeno.

I principali attori in questa fase sono le strutture componenti del sistema di allertamento, ovverosia i centri funzionali a livello centrale e regionale. L'attività di previsione, ma più in generale il sistema di allertamento¹⁷, si avvale delle previsioni delle condizioni di pericolosità dei possibili incendi boschivi e dei conseguenti scenari di rischio non solo in aree boscate e rurali, ma soprattutto periurbane.

La gestione del sistema di allerta è assicurata dal DPC attraverso il Centro Funzionale Centrale e il Servizio Rischio incendi boschivi e di interfaccia, che emette giornalmente un bollettino di suscettività all'inscendio degli incendi boschivi su tutto il territorio nazionale, individuando per ogni provincia tre livelli di pericolosità, a cui corrispondono tre diverse situazioni:

- **pericolosità bassa:** l'evento può essere fronteggiato con i soli mezzi ordinari e senza particolare dispiegamento di forze;
- **pericolosità media:** l'evento deve essere fronteggiato con una rapida ed efficiente risposta del sistema di lotta attiva;
- **pericolosità alta:** l'evento può raggiungere dimensioni tali da richiedere quasi certamente il concorso della flotta aerea statale.

Le previsioni sono predisposte non solo sulla base delle condizioni meteo-climatiche, ma anche sulla base della vegetazione, dello stato fisico e di uso del suolo, nonché della morfologia e dell'organizzazione del territorio. Il bollettino si limita a una previsione su scala provinciale, stimando il valore medio della suscettività all'inscendio su un arco temporale utile per le successive 24 ore e in tendenza per le successive 48. Il bollettino viene messo a disposizione di Regioni e Province Autonome, Prefetture, Carabinieri forestali e Vigili del Fuoco

¹⁷ La Legge n.100 del 12 luglio 2012 "*Disposizioni urgenti per il riordino della protezione civile*", che ha inserito l'art.3-bis alla L.225/92 "*Istituzione del Servizio di Protezione Civile*", ha sancito quale norma primaria, l'organizzazione ed il funzionamento del Sistema di allertamento nazionale per il rischio meteo-idrogeologico e idraulico, di cui alla Direttiva P.C.M del 27 febbraio 2004 e s.m.i.

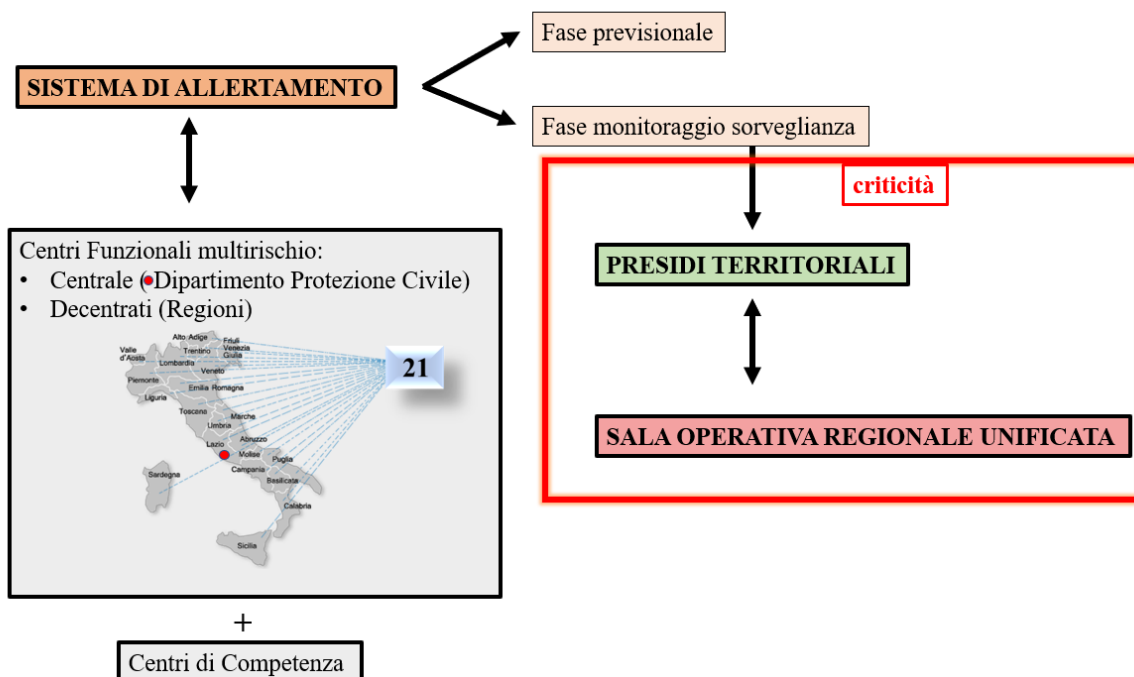


Figura 28 - Schema del sistema di allertamento

I **Centri Funzionali Regionali**, laddove è attivo il sistema di allerta a scala regionale, possono emettere a loro volta un bollettino di suscettività agli incendi. Sulla scorta della ricezione del bollettino dal DPC la Regione emette il bollettino di criticità che dà il via alla fase della lotta attiva agli incendi. Nel seguente schema viene riportato l'articolazione dei flussi informativi, che costituiscono la base del processo di gestione dalla fase di allertamento all'attivazione di componenti e strutture chiamati ad intervenire in caso di evento.

7.2.2 Prevenzione

Previsione e prevenzione sono strettamente collegate e interconnesse. La prevenzione articola gli scenari previsionali commisurati sulle ipotesi peggiori e ha il compito di prefigurare situazioni spaziotemporali in maniera lungimirante.

In tempo di pace si attua prevalentemente la **prevenzione strutturale**¹⁸ del rischio che ha lo scopo di ridurre il rischio connesso al manifestarsi degli incendi boschivi, identificando quelli interventi idonei a ridurre la probabilità che si manifestino incendi, che intervengono cioè sulle condizioni di suscettività dei corpi vegetali agli incendi o sulle potenziali cause (anche antropiche) di innesco. Appartengono a questa categoria:

- gli **interventi infrastrutturali** quali nuovi punti di approvvigionamento idrico e piazzole per elicotteri, la dotazione di mezzi antincendio, attività di realizzazione, ripristino e manutenzione della viabilità forestale di servizio;
- gli **interventi colturali** che consentono la riduzione biomassa combustibile a elevato potenziale di propagazione, raccolta dei residui delle lavorazioni boschive, potatura, diradamenti, rinaturalizzazione di formazioni, eliminazione delle specie ad alta infiammabilità;
- le **operazioni di prevenzione selvicolturale** cioè l'insieme di operazioni che tendono a far diminuire l'impatto dell'eventuale passaggio del fuoco su un soprassuolo boschivo o a ridurre la probabilità di innesco quali ad esempio la creazione o manutenzione di viali tagliafuoco¹⁹: e l'applicazione del fuoco prescritto²⁰.

Alla **Regione** è affidato il compito di identificare gli interventi strutturali, mentre la loro implementazione, in

¹⁸ Definizione derivata dal Codice di Protezione Civile, Decreto Legislativo n.1/2018 art.2

¹⁹ La Regione Piemonte Emilia-Romagna e Lombardia hanno previsto nell'ambito delle azioni preventive antincendio la realizzazione di viali attivi verdi, nei quali la vegetazione arborea non è completamente eliminata, ma la biomassa è diminuita soprattutto a carico della vegetazione arbustiva secondo una gestione sostenibile delle foreste.

²⁰ Una tecnica che prevede l'applicazione consapevole ed in condizioni di sicurezza del fuoco su superfici limitate e all'internodi definite finestre ambientali in periodi a basso rischio di sviluppo di incendi, per ottenere poi, in condizioni di incendio, un comportamento del fronte di fiamma utile a conseguire specifici obiettivi gestionali e minimizzare la propagazione del fuoco in modo da facilitarne l'estinzione

relazione allo specifico degli interventi stessi, è affidata tanto alla Regione che agli Enti locali ed ai soggetti operativi di PC.

Attengono alla **prevenzione operativa** gli interventi identificati dalla Legge 353/2000 aggiornata da D.L. 120/2021, quali:

- il monitoraggio del territorio,
- l'allertamento,
- la pianificazione dell'emergenza,
- la formazione,
- la diffusione della conoscenza della protezione civile,
- l'informazione alla popolazione,
- l'applicazione della normativa tecnica
- le esercitazioni.

Alcuni recenti piani AIB²¹ includono anche il coinvolgimento di proprietari privati e agricoltori nelle attività selvicolturali di prevenzione, da definire all'interno degli specifici piani di emergenza comunale e inserendo tali soggetti in piani formativi per la diffusione di buone pratiche volte a mitigare il rischio di incendio boschivo.

I soggetti chiamati ad implementare le azioni di prevenzione operativa sono molteplici:

- la **Regione**, che ha il compito di garantire le comunicazioni relative ai diversi stati di allerta e di assicurare l'idoneo monitoraggio del territorio,
- gli **Enti territoriali**, che si occupano della pianificazione dell'emergenza a scala comunale (o intercomunale)
- le Associazioni del Volontariato di Protezione Civile,
- Il **Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco** previ accordi di programma con le singole regioni è coinvolto anche nella formazione e nell'addestramento del personale AIB,
- l'**Arma dei Carabinieri - "Organizzazione Forestale"** che attua la prevenzione tramite i Servizi del territorio, anche aerei, e la verifica degli adempimenti da parte di soggetti pubblici e privati ad osservare le disposizioni delle normative di settore. Svolge inoltre attività investigative con proprie componenti specializzate.

Considerata la molteplicità di soggetti che intervengono in questa fase diviene importantissimo un raccordo efficace tra tutti anche in relazione ai sistemi di allertamento locale di Protezione Civile e i Corpi di Polizia Locale per rendere sempre più efficiente il loro coinvolgimento e la loro attivazione sia in fase di prevenzione che durante la successiva fase di gestione delle emergenze.

7.2.3 Monitoraggio

Il **monitoraggio** è fondamentale per la conoscenza di diversi aspetti del fenomeno incendi boschivi al fine di valutare:

- le condizioni predisponenti (in tempo di pace) come, ad esempio, lo stato della vegetazione (in termini di umidità, densità e salute etc) e le condizioni meteo-climatiche di un determinato luogo;
- l'evoluzione dell'incendio (in campagna AIB e in corso di evento per individuare l'origine dell'incendio, l'innescò e determinare le condizioni meteo climatiche correnti)
- il ritorno alla normalità (in fase di post-evento per indagare l'area coinvolta dall'incendio e l'evoluzione dei
- indagare l'area coinvolta dall'incendio e l'evoluzione dei processi naturali di recupero e di ricrescita)

Il **monitoraggio in tempo di pace** è finalizzato a dar supporto alle attività di pianificazione: lo stato della vegetazione può essere valutato attraverso immagini telerilevate e/o indagini in situ.

Durante la Campagna AIB ed in particolare **non appena si verifica un evento**, le attività di monitoraggio per individuare l'innescò di un incendio possono essere svolte, in maniera automatica attraverso un sistema di avvistamento da terra o mediante segnalazioni in tempo reale.

²¹ In tale ambito, in fase di prevenzione potrebbero essere coinvolti in interventi di riduzione a scopo preventivo della biomassa suscettibile di incendio (in ambito forestale e nella gestione degli incolti e delle pertinenze stradali) e la manutenzione in efficienza della viabilità poderal e forestale e dei punti di approvvigionamento idrico (Piano AIB Emilia-Romagna per il periodo 2022-2026)

Sia in tempo di pace che in campagna AIB le condizioni meteo-climatiche vengono sempre indagate attraverso una rete di monitoraggio installata capillarmente sul territorio regionale.

Il monitoraggio si può svolgere

- con pattugliamento da terra con automezzi o mediante segnalazioni in tempo reale, con modalità di avvistamento tradizionali e in questo caso viene disimpegnata con presidio umano AIB;
- in postazioni fisse o mobili. I soggetti preposti all'avvistamento sono volontari o operatori AIB opportunamente formati.
- con pattugliamento mobile aereo, optando per le attività di avvistamento aereo nelle aree dove la rete viaria è limitata, l'orografia accidentata, oppure laddove le aree boscate da osservare sono assai vaste e uniformi e rendono difficile l'avvistamento su strade. (flotta aerea, CNVVF e Regioni)
- con monitoraggio elettronico a distanza da remoto e con sistemi di telerilevamento ed è svolto dalle Regioni.

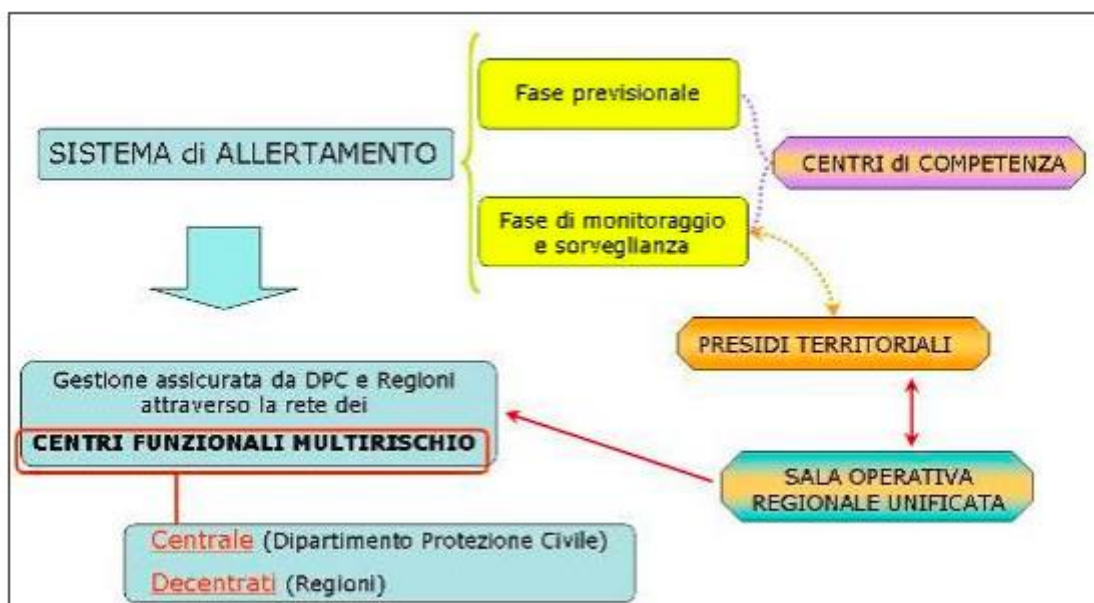


Figura 29 - Schema tratto dal Manuale operativo sui flussi delle attività e sui soggetti coinvolti

Il pattugliamento terrestre è attività tipica dei presidi AIB che devono adoperarsi a stabilire rapporti di collaborazione con Enti, Istituzioni, organizzazioni ed apparati interessati e competenti per le attività antincendio boschivo.

Il CNVVF, oltre ai servizi di soccorso pubblico, espleta anche i servizi di prevenzione incendi.

Tra i soggetti coinvolti in questa fase un ruolo fondamentale viene svolto dai **Carabinieri Forestali** in merito al monitoraggio delle foreste italiane tramite tecniche di "remote sensing", impiego dei droni nelle attività di aerofotogrammetria ed uso congiunto dell'intelligenza artificiale per il monitoraggio del territorio²².

L'obiettivo del monitoraggio in campagna AIB è quello di fornire un supporto alle elaborazioni effettuate per la **simulazione dell'andamento di un evento**, nel momento in cui esso si manifesta. L'evoluzione di un incendio è infatti connessa alle specifiche caratteristiche (morfologiche, vegetazionali e climatiche) del luogo in cui in un dato momento l'evento si manifesta.

L'azione di avvistamento ha lo scopo di individuare e localizzare i focolai di incendio sul nascere, segnalandoli tempestivamente alla struttura di competenza per l'organizzazione del successivo intervento di spegnimento e neutralizzazione del fuoco.

La necessità di adeguati dispositivi di videosorveglianza utili alla rilevazione dei focolai, "in particolare di droni dotati di sensori, di videocamere ottiche e a infrarossi nonché di radar, tenuto conto di quanto previsto dal comma 2 -ter dell'articolo 4 della legge 21 novembre 2000, n. 353"²³ viene ribadita anche dalla recente previsione normativa che segnala l'esigenza di dotarne il Corpo Nazionale dei Vigili del

²² Da Scheda CUFAA Arma dei Carabinieri - PNRR_MITE SISTEMA MONITORAGGIO INCENDI.pdf

²³ Disposizione del Decreto Legge n. 120/2021

fuoco, le Forze armate e le forze dell'ordine, impegnate nella prevenzione (e nello spegnimento degli incendi boschivi).

7.2.4 Gestione delle emergenze

Le attività che fanno capo a questa funzione di protezione civile sono quelle direttamente connesse alle operazioni di spegnimento di incendi in atto. I soggetti attuatori delle diverse attività sono molteplici. A livello centrale, come previsto dalla Legge 152/2005, il Presidente del Consiglio definisce ogni anno i tempi di svolgimento della campagna AIB invernale ed estiva ed emana gli indirizzi operativi per adottare tutte le iniziative necessarie a prevenire e fronteggiare gli incendi boschivi e di interfaccia. Le indicazioni, contenute in due documenti separati, sono rivolte alle Regioni e ai Ministeri dell'Interno, della Difesa, delle Politiche Agricole, dell'Ambiente, delle Infrastrutture e Trasporti e a quello per i rapporti con le Regioni.

Il **DPC** garantisce e coordina sul territorio nazionale, attraverso il **COAU - Centro Operativo Aereo Unificato**, le attività aeree di spegnimento con la flotta aerea antincendio dello Stato. Sempre con cadenza annuale, il DPC, che coordina la flotta aerea dello Stato, definisce le procedure per la richiesta del concorso aereo da parte delle Regioni e delle Province Autonome.

Il COAU è attivo continuativamente nell'arco delle 24 ore per tutto l'anno. Centro di comando e controllo di tutti i mezzi aerei resi disponibili per il concorso nell'attività di protezione civile, il COAU pianifica e coordina le attività di volo sia in ambito nazionale che internazionale. Nell'attività antincendio boschivo è in costante contatto con le COR - Centrali Operative Regionali e le SOUP di tutte le Regioni. Per ridurre al minimo il tempo necessario per arrivare sul luogo delle operazioni è fondamentale la pianificazione delle dislocazioni a terra dei mezzi aerei disponibili. Gli aerei e gli elicotteri antincendio della flotta aerea dello Stato vengono schierati sul territorio tenendo conto delle aree a rischio e delle condizioni meteorologiche che rendono più probabile l'insorgere di incendi boschivi. Qualsiasi punto del Paese è raggiungibile entro 60/90 minuti dal decollo.

Il coordinamento e la gestione delle attività di lotta attiva agli incendi boschivi vengono esercitati in linea generale dalla **Regione**, che, a questo fine, utilizza i supporti tecnologici presenti nella SOUP (Sala operativa unificata permanente) Nei periodi di massimo rischio incendio boschivo, come definiti a livello regionale, l'operatività di tipo continuativo è da intendersi con un funzionamento h 24. Al di fuori di tali periodi l'operatività è definita nell'ambito del Piano regionale antincendio boschivo di cui all'art. 3 della legge n. 353/2000

In termini macro, i compiti che debbono essere assolti dalla SOUP (intesa come organismo in cui operano in modo **coordinato** la Regione, i Carabinieri Forestali ed i VVF) sono sostanzialmente riassumibili:

- la registrazione e la localizzazione degli eventi;
- la determinazione delle risorse necessarie alle operazioni di spegnimento ed il loro reperimento;
- il coordinamento dei soggetti chiamati ad intervenire nelle operazioni di spegnimento
- il coordinamento e la gestione di tutte le attività di lotta attiva agli incendi boschivi, dalla fase di segnalazione, che se verificata in situ da esito alla fase attiva, fino allo spegnimento ed alla chiusura dell'evento.

La **SOUP** è assegnata ad un Dirigente regionale che provvede alla sua organizzazione e funzionamento. Per ricoprire i ruoli previsti in SOUP, il Piano regionale AIB individua le strutture che partecipano alle attività di sala secondo le procedure di sala:

- Regione,
- Enti locali,
- Volontariato
- Vigili del fuoco (In caso di convenzioni stipulate tra il CNVVF e le Regioni, ai sensi dell'art. 7 della legge n. 353/2000 e dell'art. 9 del decreto legislativo n. 177/2016, presso la SOUP è attivabile una postazione dei VVF).

Inoltre, la SOUP è l'unica struttura operativa che gestisce i rapporti con il Centro operativo aereo unificato (COAU), in merito al concorso aereo della flotta dello Stato, secondo quanto previsto dalla direttiva COAU del DPC.

I **Vigili del Fuoco** in questa fase hanno il coordinamento delle attività, in concorso con le regioni, per le funzioni di contrasto agli incendi boschivi con ausilio di mezzi da terra e aerei, il coordinamento delle operazioni di spegnimento e l'impiego dei gruppi di volontariato.

In particolare, la **Direzione Centrale per l'Emergenza il Soccorso Pubblico e l'Antincendio Boschivo** effettuano quanto necessario per assicurare il coordinamento dell'attività di soccorso a livello nazionale e internazionale, (art. 63, comma 3 del DPR n. 64 del 2012 - Regolamento di servizio del CNVVF) mentre Il **Servizio T.A.S.**, un Servizio centrale di personale VF specializzato in "Topografia Applicata al Soccorso"²⁴, si occupa di rilievo topografico e del supporto cartografico alle operazioni. È previsto il "modulo TAS" tra i moduli operativi di Colonna Mobile Regionale di Protezione Civile. Sono di specifica competenza del CNVVF gli interventi sugli **incendi non boschivi di vegetazione** e quelli relativi agli incendi boschivi quando questi assumono le caratteristiche di incendi di interfaccia urbano-rurale, con minaccia per l'incolumità delle persone e l'integrità dei centri abitati.

Gli interventi di **lotta attiva contro gli incendi boschivi** comprendono le attività di ricognizione, sorveglianza, avvistamento, allarme e spegnimento con mezzi da terra e aerei.

In base all'**esito della verifica** sulla tipologia di incendio si affida la gestione dell'evento alla struttura competente:

- organizzazione AIB per incendi di bosco; in tal caso la SOUP informa il comune territorialmente competente e l'ente gestore dell'area protetta interessata, con le modalità previste dal piano AIB regionale.
- CNVVF per incendi di vegetazione e/o incendi di altro tipo (civili, industriali, ecc.), salvo diverse indicazioni contenute nel piano regionale AIB che assume la direzione delle operazioni di spegnimento.

La **SOUP** è la sala operativa che coordina e gestisce tutte le attività di lotta attiva agli incendi boschivi, dalla fase di segnalazione alla chiusura dell'evento. Le fasi di gestione di un incendio boschivo sono normalmente le seguenti:

- La **segnalazione di incendio boschivo** perviene in SOUP tramite chiamata diretta (telefono e/o radio) da squadre AIB in pattugliamento, torrette di avvistamento AIB, altra sala operativa (numero unico 112, VVF, CC, polizia, ecc.), cittadini. La raccolta di tutte le informazioni utili comporta l'**apertura dell'evento**.
- La **verifica della segnalazione** consiste nell'invio delle strutture operative AIB, così come individuate dal Piano regionale AIB, per verificare la veridicità dell'informazione pervenuta.
- L'**esito della verifica** consiste nella descrizione e classificazione dell'evento segnalato:
 - falsa segnalazione;
 - incendio boschivo;
 - incendio di vegetazione (non boschivo);
 - incendio di altro tipo (civile, industriale, ecc.).

In base all'**esito della verifica** si affida la gestione dell'evento alla struttura competente: organizzazione AIB per incendi di bosco, VVF per incendi di vegetazione, incendi di interfaccia urbano-rurale e/o incendi di altro tipo (civili, industriali, ecc.), salvo diverse indicazioni contenute nel piano regionale AIB. In caso di incendio boschivo la SOUP informa il comune territorialmente competente e l'ente gestore dell'area protetta interessata, con le modalità previste dal piano AIB regionale.

- Lo **spegnimento** consiste nell'invio e nel coordinamento delle strutture individuate dal piano regionale AIB per la lotta attiva (squadre, mezzi aerei, ecc.), fino alla completa estinzione delle fiamme. In questo ambito la SOUP è l'unica struttura operativa che gestisce i rapporti con il Centro operativo aereo unificato (COAU), in merito al concorso aereo della flotta dello Stato, secondo quanto previsto dalla direttiva COAU del DPC. Come previsto dai diversi piani regionali, sul territorio vengono dislocate squadre di intervento per lo spegnimento a terra formate da addetti specializzati. Su un'apposita mappa vengono indicati gli obiettivi prioritari da difendere e l'ambito territoriale di pertinenza di ciascuna squadra. Per ogni ambito territoriale viene individuato un

²⁴ Circolare della citata Direzione Centrale per l'Emergenza il Soccorso Pubblico e l'Antincendio Boschivo, EM-01 del 12 aprile 2011 e la sua revisione EM 01/2020

coordinatore delle operazioni. Le squadre a terra, sempre in diretto contatto con le centrali operative, possono essere impiegate anche nelle fasi di ricognizione-avvistamento-sorveglianza.

Lo spegnimento può essere condotto da terra o con mezzi aerei in concomitanza con un intervento a terra. In caso di incendio le prime ad intervenire sono le squadre di terra coordinate dalle Regioni e composte da personale regionale o, sulla base di specifici accordi di programma indicati nei piani regionali, da personale dei Carabinieri forestali, del CNVVF, delle Forze Armate, delle Forze di Polizia dello Stato e dai volontari antincendio boschivo.

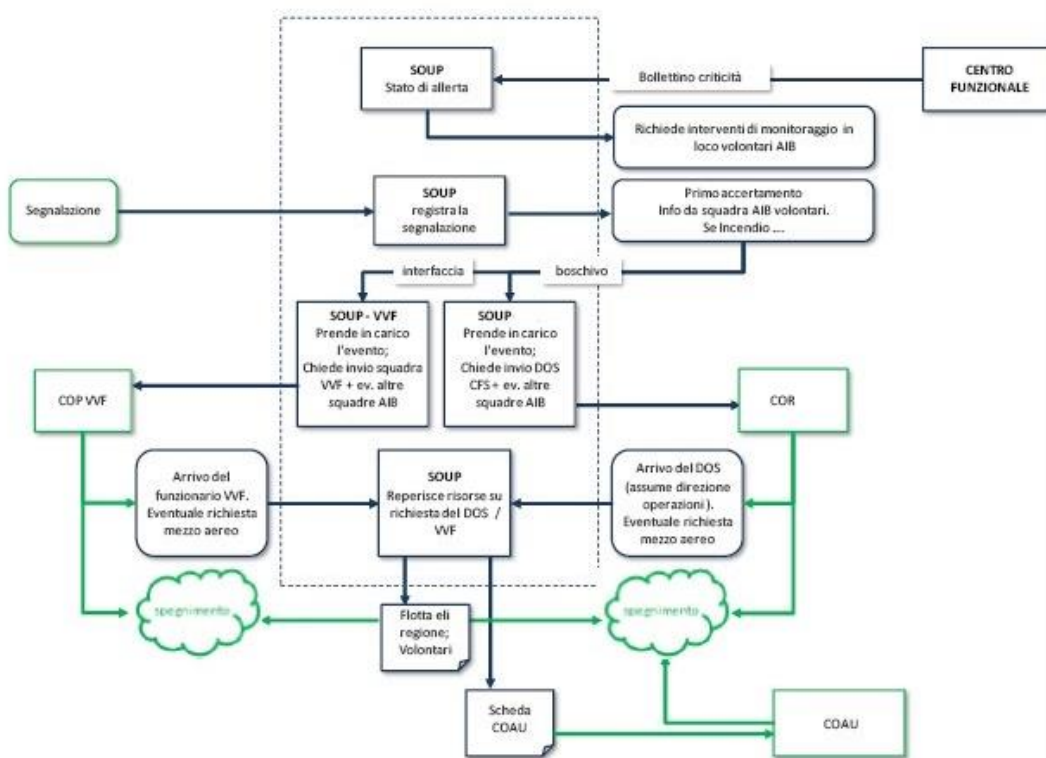
Per spegnere un incendio vengono utilizzati mezzi e tecniche per interrompere il processo di combustione, attraverso la sottrazione di ossigeno o l'abbassamento della temperatura:

- se si tratta di un incendio nella fase iniziale si agisce direttamente sulle fiamme attraverso battitura con appositi attrezzi, copertura con terra, irrorazione con acqua o con prodotti chimici (estinguenti o ritardanti);
- se l'incendio è esteso viene realizzata una linea sgombra di vegetazione davanti all'incendio, magari in prossimità di una interruzione naturale, in modo da ridurre l'intensità delle fiamme e poter agire con l'attacco diretto.
- La **bonifica** consiste nella gestione delle operazioni di messa in sicurezza dell'area percorsa dal fuoco, al fine di evitare riprese dell'incendio boschivo che possano propagarsi alle aree limitrofe. La bonifica può svolgersi anche contemporaneamente allo spegnimento, in zone dove non ci sia fiamma attiva.
- Il **controllo** consiste nell'attività di presidio che si svolge in prosecuzione alla bonifica o può essere ripetuto in momenti successivi fino al cessato pericolo di riprese dell'incendio boschivo.
- La **chiusura evento** consiste nel rientro definitivo di tutto il personale dalla zona delle operazioni e nella conseguente archiviazione dell'evento. Alla chiusura dell'evento la SOUP informa il comune territorialmente competente e l'ente gestore delle aree protette, con le modalità previste dal piano AIB regionale.

Per quanto riguarda il contributo operativo e strategico del **CNVVF** allo specifico settore della lotta agli incendi boschivi e di vegetazione possono essere coinvolte le sale Operative dei Comandi Provinciali (SO 115), le sale operative delle Direzioni Regionali (SODIR), il Centro Operativo Nazionale (CON), con le seguenti mansioni:

- la SO115 gestisce le chiamate e gli interventi di soccorso a livello provinciale: rientrano sotto la sua diretta competenza gli incendi di vegetazione non boschivi e gli incendi di interfaccia urbano rurale per i quali c'è una responsabilità diretta del Corpo Nazionale.
- la Sala Operativa Regionale VV.F. gestisce invece le risorse VV.F. regionali spostandole da una provincia all'altra in caso di richiesta dei Comandi Provinciali, mantiene i rapporti con il CON cui richiede eventuali risorse VV.F. extraregionali.
- Il CON ha invece un ruolo di supporto e di mobilitazione delle risorse VV.F. a livello nazionale con pre-allertamenti ed invio dei moduli previsti dalla pianificazione per la mobilitazione nazionale.

In caso di incendio boschivo compiti e funzioni della SO 115 e della Sala Operativa Regionale VV.F. sono regolate dagli accordi di programma con le Regioni e dai Piani AIB.



Flussi informativi ed operativi della SOUP

Figura 30 - Schema dei flussi informativi ed operativi della SOUP

Lo schema qui proposto in figura deriva dall'analisi e l'osservazione dei flussi necessari al processo di gestione del rischio incendi: in primo piano emerge la necessità di interscambio di dati che avvenga in Real time o quasi e la necessità di una ottimizzazione del sistema di allertamento e del modello logistico-organizzativo, anche con l'ausilio e l'introduzione di nuove tecnologie, ad esempio l'intelligenza artificiale

Per garantire la massima efficacia ed efficienza nella lotta attiva agli incendi è richiesto che si abbia cognizione:

- delle modalità con cui l'evento gestito può evolvere in relazione alle specifiche condizioni meteo;
- delle condizioni di rischio locale connesse alla potenziale evoluzione dell'evento;
- del grado di efficacia (in termini di minimizzazione del danno) che determinate modalità di intervento potrebbero garantire.

Allo stato attuale l'acquisizione delle cognizioni precedenti è affidata al **DOS** che, sulla base della propria esperienza, formula delle ipotesi sul potenziale quadro evolutivo del fenomeno e definisce le quantità di risorse necessarie per la sua gestione.

La **disponibilità di simulazioni** che, sulla base delle specifiche caratteristiche del contesto in cui si svolge l'evento e delle specifiche condizioni meteo che interessano l'area, delineano scenari di evoluzione del fronte di fiamma rappresenterebbe un supporto strategico, per il DOS, alla determinazione della organizzazione delle operazioni di spegnimento. Inoltre, la conoscenza analitica delle condizioni di rischio connesse ad un dato scenario evolutivo dell'evento consentirebbe l'attivazione di specifiche componenti del Sistema Integrato allo scopo di minimizzare il danno a persone o cose.

La conoscenza, infine, degli effetti che una determinata azione di spegnimento (ad esempio l'attacco da una data direzione del fronte di fiamma) potrebbe produrre sull'andamento dell'evento costituirebbe un'utile informazione per orientare l'intervento dei mezzi aerei.

Altri elementi del quadro informativo necessari in questa fase derivano da una corretta pianificazione delle dislocazioni a terra dei mezzi aerei disponibili per ridurre al minimo il tempo necessario per arrivare sul luogo delle operazioni. Gli aerei e gli elicotteri antincendio della flotta aerea dello Stato vengono schierati sul territorio tenendo conto delle aree a rischio e delle condizioni meteorologiche

che rendono più probabile l'innesco di incendi boschivi. Qualsiasi punto del Paese è raggiungibile entro 60/90 minuti dal decollo.

Di seguito si riporta uno schema relativo alla figura del DOS come normata dal DPCM del 10 gennaio 2020.

Tabella 17 - Schema delle competenze del D.O.S.

FUNZIONI E RUOLO DEL DOS	
SCENARIO	RESPONSABILITÀ
INCENDIO BOSCHIVO	<p>In caso di incendio boschivo, la SOUP o altra Sala operativa definita dal piano AIB valuta tempestivamente lo scenario, secondo le informazioni che riceve, e dispone l'invio sul campo del DOS, in accordo con il modello di intervento definito a livello regionale.</p> <p>Il DOS opera direttamente coordinando sia le attività per lo spegnimento da terra, delle squadre e dei relativi mezzi terrestri, appartenenti anche a più Amministrazioni/Enti/ Organizzazioni inserite nel dispositivo regionale, ciascuna secondo le proprie linee di responsabilità interne, sia le attività dei mezzi aerei della flotta antincendio boschivo regionale e statale, di cui dispone e dei quali può chiedere l'incremento, se necessario.</p>
INCENDIO COMPLESSO	<p>Nel caso di incendio boschivo complesso, come definito e disciplinato nel piano regionale AIB, nel quale il numero di attività contemporanee o di risorse da coordinare supera la capacità gestionale individuale, è definito un modello di intervento strutturato, come ad esempio un sistema di comando e controllo di tipo ICS, sulla base di preventivi di eventuali accordi e protocolli di intesa sottoscritti in tema di AIB sulla base delle norme vigenti.</p> <p>In tali situazioni, la SOUP o altra Sala operativa prevista dal "Piano regionale AIB" valuta tempestivamente lo scenario, secondo le informazioni che riceve, e dispone l'invio sul campo del sistema di risposta AIB in accordo con il modello di intervento definito nel medesimo "Piano regionale AIB", che individua anche le forme di raccordo con le strutture operative del Servizio nazionale di protezione civile.</p>
INCENDIO IN ZONE DI INTERFACCIA URBANO-RURALE	<p>Le aree di interfaccia urbano-rurale sono quelle zone, aree o fasce, nelle quali l'interconnessione tra le abitazioni o altre strutture antropiche e le aree naturali o la vegetazione combustibile è molto stretta. In Italia, per effetto dell'elevata antropizzazione del territorio, è frequente che gli incendi boschivi siano prossimi ad aree antropizzate o abbiano suscettività tale ad espandersi su tali aree. In tale scenario, il DOS ed il Responsabile delle Operazioni di Soccorso (ROS) del CNVVF agiscono nei rispettivi ambiti di competenza, collaborando e coordinando tra loro l'intervento, al fine di razionalizzare e ottimizzare le rispettive azioni, nel rispetto reciproco di ruoli e funzioni e secondo le procedure che devono essere dettagliate nel "Piano regionale AIB" e nelle eventuali intese operative e convenzioni con il CNVVF.</p> <p>La salvaguardia della vita, dell'integrità fisica, dei beni e degli insediamenti è prioritaria ed assicurata dal ROS, anche con il concorso del DOS.</p>
AREE PROTETTE STATALI	<p>Per gli incendi boschivi nelle Aree protette statali, (art. 8 della legge n.353/2000 e smi), si applica quanto previsto dal "Piano regionale AIB", da predisporre anche in riferimento al D.lgs. 177/2016 e all'accordo del 9 luglio 2018 tra MATTM, CUFAA e CNVVF ed alle circolari della Direzione Generale per la Protezione della Natura e del Mare (DPNM/MATTM) che riguardano i vigenti documenti di riferimento per i piani AIB in Aree protette statali, pubblicati sul sito web del Ministero e l'attivazione delle possibili sinergie interistituzionali a tutela delle aree protette statali contro gli incendi boschivi.</p>

FUNZIONI E RUOLO DEL DOS

FUNZIONI	<p>L'attivazione del DOS e la sua movimentazione sono effettuati dalla SOUP o altra Sala operativa di competenza (così come previsto dal "Piano regionale AIB"), tenendo a riferimento il territorio di competenza attribuito e il tempo stimato di intervento per giungere in zona operazioni.</p> <p>Il DOS opera nell'ambito delle responsabilità assegnate e delle procedure operative riportate nel "Piano regionale AIB" e le sue funzioni sono le seguenti:</p> <p>a) individuare le caratteristiche dell'incendio boschivo e della zona interessata (scenario dell'incendio);</p> <p>b) elaborare un idoneo piano di attacco per ottenere il rapido spegnimento dei fronti fiamma attivi e la conseguente messa in sicurezza dell'area; nel piano di attacco sono comprese le attività di spegnimento, bonifica e controllo;</p> <p>c) coordinare le risorse terrestri e/o i mezzi aerei regionali e/o nazionali richiesti e avuti a disposizione;</p> <p>d) richiedere l'intervento dei mezzi della flotta area antincendio di Stato, ove necessario, per il tramite della SOUP o altra Sala operativa così come previsto dal Piano regionale AIB;</p> <p>e) comunicare le informazioni in suo possesso e riceverle da tutte le altre figure coinvolte nell'attività AIB;</p> <p>f) dirigere le operazioni di spegnimento dalla circoscrizione, al controllo dei fronti fino alla bonifica, e pianificare l'attività di controllo;</p> <p>g) collaborare con le forze di polizia per le attività di Polizia giudiziaria; a tal fine, durante le operazioni di spegnimento, salvaguarderà l'area di insorgenza dall'incendio al fine di evitare ogni possibile inquinamento della stessa e per favorire le attività di repertazione da parte dei reparti specializzati dell'Arma dei Carabinieri, dei Corpi Forestali delle Regioni a statuto speciale e degli altri organi di Polizia giudiziaria;</p> <p>h) redigere, se richiesto dalla SOUP ed ai fini dell'inoltro alla stessa, il rapporto di intervento secondo il modello predisposto dalla Regione nel quale descrivere sommariamente l'incendio, i mezzi coordinati e le azioni svolte. Il DOS del CNVVF, fermo l'invio del rapporto di intervento di cui sopra alla SOUP, si attiene anche alle disposizioni del Corpo in materia di scheda/rapporto di intervento;</p> <p>i) gestire l'intervento dei mezzi aerei in sicurezza e secondo le regole della sicurezza aerea.</p>
-----------------	---

7.2.5 Attività post evento: Valutazione dei danni ed attività investigative

Alla chiusura del periodo AIB devono essere implementate delle specifiche attività connesse alla ricognizione dei danni conseguenti agli incendi occorsi.

Tali attività rivestono un particolare rilievo poiché:

- alle zone boscate ed i pascoli i cui soprassuoli siano stati percorsi dal fuoco si applicano specifiche norme (previste dalla Legge 353/2000) che ne limitano la possibilità di avere una destinazione diversa da quella preesistente all'incendio per almeno quindici anni;
- la conoscenza della estensione delle superfici percorse dal fuoco è necessaria per determinare i trasferimenti delle risorse finanziarie statali alle Regioni per l'assolvimento dei compiti definiti dalla Legge 353/2000;
- dipendentemente dalla estensione e dalla tipologia dei danni occorsi possono essere poste in essere azioni di bonifica e/o ripristino dei contesti colpiti.

In riferimento anche agli obiettivi di salvaguardia del bosco deve essere censito anche il danno alla biodiversità e il danno in caso di aree particolarmente fragili da un punto di vista geologico.

Anche in riferimento a questa specifica funzione è possibile identificare i soggetti a cui la norma affida determinati compiti operativi:

- i **Comuni**, a cui è fatto obbligo di produrre un Catasto delle Aree Percorse dal Fuoco e di garantirne l'aggiornamento annuale, al fine di apporre i vincoli;
- le **Regioni**, che provvedono a trasferire agli Enti Locali territoriali la parte delle risorse finanziarie necessarie allo svolgimento delle attribuzioni loro conferite dalla legge.
- I **Vigili del Fuoco** con il servizio TAS e l'utilizzo di una specifica piattaforma informativa
- il **CUFAA** dell'Arma dei Carabinieri e i Corpi Forestali Regionali²⁵, che entro 45 giorni dall'estinzione dell'evento di incendio boschivo, rilevino le aree percorse dal fuoco, rendendo disponibili su supporto digitale i rilievi a Regioni e Comuni interessati, non oltre il 1° aprile successivo alla stagione AIB dell'anno precedente.

²⁵ Per Regioni a statuto speciale e Province autonome

Un elemento di particolare rilievo in questo contesto, concerne la delimitazione delle aree percorse dal fuoco la Regione ha comunque bisogno di detenere l'informazione relativa ai perimetri delle aree incendiate, poiché rilevanti tanto per le proprie attività di pianificazione e programmazione che per la gestione amministrativa delle risorse finanziarie.

In tale ambito, il nuovo impianto normativo disposto dalla Legge 155/202126, fissa la competenza del CUFAA dei Carabinieri a provvedere, nell'ambito dei propri compiti istituzionali e per le sole Regioni a Statuto Ordinario, al rilievo delle aree percorse dal fuoco e di rendere disponibili i conseguenti aggiornamenti su supporto digitale da pubblicare su apposito e dedicato sito internet dell'Arma. Le aree sono pubblicate sul Geoportale Incendi Boschivi, attivo dal 1° Aprile 2022 e sono limitate alle Regioni a statuto ordinario in cui opera la componente forestale dell'Arma dei Carabinieri.

Spetta al CUFAA il compito di svolgere le attività investigative mirate a risalire alla causa di innesco ed a indagare sui responsabili del reato di incendio di incendio boschivo.

Di seguito si riporta una tabella di sintesi dei soggetti chiamati ad intervenire per ciascuna delle componenti del fenomeno incendi boschivi e di interfaccia.

Tabella 18 - Quadro sintetico dei soggetti per ciascuna fase

SOGGETTI	COMPONENTI									
	PIANIFICAZIONE	PREVISIONE		PREVENZIONE		MONITORAGGIO		LOTTA ATTIVA	CENSIMENTO DANNI	INDAGINI
		STATICA	DINAMICA	STRUTTURALE	OPERATIVA	AIB	EVENTO			
DPC	X		X					X		
Regioni	X	X		X	X	X		X	X	
Centri Funzionali Regionali			X		X		X	X		
Comuni				X	X					
Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco	X				X			X	X	
Carabinieri forestali						X			X	X
Centro Operativo Aereo Unificato (COAU)								X		
Associazioni di volontariato					X	X		X		

Di seguito si illustra uno schema rappresentativo del processo di gestione degli incendi boschivi e di interfaccia.

²⁶ La citata norma prevede "...l'immediata e provvisoria applicazione delle misure previste dall'art. 10, comma 1, della legge 353/2000, fino all'attuazione, da parte dei comuni interessati" del catasto comunale degli incendi boschivi e che: "il termine di applicazione dei relativi divieti sulle superfici boschive percorse dal fuoco decorre dalla data di pubblicazione degli aggiornamenti sui siti internet istituzionali". In questo caso, dal 1 aprile 2022, i dati vettoriali relativi alle suddette perimetrazioni, unitamente alle particelle catastali interessate.

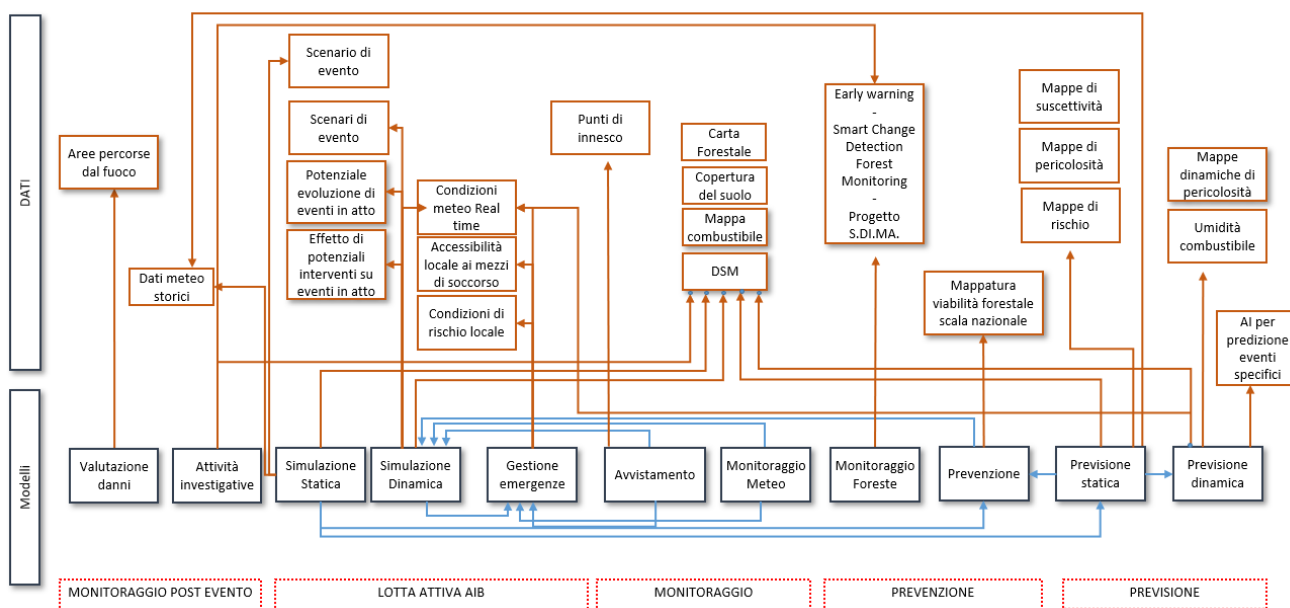


Figura 31 - Schema delle fasi del processo

7.3 Descrizione della situazione attuale (AS IS)

In analogia a quanto rappresentato nel precedente paragrafo, la descrizione delle risorse esistenti è qui proposta in relazione alla seguente articolazione strutturale e valida a livello generale del rischio incendi:

- la previsione a lungo periodo e previsione dinamica;
- la prevenzione;
- il monitoraggio;
- la gestione degli eventi;
- la valutazione dei danni;

Per ciascuna delle componenti sono descritte le principali basi informative, i modelli ed i sistemi utilizzati dai soggetti coinvolti nella gestione del rischio. Per quanto riguarda le risorse regionali sono state descritte alcuni sistemi adottati in via pre-operativa o operativa.

7.3.1 Previsione a lungo periodo

I diversi sistemi previsionali regionali vengono descritti nei Piani triennali di ciascuna Regione. Come già anticipato, il sistema AIB ed il modello d'intervento, vale a dire il complesso di azioni, soggetti e procedure introdotte per fronteggiare gli incendi, variano notevolmente da Regione a Regione.

Dovendo il piano AIB fornire ai diversi soggetti territoriali, oltre che alla stessa Regione, chiamati a porre in atto specifiche azioni di riduzione delle condizioni di rischio, la disponibilità delle basi informative costituisce un importante supporto alla definizione delle tipologie di interventi utili a tale scopo. Per la conduzione delle analisi previsionali le Regioni fanno riferimento ai dati resi disponibili dai soggetti istituzionalmente competenti per la produzione e la diffusione dei dati stessi. Sulla base di questi dati vengono calcolati appositi indici per ottenere una opportuna modellazione del fenomeno.

Nella tabella successiva vengono descritti principalmente le componenti informative a livello centrale, reperibili presso l'ISPRA, il Geoportale Nazionale o tra i dati open delle Regioni.

Tabella 19 - Componenti informative disponibili per la fase previsionale

Indice	Variabile	Dato di Input	Fonte
Indice di Suscettività agli Incendi (IS)	Caratteristiche dei corpi vegetali	"Carta dell'Uso del Suolo" con approfondimento delle formazioni naturali e seminaturali al IV e V livello Corine Land Cover"	Copernicus-ISPRA

Indice	Variabile	Dato di Input	Fonte
	espressi in termini di incendiabilità e combustibilità	Carta forestale	REGIONI – Carte a scala regionale
		Sistema di nomenclatura subbase tipologica prodotto all'interno della "Carta forestale su base tipologica".	
Indice ombrotermico estivo		Carta fitoclimatica d'Italia	Blasi 2001 (reperibile su Geoportale Nazionale del MiTE)
Mappe di pioggia e temperatura		Dati meteo climatici storici	CFR – DPC
Intensità di illuminazione (Soleggiamento)		Derivata dal Modello Digitale del Terreno (DEM) 20m	ISPRA
Indice di Probabilità di Innesco (IPI)	Aree edificate	Carta Tecnica Regionale Numerica (CTRN)	Regioni
	Infrastrutture Stradali		
	Infrastrutture ferroviarie		
Aree coltivate ²⁷		Carta dell'Uso del Suolo con approfondimento delle formazioni naturali e seminaturali al IV e V livello Corine Land Cover", Regionale	COPERNICUS - ISPRA
Aree percorse dal fuoco		Catasto delle aree percorse dal fuoco (su base decennale o pluriennale)	RILIEVI CUFAAA
Valore Ecologico delle formazioni vegetali ²⁸		Carta della Natura	ISPRA

Dalla Carta del Suolo con approfondimento delle formazioni naturali e seminaturali al IV e V livello Corine Land Cover e dalla Carta forestale regionale viene elaborata la Carta della vegetazione.

Tra le componenti informative sintetizzate in tabella è da rilevare che il dato storico delle aree percorse dal fuoco reso disponibile alle regioni è spesso caratterizzato da una significativa disomogeneità dal punto di vista delle informazioni (numero di occorrenze di un evento in una certa porzione di territorio e, ovviamente, alla dimensione superficiale dell'evento).

7.3.1.1 Mappatura di pericolo statico sviluppata dal DPC²⁹

La mappa di pericolo viene descritta nel Manuale d'uso del sistema previsionale della pericolosità potenziale degli incendi boschivi Ris.I.CO. È stata redatta sulla base di una precedente elaborazione redatta per la Regione Liguria e riportata su scala nazionale con una risoluzione di 1 ettaro.

La metodologia si basa sull'ipotesi che a parità di condizioni geomorfologiche, climatiche e vegetazionali, tutte le porzioni di territorio siano caratterizzate dalla medesima densità di probabilità della variabile aleatoria "area percorsa dal fuoco da un singolo incendio".

²⁷ Le aree percorse dal fuoco presentano una elevata concentrazione all'interno delle aree agricole, essendo esse stesse elementi suscettibili di incendio e una maggiore concentrazione in una fascia di distanza compresa fra 1 km e 2 km dall'area agricola.

²⁸ L'Indice viene preso dalla Carta della Natura di Ispra e tiene conto di alcuni indicatori legati alla distribuzione spaziale degli habitat.

²⁹ Da Manuale d'uso del sistema previsionale della pericolosità potenziale degli incendi boschivi Ris.I.Co. – 2° aggiornamento luglio 2018, pagg. 69 -122

Ogni incendio occorso, in una delle porzioni di territorio così caratterizzate, dà luogo a una realizzazione di tale variabile aleatoria. In altre parole, se le scale spaziali e temporali su cui viene effettuata l'analisi permettono di avere un numero significativo di campioni su cui eseguire l'analisi statistica, i fattori antropici che determinano le cause di innesco, le attività di spegnimento e le condizioni meteorologiche locali che determinano il comportamento del fuoco, vengono integrate nella distribuzione di densità di probabilità.

Le basi dati utilizzate corrispondono:

- all'elenco delle aree percorse dal fuoco
- ai principali parametri fisici e climatici
- alla copertura vegetale del suolo.

I prodotti finali sono composti dalle mappe complessive del pericolo incendi nella stagione invernale e nella stagione estiva.

Di seguito la mappa elaborata per la stagione estiva.

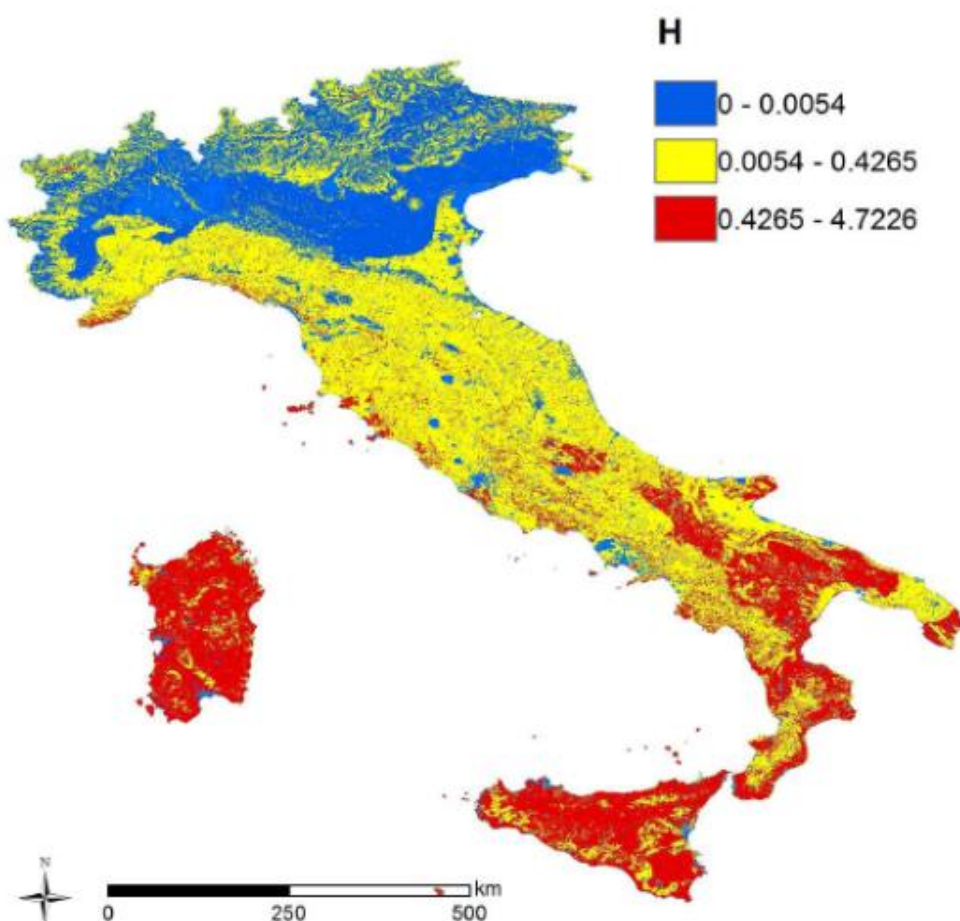


Figura 32 - Mappa estratta dal manuale RISICO 2018

7.3.1.2 Uso suolo: Copernicus Corine Land Cover

L'ISPRA³⁰, in qualità di Punto Focale Nazionale (NFP) della rete Eionet dell'Agenzia Europea dell'Ambiente (EEA), coordina attraverso il gruppo tematico Eionet Support to Copernicus Land Monitoring, il flusso di dati a livello nazionale della componente Land di monitoraggio del territorio del programma Copernicus (CLMS). L'ente, in virtù di questo produce i dati e la cartografia di uso e copertura del suolo, fornendo un riferimento nazionale per la conduzione di analisi sullo stato del territorio e del paesaggio e per lo studio di processi naturali e antropogenici. Tutti i prodotti sono aggiornati periodicamente in relazione ai nuovi dati e servizi prodotti dal programma Copernicus.

³⁰ Fonte: Documento dal titolo "Descrizione carte uso e copertura" reperibile sul sito ufficiale dell'ISPRA.

Sono disponibili tre tipologie di prodotti: copertura del suolo, uso del suolo e uso e copertura del suolo, quest'ultima per la descrizione delle tipologie di ecosistemi. Tutta la produzione cartografica è in formato raster con risoluzione spaziale di 10 metri e sistema di classificazione di uso e copertura sulla scorta delle indicazioni europee del Gruppo EAGLE (Action Group on Land monitoring in Europe).

CARTA DI COPERTURA DEL SUOLO 2012

Basata su dati Copernicus, dati ISPRA e dati regionali la carta è ottenuta dall'integrazione di dati di copertura del suolo disponibili per il territorio nazionale. In particolare, sfrutta numerosi dati del Servizio di Land monitoring del programma Copernicus, con riferimento alla componente Locale (Urban Atlas, Riparian Zones, Natura 2000) e Pan-Europea (CORINE Land Cover, High Resolution Layers), la Carta Nazionale del Consumo di Suolo di ISPRA e carte regionali di copertura del suolo (Puglia, Lazio, Abruzzo, Veneto, Liguria, Basilicata e Lombardia). La carta è riferita al 2012, anno rispetto al quale è disponibile il maggior numero di dati.

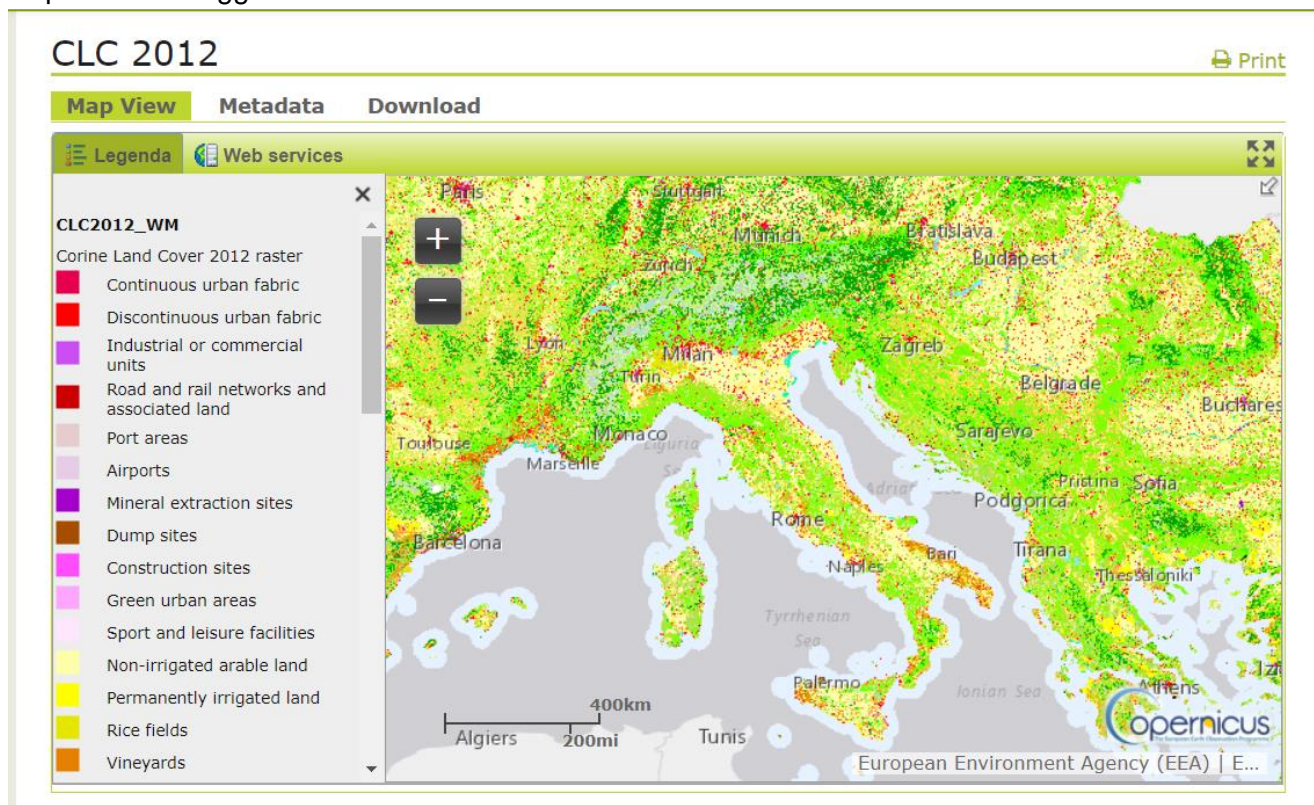


Figura 33 - Corine Land Cover 2012

CARTA DI COPERTURA DEL SUOLO (ANNI 2012, 2018, 2020 E 2021)

Basata su dati Copernicus e su dati ISPRA, la carta è ottenuta dall'integrazione della Carta Nazionale del Consumo di Suolo di ISPRA e dei dati del Servizio di Land monitoring del programma Copernicus, con riferimento alla componente Locale (Urban Atlas, Coastal Zones, Riparian Zones e Natura 2000) e Pan-Europea (CORINE Land Cover, CLC+ Backbone). In particolare, la cartografia del 2012 utilizza dati Copernicus 2012 e la Carta Nazionale del Consumo di Suolo ISPRA del 2012.

Le cartografie degli anni successivi derivano da dati Copernicus 2018 e dalla Carta Nazionale del Consumo di Suolo ISPRA degli anni di riferimento. Tali prodotti cartografici consentono la conduzione di analisi diacroniche connesse con l'evoluzione della copertura del suolo in Italia.

CARTA DI COPERTURA DEL SUOLO 2018 SU BASE SENTINEL E DATI ISPRA

La carta è realizzata da ISPRA tramite classificazione di immagini del programma Copernicus Sentinel-1 e Sentinel-2 per il 2018, sfruttando come dato di supporto la Carta Nazionale del Consumo di Suolo 2018.

CARTA DI USO DEL SUOLO (ANNI 2012, 2018, 2020 E 2021)

La carta è ottenuta dall'integrazione dei dati del Servizio di Land Monitoring del Programma Copernicus. Analogamente alle cartografie di copertura del suolo dal 2012 al 2021, la cartografia del

2012 utilizza dati Copernicus 2012 e la Carta Nazionale del Consumo di Suolo ISPRA del 2012. Le cartografie degli anni successivi derivano da dati Copernicus 2018 e dalla Carta Nazionale del Consumo di Suolo ISPRA degli anni di riferimento. Le due tipologie di prodotti (uso e copertura del suolo) sono confrontabili e integrabili rispetto a entrambe le date di riferimento.

CARTA NAZIONALE DI USO DEL SUOLO 2018 BASATA SU CLASSI LULUCF

La carta rappresenta uno dei prodotti relativi alla nuova suite di prodotti del CLC+. Essa deriva dall'integrazione di mappe regionali di uso del suolo (per Valle d'Aosta, Lombardia, Veneto, Liguria, Emilia-Romagna, Toscana e Lazio), carte forestali (per Piemonte e Valle d'Aosta) e dati del servizio di Land Monitoring di Copernicus (Urban Atlas, Coastal Zones, Natura 2000 e CORINE Land Cover) unite previa conversione nelle categorie LULUCF relative agli inventari nazionali dei gas serra e proposte dal gruppo EAGLE.

CARTA NAZIONALE DELLE TIPOLOGIE DI ECOSISTEMI (ANNI 2012 E 2018)

La carta è ottenuta a partire dall'integrazione dei dati Copernicus e della Carta Nazionale del Consumo di Suolo ISPRA, utilizzando il medesimo approccio adottato per le carte di uso e copertura del suolo (dal 2012 al 2021) e fa riferimento alla classificazione delle principali categorie di ecosistemi MAES (Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services) su cui sono basati anche molti dei servizi della componente Local Land Monitoring del Programma Copernicus.

7.3.1.3 Le aree protette: Progetto incendi boschivi dei Parchi Nazionali

La risorsa qui censita viene descritta sulla base della scheda Progetto incendi GN_TT AIB SMIT MiTE ed opportune integrazioni fornite anche nel corso degli incontri di approfondimento.

Il Progetto Incendi, che costituisce una sezione del Geoportale Nazionale (di seguito abbreviato in GN), fornisce un concreto contributo alla migliore redazione e gestione dei piani antincendi boschivi dei Parchi nazionali, previste dalla vigente normativa (L. 353/2000), grazie alla possibilità di integrare tali informazioni cartografiche con altri tematismi, cartografie di base e ortofoto, sovrapponibili fra loro e disponibili sul Geoportale³¹.

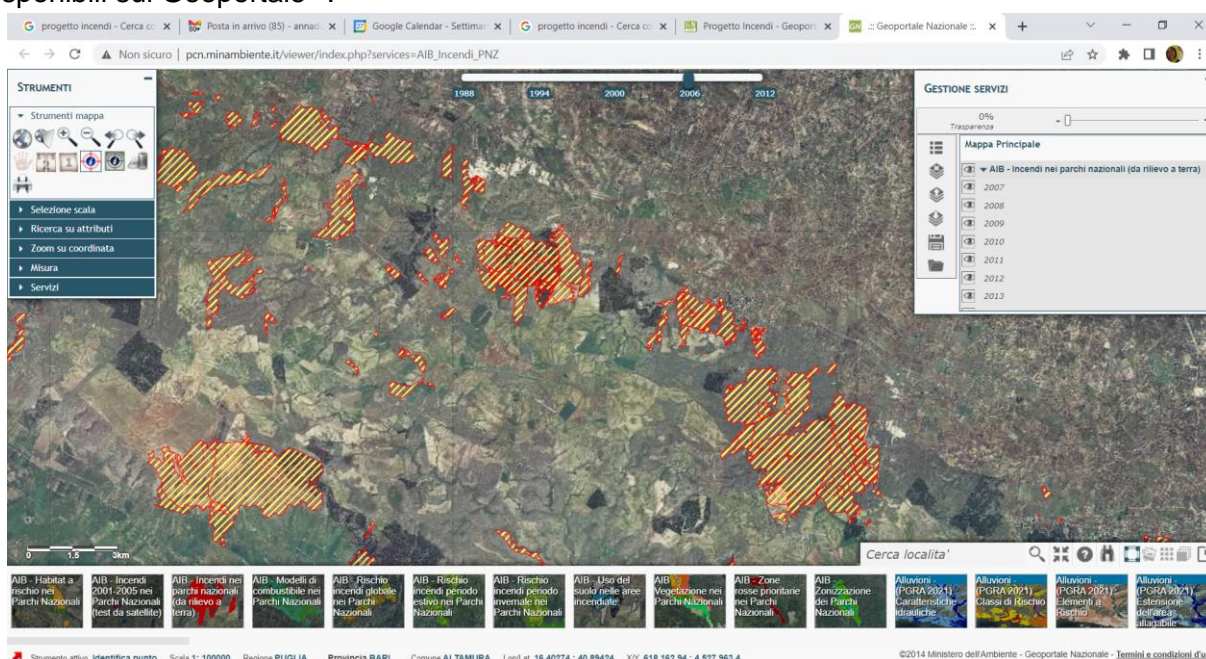


Figura 34 - Visualizzazione del Progetto Incendi nel Geoportale Nazionale

La cartografia risultante deriva da precedenti iniziative progettuali e necessita allo stato attuale di essere migliorata e aggiornata con successivi studi territoriali di equivalente o maggior dettaglio, a cura degli enti gestori, della stessa DPNM/MASE o di altre eventuali istituzioni interessate, fra i quali l'Arma

³¹ Il progetto di cartografia antincendi boschivi (AIB) nei Parchi Nazionali, nella versione pubblicata sul Geoportale Nazionale nel 2010, è stato descritto in modo dettagliato in apposita pubblicazione sulla rivista on-line Forest@ – Rapporti tecnici e di progetto.

dei Carabinieri. In riferimento a quest' ultima, i Carabinieri Forestali rilevano ogni anno – con strumento GPS – i poligoni degli incendi boschivi. Tali perimetrazioni, previa correlazione con le informazioni degli incendi risultanti dal “Foglio Notizie” (AIB_FN) dell’Arma, sono rappresentate nel progetto cartografico in due forme:

- ogni incendio (eventualmente debordante oltre il confine del Parco Nazionale) è rappresentato da un poligono intero;
- ogni incendio è rappresentato con un gruppo di poligoni adiacenti aventi diverso uso del suolo: “Bosco” oppure “Non Bosco” (che interessano soltanto le aree percorse dal fuoco all’interno del Parco).

La Cartografia tematica AIB nei Parchi Nazionali pubblicata sul GN si compone dei seguenti strati:

- Zone “rosse” prioritarie per la prevenzione AIB;
- Rischio incendi generale;
- Rischio incendi estivo;
- Rischio incendi invernale;
- Modelli di combustibile;
- Perimetrazione sperimentale incendi da satellite (2001-2005);
- Porzioni di habitat interessate da rischio incendi elevato;
- Perimetrazione dei singoli incendi da rilievo GPS a terra (dal 2010);
- Suddivisione delle aree incendiate in base all’uso del suolo: Bosco, Non Bosco (dal 2010).

Sul portale è presente anche la Cartografia relativa alle aree protette nazionali, parchi e riserve e alle zone SIC e ZPS oltre ai tematismi di base sulla Vegetazione e sull’uso del suolo (Corine Land Cover IV livello)

La cartografia AIB per i 24 Parchi Nazionali si compone principalmente di:

- carta della pericolosità
- carta della gravità
- carta del rischio

Attualmente, pur mantenendo ferma tale cartografia principale già presente sul GN, le carte sono redatte secondo la metodologia più dettagliata ed omogenea indicata dal MASE nello “Schema di piano AIB dei PN” e nel “Manuale” vigenti dell’ottobre 2018 e nella Relazione della Accademia Italiana di Scienze Forestali (AISF) predisposta per n. 13 PN del Sud, da assumersi come documenti di riferimento ed è riconducibile allo schema logico-sequenziale illustrato in figura qui a seguire. Ciò determina alcune variazioni rispetto alla cartografia precedente sopra indicata e già presente sul GN. In particolare, mira ad ottenere le suddette tre carte AIB principali con maggiore uniformità procedurale, e due di loro (Pericolosità e Rischio) vengono rappresentate sia con una impostazione nazionale omogenea sia con una impostazione locale.

Pertanto, il Progetto del GN necessita quindi di un aggiornamento a partire dalla cartografia AIB più recente predisposta dagli Enti parco nazionali, se correttamente impostata secondo gli strumenti di riferimento vigenti.

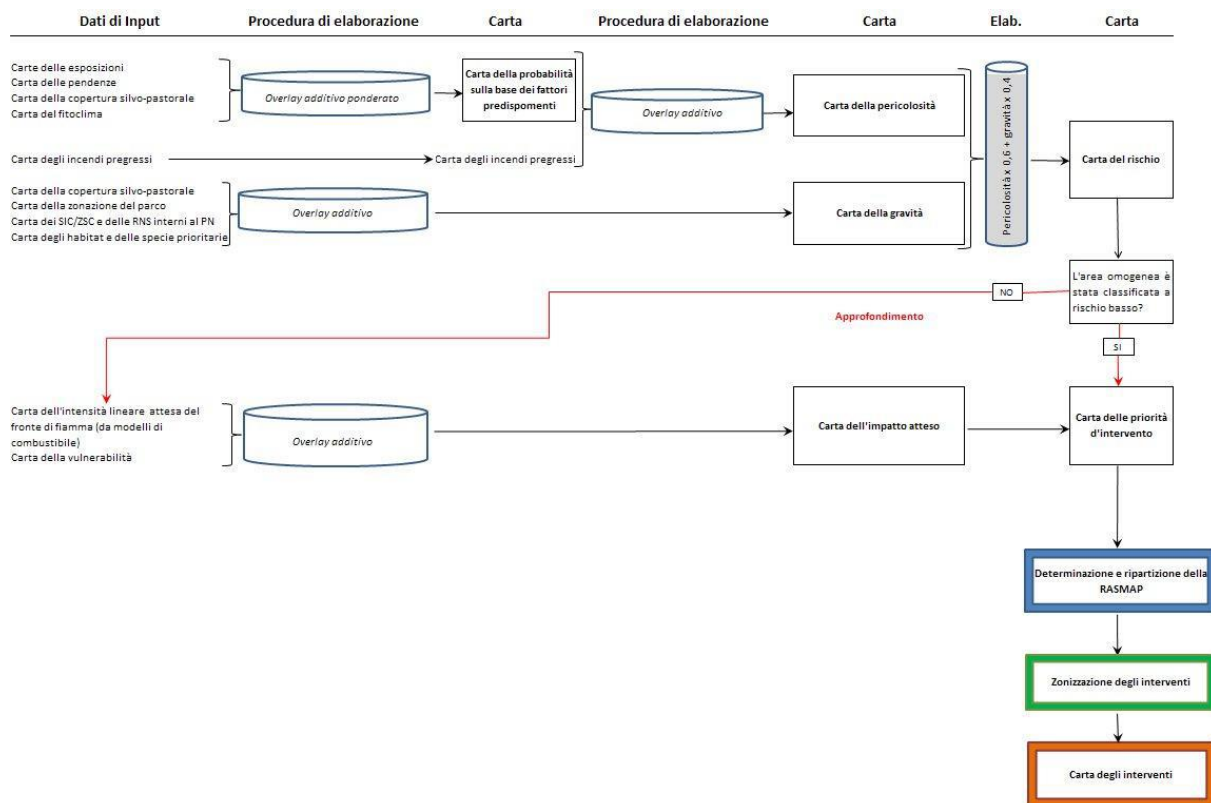


Figura 35 - Schema logico-sequenziale della cartografia tematica AIB

Oltre alle carte AIB sopra descritte, compongono il quadro:

- la carta dell'uso del suolo con approfondimenti sulla vegetazione forestale (unica carta di base per i tre tematismi AIB sopraindicati e di seguito esplicitata)
- la carta delle infrastrutture di interesse AIB (viabilità, punti acqua, ecc.)

Le risorse che costituiscono le carte di base necessarie alle elaborazioni della cartografia AIB sono:

- carta fitoclimatica, già disponibile sul GN
- carta delle pendenze e carta delle esposizioni, già disponibili sul GN derivate da DEM
- carta dei perimetri dei PN e della zonizzazione dei PN, carta della Aree Natura 2000 e carta degli habitat che sono disponibili presso l'ufficio cartografico della PNM-MiTE e delle Divisioni PNM che se ne occupano
- carta dell'uso del suolo con approfondimenti della vegetazione forestale (da realizzare a cura dell'Ente parco tenendo conto delle categorie e sottocategorie indicate nel Manuale sopra citato) e, in caso di assenza, realizzabile utilizzando la redigenda Carta Forestale Nazionale della DG Foreste del MASAF, ottenuta dalla armonizzazione delle carte forestali regionali, e la Corine Land Cover ultima pubblicata per la parte geografica non coperta da superfici forestali
- carta dell'uso del suolo con approfondimenti della vegetazione forestale (da realizzare a cura dell'Ente parco tenendo conto delle categorie e sottocategorie indicate nel Manuale sopra citato); in caso di sua assenza si può realizzare utilizzando la redigenda Carta Forestale Nazionale della DG Foreste del MASAF, ottenuta dalla armonizzazione delle carte forestali regionali, e la Corine Land Cover ultima pubblicata per la parte geografica non coperta da superfici forestali.
- carta degli incendi pregressi che al momento ha soltanto il periodo 2007-2016 e quindi è da integrare con i dati CUFAA degli anni successivi, previa armonizzazione dei dati ultimi pervenuti. Manca lo strato incendi con i poligoni evidenzianti il diverso "uso del suolo" (distinto in "boscato" e "non boscato") del singolo incendio, degli anni 2017-2018-2019-2020-2021, non pervenuto dal CUFAA al MASE

Con riferimento a quanto il quadro attuale³² è il seguente:

³² Il quadro deriva da quanto espresso nel documento Progetto incendi GN_TT AIB SMIT MiTE-con integrazione ed ai relativi allegati (AISF_Relazione_def_20180803.pdf e SITUAZIONE CARTE AIB PN REN-CARM-BRU_7.11.22.xls)

- 13 Parchi nazionali del centro-sud, risultanti fra i più critici per gli incendi boschivi, sono forniti della cartografia AIB realizzata secondo le indicazioni metodologiche del MASE;
- 11 parchi necessitano di aggiornamento allo schema metodologico proposto e, di questi, 5 parchi nazionali non sono muniti della cartografia AIB informatizzata e digitalizzata. L'elenco dei 5 Parchi Nazionali è riportato in tabella:

Tabella 20 - Elenco dei Parchi Nazionali non forniti di Cartografia AIB informatizzata

N.	DENOMINAZIONE PARCO NAZIONALE	PERIODO DI VALIDITA' PIANO AIB	CARTOGRAFIA REALIZZATA DAL PARCO NAZIONALE
			CARTOGRAFIA AIB REALIZZATA SECONDO LO SCHEMA DI PIANO VERSIONE 2018 (ULTIMA VERSIONE) SI / NO
4	APPENNINO TOSCO-EMILIANO	2016-2020	NO
11	CIRCEO	2022-2026	NO
12	DOLOMITI BELLUNESI	2016-2020	NO
22	STELVIO	2011-2015	NO
23	VAL GRANDE	2015-2019	NO

Per quanto riguarda invece la Carta delle infrastrutture di interesse AIB dalla ricognizione effettuata dell'Ente, 9 Parchi Nazionali risultano carenti di cartografia o con esigenze di aggiornamento. L'elenco dei parchi è riportato nella seguente tabella, estratta dai fogli Excel trasmessi dal MiTE-PNM nell'integrazione documentale.

Tabella 21 - Elenco dei Parchi Nazionali non forniti di Cartografia delle infrastrutture AIB

N.	DENOMINAZIONE PARCO NAZIONALE	PERIODO DI VALIDITA' PIANO AIB	CARTOGRAFIA REALIZZATA DAL PARCO NAZIONALE
			CARTA DELLE INFRASTRUTTURE AIB
3	APPENNINO LUCANO VAL D'AGRI E LAGONEGRESE	2018-2022	NO
4	APPENNINO TOSCO-EMILIANO	2016-2020	PARZIALE
6	ARCIPELAGO TOSCANO	2022-2026	SI PDF
7	ASINARA	2022-2026	SI PDF
10	CINQUE TERRE	2021-2025	SI PDF
11	CIRCEO	2022-2026	PARZIALE
16	GRAN SASSO E MONTI DELLA LAGA	2018-2022	SI PDF
22	STELVIO	2011-2015	NO

24	VESUVIO	2020-2024	SI PDF
----	---------	-----------	-----------

7.3.2 Previsione dinamica – Sistema informativo del DPC

A partire del 17 maggio 2011, il DPC ha messo a disposizione delle Amministrazioni regionali il sistema informativo Ris.I.co (Rischio incendi e Coordinamento) per la condivisione dei modelli previsionali della pericolosità potenziale degli incendi boschivi con i centri funzionali decentrati laddove attivi.

Il sistema si basa sull'elaborazione di informazioni meteorologiche, orografiche e relative alla copertura e all'uso del suolo e fornisce mappe di rischio dinamico, aggiornate ogni tre ore, sulla velocità di propagazione potenziale e l'intensità del fronte delle fiamme, individuando quelle aree in cui l'innesco del fuoco può degenerare in un vero e proprio incendio boschivo.

Di seguito viene descritto il sistema informativo esistente ed attualmente in uso.

È da rilevare che nell'ambito della modellistica previsionale, le componenti statiche o "invarianti" sono costituite anche dalle basi informative descritte nel precedente paragrafo.

7.3.2.1 Modellistica previsionale incendi

MODELLO RISICO

La descrizione del modello deriva dalla lettura del Manuale d'uso del sistema previsionale della pericolosità potenziale degli incendi boschivi RIS.I.CO. 2° aggiornamento luglio 2018³³, in assenza di maggiori ragguagli sulle funzionalità operative fornite da parte del DPC.

Sviluppato dal DPC in collaborazione con fondazione CIMA, il modello di previsione rischio incendi RISICO 2015 definisce la risposta al potenziale innesco di un incendio agro-forestale su tutto il territorio nazionale. Tale risposta è definita in termini di velocità di propagazione ed intensità lineare del fronte.

La cartografia di base per la rappresentazione della copertura vegetale al suolo è la CORINE Land Cover al quarto livello di dettaglio.

Le variabili fornite da RISICO 2015 sono:

- intensità del fronte, vale a dire la potenza del fronte di fiamma che per assegnata velocità brucia una quantità nota di combustibile di assegnato potere calorico. Le informazioni sulla quantità e la qualità dei combustibili sono dedotte dalla rappresentazione della copertura vegetale al suolo;
- umidità della necromassa che rappresenta la quantità d'acqua contenuta nei combustibili morti fini presenti al suolo;
- velocità di propagazione, funzione del tipo di vegetazione ed è dipendente dall'umidità della necromassa e dal contributo del vento;
- contributo del vento rappresentante l'effetto del vento sulla velocità di propagazione del fuoco in relazione all'esposizione dei versanti;
- indice meteorologico, definito sulla base delle grandezze che caratterizzano la pericolosità potenziale associata all'innesco e alla successiva propagazione di un fuoco: l'umidità dei combustibili morti fini e la velocità del vento. L'indice meteorologico è indipendente dalla rappresentazione della copertura vegetale al suolo.

I dati di input previsionali sono forniti, rispettivamente da:

- COSMO-5M (dx=5 km, dt = 3 ore, Lead time 48 ore) per le prime 72 ore
- ECMWF-IFS (dx=9km, dt = 3 ore, Lead time 10 giorno) per il periodo 72-240 ore

Si riporta uno schema derivato dalla manualistica ufficiale che sintetizza le componenti informative di input, le variabili e gli outputs del modello.

Tabella 22 - Modello RISiCO

RISiCO 15	
Previsione delle condizioni favorevoli all'innesco ed alla propagazione degli incendi	
Le variabili di input e output del modello	
Variabili meteorologiche	Cosmo 5M Cosmo 2I

³³ Il manuale è disponibile sul sito www.mydewetra.org/wiki/images/d/df/Manuale_RISICO_agg2018.pdf

RISICO 15	
Previsione delle condizioni favorevoli all'innesco ed alla propagazione degli incendi	
	ECMWF-IFS
Parametri Statici	
Carta dei combustibili vegetali Carta delle pendenze Carta delle esposizioni	RISICO fuel map Italia (8 classi) Slope a DEM 20 ISPRA Aspect da DEM 20 ISPRA
Output del modello	Intensità del fronte Umidità della necromassa Velocità di propagazione Contributo del vento
Indici giornalieri basati sulla Rate of Spread (PPF)	Valore medio di Velocità di propagazione (PPF) Media del 90° percentile dei valori di PPF Media del 75° percentile dei valori di PPF Media del 50° percentile dei valori di PPF
Indice giornaliero di pericolo meteorologico	Indice Meteorologico
Dati e strumenti per la Validazione del modello RISICO Incendi occorsi nelle macro stagioni invernali ed estive dal 2007 al 2015 Validazione del modello RISICO sulla base dell'indice di pericolo Analisi della capacità predittiva di RISICO2015 finalizzata all'allertamento e confronto con il modello canadese FWI	
Metodologia per la mappatura del pericolo incendi boschivi a scala nazionale I dati utilizzati e l'applicazione della metodologia a scala nazionale: <ul style="list-style-type: none"> • Elenco delle aree percorse dal fuoco • I parametri fisici e climatici • La copertura vegetale del suolo 	
Output del modello RISICO: Mappe di pericolo ottenute con una classificazione lineare continua di tipo qualitativo	

Il sistema RISICO può essere utilizzato sia a scala nazionale sia a scala regionale. A scala nazionale, con una risoluzione spaziale di un chilometro, il sistema serve in particolare per fornire indicazioni utili alla gestione preventiva dei mezzi aerei di Stato.

FIRE DANGER FORECAST

Un importante contributo alla conoscenza del fenomeno degli incendi boschivi a livello europeo viene fornito dalla Commissione europea, tramite il Centro Comune di Ricerca di Ispra (JRC) nel quadro dell'**European Forest Fire Information System (EFFIS)**.

Il Fire Danger Forecast è un sistema realizzato dalla Commissione europea - Copernicus-EMS tramite la piattaforma EFFIS³⁴, sulla quale è consultabile una carta aggiornata basata sull'indice **FWI** (Fire Weather Index) canadese. Dopo una fase di test su diversi indici nazionali di pericolo di incendio, la rete EFFIS ha adottato il modello canadese, l'indice meteorologico antincendio (FWI) come metodo per valutare il livello di pericolo di incendio in modo armonizzato in tutta Europa.

Per adattare l'indice alle diverse condizioni climatiche europee, EFFIS pubblica due indicatori che forniscono informazioni sulla variabilità locale/temporale del FWI rispetto a una serie storica di circa 30 anni.

Attualmente, il modulo di previsione del pericolo di incendio dell'EFFIS fornisce l'accesso agli indici di pericolo di incendio utilizzando le previsioni meteorologiche numeriche di due modelli deterministici, ECMWF (8 km) e MeteoFrance (10 km), e un modello probabilistico, ECMWF, a 18 km di risoluzione spaziale che fornisce previsioni fino a 3 giorni.

Il Fire Weather Index è mappato in 7 classi di pericolo. Le classi di pericolo di incendio sono le stesse per tutti i paesi e le mappe mostrano un quadro armonizzato della distribuzione spaziale del livello di pericolo di incendio in Europa, Medio Oriente e Nord Africa. Di seguito sono riportati i valori per il FWI

Tabella 23 - Classi di pericolo relazionate a indice FWI

Fire Danger Class	FWI
-------------------	-----

³⁴ La descrizione dei modelli e degli indici ha come fonte il sito omonimo.

Molto Basso	Fwi<5.2
Basso	5.2 >= FWI < 11.2
Moderato	11.2 >= FWI < 21.3
Alto	21.3 >= FWI < 38.0
Molto alto	38.0 >= FWI < 50.0
Estremo ³⁵	FWI >= 50.0
Very Extreme	FWI >= 70.0 nella regione mediterranea nei mesi estivi

MODELLO PROBABILISTICO ECMWF

Fornisce quattro indici di pericolo di incendio: (1) FWI Extreme Forecast Index (FWI EFI), (2) FWI Shift of Tails (FWI SOT), (3) Fine Fuel Moisture Content Extreme Forecast Index (FFMC EFI) e (4) Spostamento delle code del contenuto di umidità del carburante fine (FFMC SOT).

L'EFI viene calcolato calcolando la differenza tra il modello climatico degli ultimi 20 anni per un determinato giorno e una previsione di insieme di 11 modelli per quel giorno, utilizzando 5 date di inizio in anni diversi. Questa finestra più ampia offre il vantaggio di definire meglio le code climatologiche - cioè i valori più estremi - che è importante per calcoli coerenti di EFI e SOT. Viene anche calcolato un indice, l'indice Shift of Tails (SOT), che fornisce informazioni su quanto un evento potrebbe essere potenzialmente estremo.

Le mappe del livello di pericolo di incendio previsto possono essere consultate sul sito di EFFIS.

7.3.2.2 Modellistica previsionale meteo

Tra le risorse del sistema informativo del DPC sono da censire anche i modelli previsionali meteo:

- Cosmo 5M
- Cosmo 2I
- Cosmo Lami³⁶
- ECMWF Modello del Centro Europeo di Previsione

Per una descrizione analitica dei modelli si rimanda al Capitolo 2.3.5 Modellistica previsionale meteo-climatica.

7.3.2.3 MYDEWETRA

Nel presente paragrafo, si riportano tutte le risorse dichiarate nella pagina ufficiale dell'Ente dedicata alla piattaforma e nel manuale d'uso in attesa di descrizione sui requisiti funzionali ed operativi del sistema da parte del DPC.

MyDewetra è una piattaforma sviluppata dal DPC in collaborazione con Fondazione CIMA con la finalità di condividere le informazioni nell'ambito della rete dei Centri Funzionali. È un sistema integrato per la previsione, monitoraggio e sorveglianza, in tempo reale, di tutti i rischi ambientali e può essere considerato come una "compliance platform", in continua evoluzione e sviluppo.

L'applicativo fornisce, tramite interfaccia grafica, informazioni ad alta risoluzione e continuamente aggiornate, consentendo all'utente di monitorare eventi meteorologici, costruire dettagliati scenari di rischio e valutare il potenziale impatto dei fenomeni sulle comunità e sulle infrastrutture. Dewetra consente a ogni computer connesso alla rete internet la fruizione integrata, in modalità geografica, di tutti i dati del sistema in modo indipendente dalla sorgente. L'applicativo gestisce, infatti, sia i dati della piattaforma utilizzata dal Sistema Nazionale dei Centri Funzionali sia

³⁵ Nel giugno 2021 è stata introdotta una classe di pericolo di incendio molto estremo per fornire discriminazioni sul livello di pericolo di incendio in vaste aree inizialmente classificate a pericolo di incendio "estremo" nella regione del Mediterraneo durante i mesi estivi.

³⁶ Nell'ambito modellistico nazionale è stato stipulato un accordo "satellite", denominato Lami, che vede la collaborazione del Servizio meteorologico dell'Aeronautica militare, del Servizio IdroMeteoClima di Arpa Emilia-Romagna e di Piemonte per lo sviluppo e la gestione operativa delle catene numeriche previsionali nazionali in Italia.

quelli territoriali e geospaziali pubblicati come servizi WMS da altre piattaforme. Dewetra è in grado di caricare e visualizzare layer geo-riferiti statici e dinamici, permette di consultare i valori di ogni stazione di misura e degli altri strumenti di osservazione più avanzati e offre all'utente strumenti interattivi e funzionalità per l'analisi degli eventi in corso o passati.

Il Portale è messo a disposizione non solo della rete dei Centri Funzionali Decentrati e delle strutture e componenti del Servizio Nazionale della Protezione Civile ma anche di altri Enti previa specifica valutazione e nel rispetto del fine di protezione civile.

Dewetra mette a disposizione una serie di **servizi applicativi di settore**:³⁷

- **WebAlert**: servizio applicativo messo a disposizione di vari Utenti (DPC, Centri Funzionali, Province Autonome) per supportare i processi di condivisione delle valutazioni e scambio documentale in ambito idro e meteo, nonché per realizzare, in collaborazione con i Centri funzionali Decentrati delle Regioni e le Province Autonome, il bollettino di criticità nazionale/allerta per criticità idrogeologica ed idraulica.
- **Propagator**: servizio applicativo messo a disposizione di DPC e Centri Funzionali a supporto delle attività di lotta attiva agli incendi boschivi.
- **FireReport**: servizio applicativo usato da DPC e Centri Funzionali per generare reportistica con le mappe degli output di modelli di previsione incendi.
- **FireBulletin**: servizio disponibile per i Centri Funzionali al fine di generare bollettini di pericolosità da incendi boschivi e documenti di comunicazione alla popolazione.
- **FireAlert**: servizio usato dal DPC per supportare i processi di allertamento incendi boschivi e realizzare e distribuire il bollettino di previsione nazionale di incendi boschivi.
- **DataLogCFC**: servizio applicativo del DPC per registrare tutte le segnalazioni in ingresso e uscita dal Centro Funzionale Centrale.

Nella sezione **Osservazioni** vengono rese disponibili diverse tipologie di dati osservazionali, sia di natura puntuale che areale. L'elenco delle osservazioni disponibili per categoria è sintetizzato in tabella.

Tabella 24 - Osservazioni disponibili sulla piattaforma MyDewetra

Osservazioni	
Tipologia	Denominazione
Pioggia	API15 API30 GSMaP GSMaP Real Time IMERG 24-hour acc. Mappa di Pioggia (MONITORAGGIO) Mappa di Pioggia Merging radar - pluviometri Pluviometri Rete Radar Nazionale - CAPPI Rete Radar Nazionale - SRI Rete Radar Nazionale - SRIadj Rete Radar Nazionale - SRT Rete Radar Nazionale - SRTadj Rete Radar Nazionale - VMI SATMWIR SRI SATMWIR SRT

³⁷ Fonte Documento pubblicato da DPC sulle condizioni d'uso: myDW-DPC_Termini_Condizioni_rev1.0.pdf

	Warning Pluviometri
Incendi	API30 LSASAF_FRP LSASAF_ITA Modello fenologico MODIS Hotspots MSG-SEVIRI Active Fire Monitoring (FIR) Risco Live Sentinel2 NDVI (20m) Sentinel2 NDVI (500m) SENTINEL2 Burned areas 20 meters Segnalazioni Incendi (COAU) Segnalazioni Incendi (Terna)
Temperatura	Mappa di temperatura Warnings termometri Termometri
Umidità del suolo	ASCAT SWI (HSAF) ASCAT SWI (COPERNICUS) ASCAT ECMWF SWI AMC API15 API30 ASCAT ECMWF SWI Cancelli-Nova Igrometri (suolo) QI ASCAT (ECMWF & SWI) Soil Moisture (FP Italia) Soil Moisture (FP Marche) Soil Moisture Anomaly (ARCHIVIO) Soil Moisture superficiale
Copertura nuvolosa	MSG IR 10.8 MODIS Terra1 (Archivio)
Livelli idro	Warnings Idrometri
Temporal	Rete Radar Nazionale - ETM Rete Radar Nazionale - HRD Rete Radar Nazionale - HRW Rete Radar Nazionale - HRT Rete Radar - Operatività Sensori Rete Radar Nazionale - POH Rete Radar Nazionale - VIL SFLOC
Neve	MODIS Terra1 (archivio) Nivometri S3M SN OBS 1 - H10 SN OBS 3 - H12 SN OBS 4 - H13 Snow Cover Extent

	Snow Hunter
Vento	Anemometri
Corpi Idrici / Aree allagate	Sentinel1 - Permanent Water Areas 20 meters Sentinel1 - Water Areas 20 meters
Altri sensori a terra	Barometri Igmometri (aria) Radiometri

Tra le previsioni sono disponibili diversi modelli rappresentati con una visualizzazione dinamica che permette all'utente la selezione del tempo di inizio del run del modello, l'aggregazione spaziale desiderata, l'intervallo di cumulata, l'istante temporale di riferimento con la possibilità di selezione di filtri da applicare ai dati caricati. Ogni modello viene inizializzato da condizioni al contorno, ricavate da un inquadramento sinottico a più larga scala ottenuto grazie ai modelli globale, ed è soggetto a incertezze determinate dal fatto che la loro elaborazione nasce da semplificazioni delle leggi fisiche per approssimazioni matematiche sulle condizioni al contorno ed iniziali che solo in parte descrivono la realtà. I risultati possono essere caratterizzati da incertezze nella localizzazione, tempistica ed evoluzione del fenomeno studiato. L'accuratezza del sistema aumenta con la diminuzione del tempo considerato.

Tabella 25 - Previsioni disponibili sulla piattaforma MyDewetra

Previsioni	
Tipologia	Denominazione del modello
Modelli Meteo	COSMO-2I COSMO-5M GFS 0.25° IFS WRF Europa (Open Loop) WRF Italia (Data Assimilation) WRF Italia (Open Loop)
Modelli Neve	S3Mv2_LAMI Mappa quota neve Mappa viabilità neve
Modelli Incendi	RISICO 2015 RISICO 2015-COSMOI5 National FDI
Modelli Idro	Prodotti catene EFAS-IS EFFORTS-Tevere FEWS Po FloodPROOFs Italia Deterministico - Osservazioni FloodPROOFs Italia Probabilistico - COSMO5M FloodPROOFs Italia Probabilistico - ECMWF FloodPROOFs Oss (tempo di ritorno) MISDc Umbria
Nowcasting	GSMaP Nowcasting PhaSt
Bollettini	Bollettino di Criticità/Allerta

Nella tipologia dei **layers statici** sono archiviati i dati invariati nel tempo e le informazioni sugli elementi esposti e sulle caratteristiche del territorio. Questa tipologia di informazioni è utile per la

costruzione degli scenari di rischio e nelle valutazioni del contesto coinvolto dal fenomeno previsto o in atto. Principalmente riguardano le varie unità amministrative, la rete idrografica, le infrastrutture, le aree a rischio e gli elementi esposti.

Tabella 26 - Layers statici disponibili sulla piattaforma MyDewetra

Layers statici	
Tipologia	Nome dello strato informativo
Unità amministrative	Confini comunali Confini provinciali Confini regionali Zone di allerta Zone di vigilanza meteorologica Sezioni censuarie
Idrografia	Bacini idrografici principali Bacini idrografici secondari Reticolo idrografico Reticolo idrografico di dettaglio Laghi ed acque interne Dighe
Esposti	Istituti scolastici Ospedali
Trasporti	Rete stradale Rete ferroviaria
Catasto eventi	Catalogo IFFI
Aree a rischio	PAI - pericolosità idraulica Mappe di pericolosità idraulica PPF estiva PPF invernale

7.3.3 Vari sistemi previsionali regionali basati su indici

Gli indici di pericolo d'incendio boschivo costituiscono l'elemento oggettivo che guida molte delle attività scelte dal sistema antincendio nel suo complesso come la pianificazione della vigilanza sul territorio (rotte dei mezzi aerei e punti di controllo dei mezzi terrestri), la preparazione all'emergenza e alla lotta, la dichiarazione dello stato di allerta, l'emanazione di divieti, la pianificazione di fuochi prescritti o delle altre attività legate alla gestione dei combustibili e alla prevenzione dei grandi incendi. Tra i principali indici adottati vi è il "Fire Weather Index" (**FWI**) che fornisce una indicazione della possibilità di innesco di un incendio in base allo stato di idratazione degli strati di combustibile forestali e dalla variabilità climatica in atto.

Alcune regioni come Veneto e Lombardia pubblicano un bollettino giornaliero adattando proprio l'indice canadese FWI, descritto nell'ambito del Fire Danger Forecast, alle particolari condizioni locali. I bollettini fanno riferimento agli indici FWI detto e al FFMCI, il "Fine Fuel Moisture Code" un indicatore numerico del contenuto idrico dei combustibili fini che riflette la facilità con cui si infiammano. In particolare, il modello degli indici della **Lombardia** tiene conto delle influenze dei cambiamenti climatici in corso e previsti sull'aumento generalizzato del pericolo di incendi.

Danger level	Alpine Area		Mediterranee Area	
	FWI	FFMC	FWI	FFMC
Very low 1	<3	< 70	<3	< 77
Low 2	3-7	70-84	3 - 8	77-84
Medium 3	7-11	84-87	8 - 14	84-88
Hight 4	11-16	87-89	14 - 22	88-90
Very High 5	>16	> 89	> 22	> 90

Figura 36 - Differenti livelli di pericolo in relazione all'area geografica

Secondo recenti studi, in Europa meridionale è previsto un aumento della severità degli incendi del 3-7% per decennio, un prolungamento della stagione incendi di 3-4 giorni per decennio e un incremento dell'area percorsa da incendi del 15-25% per decennio.

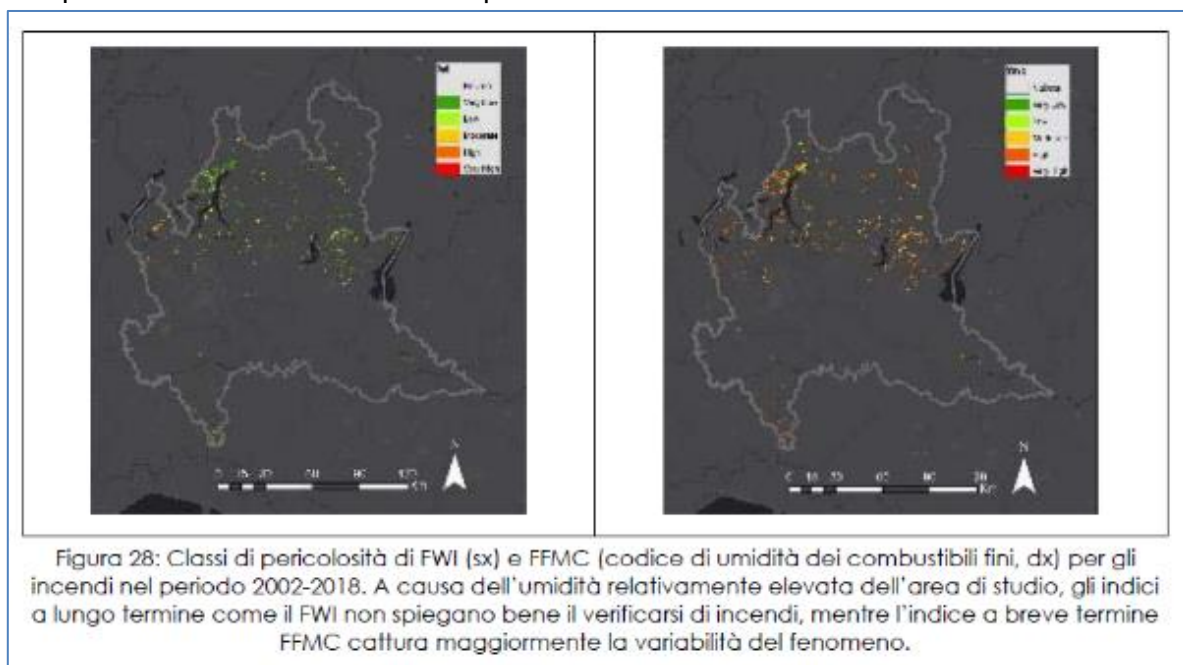


Figura 37 - Piano AIB Lombardia 2022-22

Per quantificare la magnitudine di questo effetto, i valori di FWI e FFMC vengono calcolati per il periodo 2021-2030, 2031-2040 e 2041-2050 utilizzando le variabili meteorologiche simulate dal modello COSMO-CLM in funzione di scenari climatici RCP4.5 e RCP8.5³⁸, rese disponibili dal Centro Euromediterraneo per i Cambiamenti Climatici (CMCC) ad una risoluzione spaziale di 8 km.

È stata quindi ricalcolata la ripartizione dei giorni caratterizzati da ciascuna classe di pericolosità per gli indici analizzati, ed estrapolato il numero medio giornaliero di incendi e l'area mediamente percorsa giornalmente in base alla nuova distribuzione temporale delle classi di pericolosità.

La **Regione Liguria** tramite il servizio di prevenzione incendi regionale S. PI.RL. abbina alle risorse disponibili su Dewetra dal DPC tecniche di intelligenza artificiale basate sul Machine Learning per

³⁸ **RCP8.5** (comunemente associato all'espressione "Nessuna mitigazione") – crescita delle emissioni ai ritmi attuali. Tale scenario assume, entro il 2100, concentrazioni atmosferiche di CO2 triplicate o quadruplicate (840-1120 ppm) rispetto ai livelli preindustriali (280 ppm). **RCP4.5** ("Forte mitigazione") – assume la messa in atto di alcune iniziative per controllare le emissioni. Sono considerati scenari di stabilizzazione: entro il 2070 le emissioni di CO2 scendono al di sotto dei livelli attuali e la concentrazione atmosferica si stabilizza, entro la fine del secolo, a circa il doppio dei livelli preindustriali.

creare una mappa di suscettibilità agli incendi boschivi. Tramite SPIRL, il Servizio regionale di previsione del pericolo d'incendio, il modello RIS.I.CO. Nazionale (RISchio Incendi e Coordinamento) viene adattato e scalato al livello regionale.

I dati di input forniti dal Centro Meteo-idrologico regionale sono relativi:

- alle variabili meteorologiche, costituite dai dati osservati dalle centraline al suolo della rete osservativa regionale e dalle mappe previsionali fornite dai modelli meteorologici (catena BOLAM-MOLOCH, catena COSMO LAMI e ECMWF)
- alla tipologia di vegetazione (carta dei combustibili vegetali)
- alle caratteristiche orografiche (carta dell'esposizione e della pendenza)
- alla pericolosità statica (mappe stagionali del pericolo statico, che tengono conto della frequenza degli incendi nell'ultimo trentennio).

In uscita il modello fornisce una serie di variabili intermedie (intensità del fronte di fiamma, velocità di propagazione potenziale, umidità della necromassa, contributo del vento...) usate per la definizione di indici di pericolo sintetici, con possibile diversa aggregazione spazio-temporale.

Gli indici raggruppati in 7 livelli di pericolo opportunamente calibrati (molto basso, basso, medio-basso, medio, medio-elevato, elevato, estremo), a ciascuno dei quali corrisponde un diverso livello di attenzione per coloro che si occupano del monitoraggio preventivo vengono pubblicati nel Bollettino SPIRL. Il Bollettino riporta, sotto forma di mappa e poi di tabella, l'indice di pericolo medio giornaliero a livello comunale, per il giorno corrente e i tre giorni successivi. L'accesso al documento è consentito solo agli utenti autorizzati, rappresentati dai Vigili del Fuoco (oltre il personale regionale), i quali, per quanto disposto con il D.lgs. 177/2016, hanno ricevuto l'affidamento delle attività di prevenzione e lotta attiva agli incendi boschivi. Sulla base degli indici e delle mappe viene modulato preventivamente il sistema di intervento AIB dei VVF (preparedness), sia a livello di SOUP che a livello di Comandi provinciali dei VVF.

In Liguria è in corso di sperimentazione il modello Propagator (propagazione degli incendi boschivi), come strumento in tempo reale di supporto alle decisioni della SOUP e del DOS per ottimizzare l'impiego delle risorse umane e dei mezzi da impiegare nella lotta attiva agli incendi boschivi.

Il **Centro Funzionale Decentrato del Molise** emana un Bollettino giornaliero basato sul calcolo di un indice di pericolo aggregato (**Molise Wildfire Risk Index 2020**) definito sulla base della velocità di propagazione potenziale come parametro di valutazione della pericolosità associata all'eventuale innesco ed alla successiva propagazione di un fuoco, sulla base dell'umidità dei combustibili morti fini, della pendenza dei versanti e del contributo del vento.

L'indice di pericolo è ottenuto dall'aggregazione spaziale e temporale della velocità di propagazione potenziale considerando una mappa di probabilità di innesco e le condizioni fenologiche della vegetazione erbacea, Rate of Spread (Ignition Probability + NDVI). L'aggregazione temporale è finalizzata ad identificare la persistenza di condizioni di pericolo critiche nelle 24 ore. Questo nuovo strumento offre le mappe giornaliere, su scala regionale, dell'indice di pericolo incendi definito da RISICO MOLISE. Le mappe si riferiscono alla situazione di pericolo incendio per le 24 e 48 ore successive alla pubblicazione, definite su aree amministrative corrispondenti alle singole municipalità e alle zone di allerta

Come esigenza emersa sarebbe sicuramente auspicabile un pieno funzionamento dei centri decentrati anche per la parte relativa all'allertamento con il fine di adattare alle esigenze dei vari territori interessati la scala territoriale dei bollettini di criticità, che ricordiamo al momento è soltanto provinciale ed impostando diversi intervalli di validità o anticipando le date di uscita.

7.3.4 Prevenzione

Come indicato nel paragrafo precedente, gli interventi di prevenzione, sia per la parte strutturale che operativa, fanno riferimento ad interventi messi in atto dagli Enti locali ed una disamina completa e dettagliata non sarebbe possibile. Si rimanda pertanto alla sintesi per macrocategorie di interventi descritta nel precedente paragrafo.

Si aggiunge di seguito una nota relativa alla formazione ed addestramento AIB del CNVVF.

7.3.4.1 Formazione AIB del CNVVF

Il CNVVF eroga la formazione AIB a Dirigenti, Funzionari, Capi reparto, Capisquadra e Vigili attraverso la propria Direzione Centrale della Formazione. Dal 2008 cura la formazione dei propri Direttori delle

Operazioni di Spegnimento (D.O.S.) che vengono messi a disposizione delle Regioni con gli Accordi di Programma. In proposito all'organizzazione del modello di intervento e della diversa caratterizzazione dei Sistemi AIB delle singole Regioni e nell'ottica di rafforzare il legame con l'organizzazione AIB regionale ed il territorio in cui si opera, la Direzione Centrale per la Formazione ha deciso di distribuire sul territorio i propri centri di formazione, addestramento ed aggiornamento professionale relativa alle attività AIB.

Si tratta di 11 poli diffusi sul territorio dotati di simulatore per l'addestramento alla direzione delle operazioni di spegnimento, di piazzole per l'atterraggio ed il decollo di aeromobili AIB ad ala rotante, punti d'acqua per il loro rifornimento, nonché con la disponibilità di un'area naturale di almeno 20 ettari dove provvedere anche all'addestramento in campo degli operatori del Corpo Nazionale e delle Regioni secondo le previsioni degli accordi di programma di cui all'accordo quadro del 2017.

Presso la sede delle Scuole di Formazione Operative di Montelibretti il C.N.VV.F. sta inoltre predisponendo una area addestrativa virtuale, con simulatore di propagazione dell'incendio Wild Fire Analyst e sand table, che permette l'addestramento in contemporanea delle diverse figure che partecipano alle attività di lotta attiva: DOS, responsabili di settore, operatori di sala operativa, partecipanti a posti di comando misti, Direttori Tecnici del Soccorso.

A livello di risorse del CNVVF che possono essere messe in condivisione sul nuovo Sistema, l'ente offre l'opportunità di potere condividere i dati raccolti sugli approvvigionamenti idrici VVF e sui punti acqua per mezzi aerei ad ala rotante e per mezzi terrestri (idranti).

7.3.5 Monitoraggio

7.3.5.1 Sistemi di monitoraggio meteorologico

Nella fase di monitoraggio e sorveglianza, il Centro Funzionale Centrale (CFC) raccoglie i dati provenienti dai satelliti meteorologici, dalla rete radar nazionale e dalla rete di stazioni al suolo per un controllo continuo ed integrato dei fenomeni meteo idrologici e della loro evoluzione su tutto il territorio. Tale attività è svolta in affiancamento ai centri funzionali decentrati che con i presidi territoriali hanno il compito di osservare, monitorare e vigilare i fenomeni e la loro evoluzione sul territorio.

Le informazioni e i dati così raccolti consentono al CFC di aggiornare la Sala Situazioni Italia e monitoraggio del territorio I principali strumenti di monitoraggio e sorveglianza utilizzati sono la rete radar nazionale, che stima la presenza e l'intensità delle precipitazioni nell'atmosfera quasi in tempo reale, ed osservare lo spostamento delle perturbazioni e quella relativa alle stazioni meteo-idropluviometriche che misurano la quantità delle precipitazioni cadute al suolo e la variazione del livello dei fiumi.

Le stazioni meteo-idropluviometriche sono stazioni in telemisura che montano più sensori, in grado di trasmettere in tempo reale i dati rilevati ai centri di raccolta e di elaborazione regionali: pluviometri (per misurare la quantità di pioggia caduta), idrometri (per monitorare il livello dei fiumi) e altri sensori come termometri (per misurare la temperatura), anemometri (per misurare l'intensità del vento) e nivometri (per misurare la neve caduta).

Le misure da esse rilevate sono trasmesse via radio, satellite o sistemi GSM/GPRS alla centrale di monitoraggio di ciascun centro funzionale che le visualizza, le elabora e le trasferisce in "pacchetti" al server del Dipartimento. Per il confronto, l'integrazione e la sintesi dei dati necessari alla valutazione in tempo reale della situazione meteo-idrologica si usa il già citato sistema Dewetra.

La consistenza, le caratteristiche e la localizzazione delle reti a livello centrale e territoriale sono oggetto del tema trasversale in capo a Italia Meteo e descritto nel capitolo 9.1.2.1 e la breve descrizione è qui riportata solo per completare il quadro del Verticale Incendi boschivi e di interfaccia.

Come ulteriori risorse esistenti e ad oggi utilizzate, vengono di seguito riportati i seguenti elementi informativi.

Nel sito ISPRA³⁹ è possibile consultare archivi storici e dati di monitoraggio di reti di osservazione di parametri meteorologici. È inoltre possibile consultare i risultati di modelli previsionali sia di componenti del bilancio idrologico sia di parametri meteomarinari.

PLUTER

Dati storici di pluviometria e termometria (1951-1986), misure di portate (storiche), relazioni idrologiche

³⁹ Dal sito <https://www.isprambiente.gov.it/it/banche-dati/banche-dati-folder/clima-e-meteo>

storiche digitalizzate.

PREVISIONI METEOROLOGICHE SULL'ITALIA E IL BACINO DEL MEDITERRANEO

Previsioni a 132 ore (5 giorni e mezzo) sul Mediterraneo prodotte a passo orario per diversi campi a terra e in quota dalle corse 0000 e 1200 UTC del modello BOLAM a 0.07° del Sistema Idro-Meteo-Mare (SIMM) dell'ISPRA, disponibili nella sezione "Previsioni 0.07° BOLAM sul bacino del Mediterraneo", e previsioni a 84 ore (3 giorni e mezzo) sull'Italia prodotte dalle due corse 0000 e 1200 UTC del MOLOCH a 0.0225° del SIMM, disponibili nella sezione "Previsioni MOLOCH sull'Italia". Le variazioni nel tempo di pressione sul livello del mare, precipitazione oraria, temperatura a 2 metri, umidità relativa a 2 metri e vento a 10 metri per diverse località italiane previste giornalmente dalla corsa delle 1200 UTC del BOLAM a 0.07° sono anche esse consultabili e disponibili nella sezione "Meteogrammi".

Nella sezione Clima è possibile consultare e scaricare dati e indicatori relativi allo stato, alle variazioni e alle tendenze del clima in Italia, elaborati nell'ambito del Sistema nazionale per la raccolta, l'elaborazione e la diffusione dei dati climatici SCIA ed accedere tramite Web-GIS alla consultazione sul territorio italiano dei dati e degli indicatori sul clima degli ultimi 50 anni.

BOLLETTINO SICCIÀ

Monitoraggio quantitativo delle condizioni di siccità in Italia ed in Europa, visualizzate per mezzo di mappe, aggiornate mensilmente, dello Standardized Precipitation Index, un indice climatologico comunemente usato per la quantificazione della relativa scarsità o abbondanza di precipitazioni. Sono consultabili le mappe per quattro aree (Italia, Mediterraneo, Europa ed area CADSES), dal mese di dicembre 1989 ad oggi, definite rispetto a quattro scale temporali (trimestrale, semestrale, annuale e biennale).

SISTEMA NAZIONALE PER LA RACCOLTA, L'ELABORAZIONE E LA DIFFUSIONE DEI DATI CLIMATICI - SCIA

SCIA è il sistema nazionale per la raccolta, elaborazione e diffusione di dati climatici, realizzato dall'ISPRA e alimentato in collaborazione e con i dati degli organismi elencati sulla homepage. Esso risponde all'esigenza di armonizzare e standardizzare i metodi di elaborazione e rendere disponibili i dati, gli indici e gli indicatori utili alla rappresentazione e alla valutazione dello stato, delle variazioni e delle tendenze del clima in Italia.

7.3.5.2 Sistemi di monitoraggio ed avvistamento incendi regionali

L'avvistamento degli incendi boschivi è effettuato sia con modalità di avvistamento tradizionali, e in questo caso viene disimpegnata con presidio umano AIB in postazioni fisse o mobili, sia ricorrendo a sistemi di telerilevamento, rilievi con droni e monitoraggio elettronico.

Un ulteriore completamento dell'attività di sorveglianza del territorio nell'ambito della lotta attiva antincendio è dato dal pattugliamento mobile aereo nonché dal pattugliamento a terra con automezzi, optando per le attività di avvistamento aereo nelle aree dove la rete viaria è limitata, l'orografia accidentata oppure laddove le aree boscate da osservare sono assai vaste e uniformi e rendono difficile l'avvistamento.

Il pattugliamento terrestre è attività tipica dei presidi AIB che devono adoperarsi a stabilire rapporti di collaborazione con Enti, Istituzioni, organizzazioni ed apparati interessati e competenti per le attività antincendio boschivo. Quando gli operatori AIB avvistano un focolaio ne individuano precisamente la posizione topografica e comunicano immediatamente le coordinate via radio alla sede operativa di competenza per l'organizzazione tempestiva degli interventi di spegnimento.

Per quanto riguarda invece il monitoraggio elettronico e da remoto, molte Regioni indicano nei loro Piani e programmi annuali AIB l'esistenza di differenti tipologie di sistemi di monitoraggio ed avvistamento incendi: per la Regione Piemonte si parla di adeguamento tecnologico della rete di monitoraggio elettronico antincendio, puntando all'installazione di sistemi innovativi su postazione fissa, che consistono in un sistema di brandeggio controllato da un software di gestione della movimentazione e di analisi delle immagini e su cui sono montati sensori in diverse bande spettrali (visibile, vicino infrarosso, infrarosso termico). Altre come la Regione Lazio hanno ampliato la già estesa rete di radiocomunicazione in proprio possesso, affidando la gestione del traffico radio e il telecontrollo alla Centrale Operativa Regionale (C.O.R.) situata presso il settore della Protezione Civile Regionale

La ricognizione dei sistemi di avvistamento incendi in uso presso gli enti territoriali o dichiarata nei programmi regionali risulta abbastanza complicata e richiede un approfondimento possibile solo a scala locale.

A titolo di esempio si citano i differenti sistemi (con relative differenti tecnologie alla base) in uso presso la Regione Puglia e un sistema sperimentale utilizzato presso Lombardia e Basilicata.

Il **sistema ARIF**, un recente sistema della **Regione Puglia** è composto da un Centro operativo con software per la gestione, il controllo remoto e la raccolta di immagini, scansioni e dati meteorologici provenienti dalle postazioni a campo e da 6 postazioni di monitoraggio per il telerilevamento degli incendi. Ogni postazione è attrezzata con un complesso di identificazione incendi panoramico, alloggiato su apposito brandeggio automatizzato (una termocamera a infrarossi e una telecamera nel visibile ad alta risoluzione) ed una stazione meteorologica completa.

Il sistema consente di calcolare gli indici di innesco, individuare precocemente e automaticamente l'insorgenza di un focolaio, trasmettendo immediatamente agli operatori l'allarme incendio e soprattutto integrare modelli predittivi che permettono di rappresentare su mappe georiferite, la probabile propagazione del fronte di fiamma.

SISTEMA SPERIMENTALE DI AVVISTAMENTO DEGLI INCENDI BOSCHIVI⁴⁰

Tra le tecnologie e metodologie satellitari avanzate per l'identificazione tempestiva dei principi di incendio c'è la metodologia sviluppata dall'Istituto di Metodologie per l'Analisi Ambientale (IMAA) e sperimentata pre-operativamente in collaborazione con la Regione Lombardia, U.O Protezione Civile e con gli Uffici di Protezione Civile della Provincia Regionale di Palermo e della Regione Basilicata, nell'ambito di specifiche convenzioni e progetti di ricerca.

Alla base del progetto vi è l'assunto che un avvistamento precoce e tempestivo consente di ridurre i tempi di reazione e dispiegare per tempo sul territorio le forze di contrasto, limitando i danni ambientali, sociali ed economici e che, per tali finalità, i satelliti per l'osservazione della terra possono rappresentare una valida alternativa alle osservazioni tradizionali, ovvero un utile complemento, a patto che abbiano caratteristiche (orbitali e strumentali) adeguate, che rispondano cioè a determinate esigenze quali soprattutto: i) tempestività dell'osservazione; ii) rapidità nella messa a disposizione del dato; iii) affidabilità e sensibilità delle tecniche di detection.

Il progetto prende in considerazione anche la sempre più numerosa offerta di strumenti di osservazione posti in orbita su satelliti polari (NOAA/AVHRR, EOS/MODIS, ENVISAT/AATSR, ecc.) e geostazionari (GOES, MSG, MTSAT) in grado di operare nella regione del medio infrarosso (MIR) con risoluzioni spaziali variabili da 1km a 5km e con ripetizioni temporali da poche ore a 15 minuti.

Rispetto ai sistemi di avvistamento tradizionale, il telerilevamento da satellite garantisce vista sinottica, continuità delle osservazioni e tempestività degli allarmi, possibilità di controllo di aree altrimenti inaccessibili a costi oramai relativamente bassi.

I Ricercatori dell'IMAA-CNR hanno messo a punto la tecnica RST-FIRES, derivata dalla metodologia più generale RST (Robust Satellite Techniques), basata sull'analisi di dati satellitari multi temporali.

Campagne di sperimentazione in tempo reale, realizzate in collaborazione con gli Enti territoriali citati all'inizio⁴¹ hanno dimostrato che RST-FIRES può garantire la sensibilità (verso incendi anche di più piccole dimensioni) e l'affidabilità (basso tasso di falsi allarmi) necessarie per tentare con successo un'individuazione tempestiva dei principi di incendio. Il sistema consente di identificare (sulla base dell'algoritmo RST-FIRES) anomalie termiche connesse alla presenza di incendi, convertendole in file kml e rendendole immediatamente disponibili agli operatori delle sale di monitoraggio degli enti preposti al controllo del territorio ed alla lotta attiva agli incendi. Utilizzando la piattaforma Google Earth®, i file kml così generati consentono facilmente agli operatori di individuare la posizione dell'incendio e valutarne l'intensità relativa (in caso di più anomalie contemporaneamente presenti) in modo da indirizzare le squadre in campo verso l'evento che sembra presentare la maggiore priorità di intervento. Inoltre, la tecnica è completamente esportabile su dati acquisiti da sensori differenti, su aree geografiche diverse, ed essendo basata sui soli dati satellitari, non necessita di dati ancillari (spesso di difficile reperimento).

⁴⁰ Documento descrittivo pubblicato su sito <https://www.imaacnr.it> e denominato "Monitoraggio degli incendi boschivi Tecnologie e metodologie satellitari avanzate per l'identificazione tempestiva dei principi di incendio"

⁴¹ Uffici di Protezione Civile della Regione Lombardia, della Provincia Regionale di Palermo e della Regione Basilicata

Per quanto riguarda i limiti del progetto⁴² le campagne hanno messo in luce che molti mancati allarmi corrispondevano in realtà ad eventi (anche di grandi dimensioni/intensità) non identificati a causa della fase di *cloud detection* che probabilmente scambiava per nuvola il fumo di bruciatura.

La presenza di corpi nuvolosi non rilevati può portare alla proliferazione di falsi allarmi e, al contempo, errori nella classificazione dei pixel nella fase preliminare di *cloud detection*, possono portare a mancati allarmi provocati dall'esclusione dei pixel dalla fase di identificazione dell'incendio propriamente detta. Lo stesso fumo provocato dagli incendi, infatti, può erroneamente venire identificato come copertura nuvoloso determinando l'esclusione del pixel indagato dalla successiva fase di *Fire detection* vera e propria.

Il sistema è attualmente disponibile per la PA ed è utilizzato a livello sperimentale. Come utenti, i principali destinatari sono individuati nei CFR della Protezione Civile, nelle Agenzie Regionali per la Prevenzione e Protezione Ambientale e nelle Comunità Montane.

7.3.5.3 Monitoraggio Forestale

Di seguito si descrivono i sistemi in uso dai Carabinieri Forestali sul monitoraggio delle foreste.

L'attività di monitoraggio degli ecosistemi forestali si innesta coerentemente ed efficacemente nella realizzazione degli importanti obiettivi individuati dallo strumento europeo "Green New Deal" che per la prima volta introduce un atto vincolante rivolto a tutti i Paesi UE e mirato al raggiungimento della neutralità delle emissioni inquinanti entro il 2050. Le reti di monitoraggio delle foreste, il principale serbatoio di CO₂ terrestre sono uno strumento indispensabile per verificare se sul territorio dello Stato siano rispettati i valori limite e raggiunti gli obiettivi stabiliti al fine di prevenire, eliminare o ridurre gli effetti negativi dell'inquinamento atmosferico e dei cambiamenti climatici sia per la salute umana che per l'ecosistema.

Le reti gestite dall'Arma dei Carabinieri sono:

- INFC (Inventario Nazionale delle Foreste e dei serbatoi di Carbonio)
- ConEcoFor (Controllo degli Ecosistemi Forestali)
- NEC (National Emissions Ceilings)

I dati delle reti di monitoraggio ad oggi gestite dall'Arma potranno essere messe in condivisione sul Sistema di Monitoraggio del MASE per favorire l'interscambio di dati tra Enti, nel rispetto dei principi di riservatezza e di sicurezza

INVENTARIO NAZIONALE DELLE FORESTE E DEI SERBATOI DI CARBONIO (INFC2015).

L'Inventario nazionale delle foreste e dei serbatoi di carbonio (INFC), previsto dalla legge quadro n. 353/2000 all'art. 12⁴³ è necessario per soddisfare i fabbisogni informativi inerenti alle foreste italiane, anche per gli aspetti connessi con le politiche del dicastero in ordine ai cambiamenti climatici. In particolare, i dati sulle foreste vengono elaborati poi dall'ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale) e utilizzati dal Ministero della Transizione Ecologica per la redazione del National Inventory Report - Italian Greenhouse Gas Inventory.

I dati dell'ultimo inventario - Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi di Carbonio (INFC2015) - sono stati presentati alla pre-Cop26 (Conferenza 2021 delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici). Il prossimo Inventario Nazionale (INFC2025) è programmato per il quinquennio 2023-2027 e sarà realizzato dal CUFAA in collaborazione con altri enti di ricerca.

METODOLOGIA E DATI PER INVENTARIO FORESTALE NAZIONALE

I dati dei rilievi in campo relativi all'INFC2015 vengono raccolti attraverso l'applicazione INFC_APP installata su tablet con sistema Android. Lo scambio di informazioni tra dispositivo tablet e server centrale avviene tramite web service SOAP (Simple Object Access Protocol). Si tratta di servizi sincroni richiesta - risposta attraverso i quali le squadre possono scaricare sul proprio tablet tutti gli attributi precaricati del punto da rilevare, come le coordinate e alcuni dati del precedente inventario per i punti già visitati durante la campagna INFC2005. La trasmissione delle informazioni da e verso il server centrale avviene attraverso funzionalità specifiche, implementate nell'applicativo di campo, da eseguire

⁴² Considerazioni tratte dall'elaborato "Miglioramento e Validazione della Metodologia RST-FIRES per i grandi incendi" Vincenzo Carcia -

⁴³ La disposizione è richiamata dal Decreto del MASE n. 79/2016, recante "Attuazione della legge 3 maggio 2016, n.79 in materia di ratifica ed esecuzione dell'Emendamento di Doha al Protocollo di Kyoto

mediante la connessione internet direttamente dal tablet (con scheda 4G) per il progressivo popolamento della banca dati inventariale.

A conclusione del rilievo, le squadre invocando il servizio per l'upload invia i dati raccolti al database centrale, il cui accesso è gestito per profili. Il DBMS è di tipo relazionale (Oracle), lo schema relazionale si compone di 27 tabelle. Attualmente lo Schema Oracle e i dati in esso presenti risiedono sul SIAN⁴⁴. Il CREA, partner scientifico per la redazione dell'INFC, ha ricevuto il DUMP dei dati che, una volta estratto, ha consentito la realizzazione delle analisi dei dati e la reportistica a corredo presenti sul sito <https://www.inventarioforestale.org/it/>.

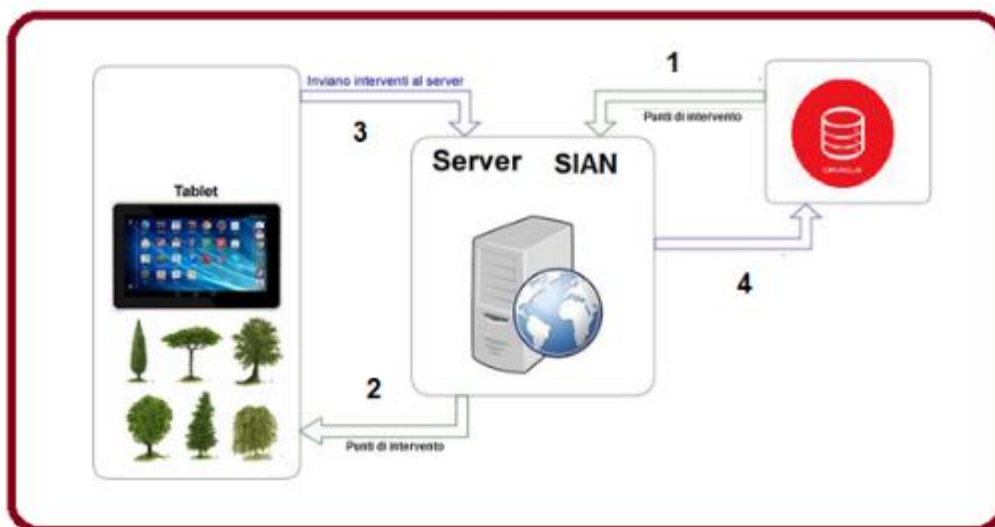


Figura 38 - Collegamento Rete INFC2015 - SIAN

PROGRAMMA CON.ECO.FOR. - MONITORAGGIO ANNUALE SULLO STATO DI SALUTE DELLE FORESTE

Il CON.ECO.FOR. (CONtrollo ECOsistemi FORestali) è un programma nazionale di monitoraggio dello stato delle foreste avviato in Italia, nell'ambito dei programmi operativi ICP Forests⁴⁵ e ICP IM. Per l'Italia sono coinvolti Enti di ricerca ed Università quali il CNR, il CREA, entrambi con diversi Istituti, l'Università di Firenze, l'Università di Camerino ed anche lo spin-off Terradata environmetrics srl.

Al sensi della legge n.124 del 14/02/1994 di ratifica della Convenzione UN-ECE sull'Inquinamento Atmosferico Transfrontaliero a Lungo Raggio, infatti l'allora Corpo Forestale dello Stato, oggi confluito nell'Arma dei Carabinieri, ha costituito nel 1995 il Programma Nazionale Controllo Ecosistemi Forestali (Con.Eco.For.), i cui dati alimentano l'ICP Forest della convenzione, volto ad effettuare:

- indagini di valutazione dello stato di salute degli alberi su una Rete transnazionale di 260 punti di monitoraggio (Rete di I livello);
- monitoraggio specifico dello stato delle foreste (chiome, suoli, foglie, accrescimenti, deposizioni, clima e vegetazione) in 31 aree nazionali permanenti (Rete di II livello).

Il programma, aderendo all'ICP Forests, segue i protocolli standardizzati e stabiliti a livello internazionale ed è basato sui due tipi di rete diffusi in Europa, il livello I ed il livello II. Il Programma prevede campionamenti annuali nei punti e nelle aree rispettivamente di livello I e II distribuiti su tutto il territorio nazionale.

La Rete di livello I è utilizzata anche come **sistema di primo allarme dei danni al patrimonio forestale**. Nella Rete di livello II, basata su aree di studio permanenti, si svolge il monitoraggio intensivo ed integrato. Nei plot si realizza la maggior parte delle ricerche, portate avanti per comprendere le interazioni tra inquinamento atmosferico, cambiamenti climatici ed ecosistemi forestali. I campionamenti si svolgono con frequenza variabile a seconda delle ricerche, utilizzando il manuale internazionale ICP Forests.

I dati grezzi raccolti mediante apposita APP installata su un Tablet - con sistema operativo Android - vengono scaricati e successivamente trasmessi (in formato CSV) per essere elaborati da un gruppo di ricercatori di Istituti di ricerca ed Università: il Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR); l'Università

⁴⁴ <https://www.sian.it/inventarioforestale/>

⁴⁵ In attuazione del Regolamento (CEE) n. 3528/86, è stato il Programma Cooperativo Internazionale per la Valutazione ed il Monitoraggio degli Effetti dell'Inquinamento Atmosferico sulle Foreste (ICP Forest)

degli studi di Firenze e L'Università degli Studi di Camerino; il Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria (CREA).

I dati elaborati vengono quindi inviati alle banche dati europee dei programmi **ICP Forests e ICP IM** (di cui il CUFA è National Focal Centre per l'Italia) in formato xlsx o txt. I formati di reporting excel si trovano anche nei manuali ICP IM e ICP Forest.



Figura 39 - Elaborazione dei flussi informativi per la rete CON ECO FOR

RETE NEC ITALIA

La *Direttiva (UE) 2016/2284 del Parlamento europeo e del Consiglio del 14 dicembre 2016*, stabilisce l'obbligo di comunicare alla Commissione e all'Agenzia Europea per l'Ambiente l'ubicazione dei siti di monitoraggio e gli indicatori associati utilizzati per il monitoraggio degli impatti dell'inquinamento atmosferico ed entro il 1° luglio 2019, successivamente ogni quattro anni, i dati del monitoraggio. La Direttiva Europea è stata recepita nel 2018 rimettendo al Ministero della Transizione Ecologica (ora MASE) il compito di istituire una rete di monitoraggio degli impatti negativi dell'inquinamento atmosferico sugli ecosistemi.

Il Ministero, con Decreto del 26 novembre 2018 n. 319, ha disciplinato la rete di monitoraggio degli impatti dell'inquinamento sugli ecosistemi individuando i siti, i criteri per l'esecuzione e le modalità di comunicazione dei dati raccolti. In tale ambito numerosi siti della rete di monitoraggio individuati dal decreto erano gestiti dal CUFAA dell'Arma dei Carabinieri, in quanto afferenti alla Rete Nazionale per il Controllo degli Ecosistemi Forestali (CON.ECO.FOR.) e lo stesso Comando era già National Focal Centre dei protocolli internazionali ICP Forests e ICP IM - nell'ambito della Convenzione internazionale sull'inquinamento atmosferico transfrontaliero a lungo raggio.

Il Ministero, pertanto, tenuto conto che alcune attività erano già svolte dal CNR - Istituto di Ricerca sulle Acque (IRSA) e Istituto per la Ricerca sugli Ecosistemi Terrestri (IRET) - nel dicembre del 2018 ha siglato un apposito accordo di collaborazione con il CUFAA ed è stata così istituita la rete di monitoraggio denominata "Rete NEC Italia". L'accordo di collaborazione siglato e il conseguente coordinamento della Rete affidato all'Arma dei Carabinieri seguono il solco tracciato dal Decreto Legislativo 19 agosto 2016, n. 177 conferendo all'Arma il compito di effettuare i controlli sul livello di inquinamento degli ecosistemi forestali.

Le reti di monitoraggio e di osservazione su larga scala rappresentano, a livello internazionale, le principali fonti di informazione sugli ecosistemi e sono determinanti per il controllo dei fattori di stress che alterano la funzionalità dei biotopi. Il riscaldamento globale e gli effetti dell'inquinamento atmosferico devono essere costantemente monitorati per poterne prevedere i possibili sviluppi futuri. Sono necessari dati aggiornati e informazioni continue che solo le reti, come "Rete NEC Italia", possono fornire.

La RETE NEC ITALIA esegue un monitoraggio integrato su:

- Ecosistemi Terrestri
- Ecosistemi di Acqua Dolce
- Danni da Ozono

Le attività di ricerca sul campo vedono impegnati sia i ricercatori dei principali enti di ricerca italiani che i militari del CUFAA e sono relative a:

- accrescimento degli alberi;
- stato di salute delle chiome;
- chimica delle soluzioni dei suoli;
- analisi dei nutrienti fogliari;
- analisi della lettiera;
- analisi chimica delle deposizioni atmosferiche;
- analisi degli effetti dell'ozono sulle piante;
- meteorologia;
- diversità della vegetazione erbacea;
- diversità dei licheni epifitici.

DATI E PROCEDURE DI RIFERIMENTO PER LA RETE NEC

La Commissione Europea (CE) ha predisposto un file Excel denominato "Template for reporting under the NEC Directive", per la rendicontazione tecnica sugli adempimenti NEC da parte degli Stati Membri. Il nel mese di luglio 2022, è stato utilizzato per comunicare gli aggiornamenti delle Reti NEC su

- siti inclusi;
- parametri di monitoraggio adottati.

Nel mese di luglio 2023, secondo quanto previsto dalle scadenze della Direttiva, il template sarà utilizzato per comunicare i primi dati raccolti nelle Reti NEC nazionali. In Italia, la Rete NEC è coordinata dal CUFAA che utilizza siti di monitoraggio di ICP Forest e ozono per gli ecosistemi terrestri ed ICP Water per quelli acquatici. Con l'approssimarsi delle scadenze previste dalla Direttiva, il template viene condiviso dal CUFAA con i ricercatori che collaborano al monitoraggio NEC, in modo che possano compilare le parti interessate del foglio di lavoro; successivamente, il CUFAA inoltra ufficialmente il template al Ministero dell'Ambiente, ente deputato ad interloquire con la CE sull'applicazione della Direttiva NEC in Italia. ENEA supporta questo flusso informativo.

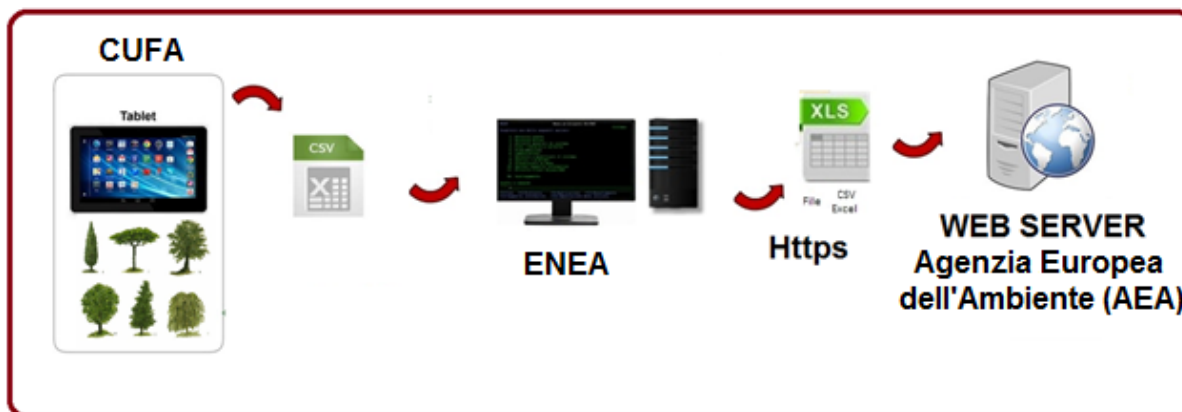


Figura 40 - Elaborazione dei flussi informativi per la rete NEC

Il template è organizzato in fogli contenenti le informazioni sui contatti nazionali, sui siti, sui parametri rilevati (distinti in ecosistemi terrestri e di acqua dolce), su eventuali parametri addizionali.

I parametri attualmente considerati nella Rete NEC Italia sono: la condizione delle chiome, la chimica dei nutrienti fogliari, l'accrescimento arboreo, la diversità della vegetazione al suolo, la chimica delle soluzioni circolanti nei suoli, la chimica delle deposizioni atmosferiche, la diversità dei licheni epifitici, la meteorologia, i danni da ozono.

7.3.5.4 Servizio informativo e sistema di monitoraggio del MASAF⁴⁶

SERVIZIO INFORMATIVO SIAN

L'acronimo SIAN indica il Sistema Informativo Agricolo Nazionale di cui il Ministero ha funzioni di indirizzo, monitoraggio, coordinamento, organizzazione, governo e sviluppo ai sensi del D.lgs. 116/2019,

⁴⁶ SCHEDA MIPAAF - PNRR_SIM_ENTE__Monitoraggio_incendi__Mipaaf_rev_PO.docx

in raccordo con AGEA (Agenzia per le erogazioni in agricoltura).

Il MASAF si è dotato di un sistema di telerilevamento ed elaborazione cartografica che copre tutto il territorio nazionale nell'arco di un triennio, con dati allocati sul portale SIAN.

L'aggiornamento del portale ha ad oggetto:

- Riprese aerofotogrammetriche RGB+NIR del territorio con valore medio del GSD di 20 cm per circa 100.000 km² all'anno e relative attività di appoggio a terra.
- Processamento dei dati per la produzione di ortofoto tematiche in scala 1:5.000 con risoluzione pixel di 20 cm relativamente ai lotti oggetto di ripresa area (circa 100.000 km² all'anno).
- Ortorettifica, mosaicatura e ritaglio di dati satellitari VHR (Very High Resolution) e HR (High Resolution), per una superficie stimata di circa 30.000 kmq annui.

NUOVA CARTA FORESTALE NAZIONALE

Per la rilevanza nei processi in capo anche ad altri enti coinvolti nel settore antincendio la redigenda Carta Forestale Nazionale si prefigura come uno dei dati cardine da porre in condivisione nel Sistema di Monitoraggio del MASE. Sono stati richiesti all'Ente i dettagli informativi di contenuto e per la condivisione che ci ha fornito la seguente descrizione della redigenda Carta

La Carta Forestale Nazionale prende il via dalla Strategia Forestale Nazionale 2020 ed è introdotta all'Azione Strumentale 1 - Monitoraggio delle variabili socioeconomiche e ambientali, coordinamento e diffusione delle informazioni e dei dati statistici alla Sotto-Azione St. 1.4 congiuntamente alla proposta della realizzazione del Sistema informativo forestale nazionale (SINFOR).

La Carta Forestale Nazionale (di seguito sintetizzata con la sigla CFI2020) rappresenta un prodotto del Progetto di predisposizione del Sistema Informativo Forestale Nazionale (SinFor) che metta a disposizione delle strutture pubbliche, nonché di operatori, ricercatori e professionisti o semplici cittadini privati, tutte le informazioni forestali oggi disponibili riguardanti aspetti diversi del settore e delle filiere forestali, nonché del territorio forestale e degli spazi naturali, ivi comprese quelle che sono alla base della realizzazione del Rapporto periodico del patrimonio forestale nazionale, del settore e delle sue filiere produttive⁴⁷.

L'istituendo portale SINFOR avrà la funzione di gestire e rendere disponibili ed accessibili a tutti le informazioni statistiche e territoriali relative al settore forestale nazionale e delle sue filiere, delle superfici boscate, sia in termini cartografici che di possibilità di estrazione di statistiche e dati. Il SinFor consentirà dunque di aggregare, integrare, armonizzare e condividere le diverse fonti informative disponibili a scala locale, regionale e nazionale.

Il sistema è strutturato su due ambienti interconnessi:

- il "**Database foreste**", che raccoglie dati da fonti diverse (dati amministrativi Regionali, rilevazioni specifiche da ISTAT, CVVFF, CUFA, ISPRA, MITE, MIC, MIPAAF, AGEA-SIN, CONAF, FEDERLEGNO ARREDO, ecc.), mettendo a disposizione di un set di indicatori nazionali, informazioni e dati prevalentemente aggregati e/o distinti per Regioni e Province Autonome. In tal modo si potrà dare risposta alle esigenze conoscitive nazionali, in particolare per il monitoraggio e la valutazione della Strategia Forestale Nazionale (SFN), e la reportistica internazionali (UE, FAO, EUROSTAT, ecc.).
- le "**Cartografie Forestali**": il SinFor prevede l'integrazione dei dati del prototipo della CFI2020 predisposta dal CREA con i diversi strati tematici regionali, disponibili a diversa scala di dettaglio. La cartografia prodotta è sovrapponibile, grazie ad un unico sistema di riferimento, con tutte le altre cartografie tematiche, forestali e non, già realizzate a livello nazionale e regionale in un unico ambiente.

Gli strati geografici digitali prodotti sono caricati su un background in formato raster composto dalle ortofoto AGEA a risoluzione geometrica di 20 cm all'anno di riferimento più recente per il periodo considerato (2018-2020), e/o integrate in un WMS con visualizzazione delle immagini satellitari (es. Google Earth). I layer georiferiti di riferimento saranno basati su una maschera bosco/non bosco, ai sensi delle definizioni statistiche e normative previste dal TUFF e quella determinata zona geografica (quindi sulla base della legge forestale regionale attualmente in vigore). Infine, si prevede la possibilità di visualizzare tutti gli altri strati informativi disponibili, come ad esempio quelli

⁴⁷ Secondo le disposizioni previste all'art.15 del Decreto Legislativo 34 del 2018 - TUFF

visualizzabili nel FISE (Forest Information System for Europe - <https://forest.eea.europa.eu/>) o ottenibili dalle cartografie tematiche nazionali, regionali e locali.

La CFI2020 sarà implementata con riferimento temporale nominale all'anno 2020, dove per 'riferimento nominale' s'intende che la data di riferimento può essere tuttavia diversa dall'anno 2020, e viene realizzato rispettando la direttiva europea INSPIRE (2007/2/EC), a una scala nominale pari a 1:10.000, in formato vettoriale (shapefile), adottando il sistema di riferimento ETRS1989, realizzazione ETRF2000 in coordinate geografiche (EPSG 6706), secondo quanto previsto dall'art. 2 del DPCM del 10 novembre 2011⁴⁸.

La prima versione di CFI2020, di natura prototipale, ha lo scopo di mettere per la prima volta a sistema il vasto insieme di cartografie sviluppate da Regioni e Province Autonome armonizzandole tra di loro in termini nomenclaturali e allineandole tutte alla stessa data di riferimento. Inoltre consente di testare le procedure di controllo topologico e di consistenza semantica del geodatabase. In futuro la cartografia CFI2020 dovrebbe quindi costituire la banca dati cartografica di riferimento per tutti i portatori d'interesse del sistema forestale nazionale.

Circa le modalità di condivisione, il SINFOR avrà accesso pubblico aperto, attraverso la piattaforma on-line del SIAN con capacità di restituzione cartografica digitale e di elaborazione dati. Quale sistema di supporto decisionale (DSS - Decision Support System) a varie scale geografiche e di dettaglio, potrà essere interrogato da privati, amministrazioni e dagli enti pubblici e/o competenti sul territorio per la raccolta dei dati e delle informazioni sul settore forestale (previo accesso pubblico, ad esempio tramite SPID) e fornirà come **output principali**, due tipi di prodotti:

- un **geodatabase cartografico**, il cui risultato principale è la visualizzazione e interrogazione della CFI2020 basata sulle definizioni di bosco secondo il TUFF e la vigente normativa forestale. Dall'interrogazione del dato vettoriale, sarà possibile ottenere informazioni su: superficie, ambiti amministrativi, macro-tipologia forestale, grado di copertura, sistema selvicolturale (fustaie ordinariamente gestite, cedui ordinariamente gestiti, boschi non ordinariamente gestiti) e forme di disturbo (danni da incendio, valanga, frana);
- un **database** con i dati del settore forestale disponibili, consultabili e scaricabili per la produzione di statistiche e di report allineati agli obiettivi della Strategia Forestale Nazionale e ai nove ambiti di indagine (argomenti) dei Rapporti Annuali sulle Foreste (RAF).

In conclusione, il sistema permetterà la visualizzazione delle cartografie integrate nel prodotto, la restituzione degli strati informativi in formato WMS e l'interrogazione dei database e delle informazioni ad essi associati attraverso un'interfaccia web-gis, allo scopo di rendere possibile l'estrapolazione e la visualizzazione di tutte le informazioni forestali disponibili, del settore e delle sue filiere informative.

Per quanto riguarda le modalità di condivisione all'interno del sistema di monitoraggio del MASE, l'accesso potrà avvenire attraverso:

- il sistema di interoperabilità con i servizi del SIAN (es.: webservice, API Rest, ecc ...);
- le procedure online (webapp e DSS) attraverso utenze istituzionali dedicate al MASE.

RAN RETE AGROMETEOROLOGICA NAZIONALE

Il Ministero dispone di una rete di monitoraggio agrometeorologico con stazioni dislocate in alcune aree agricole. Ad oggi si contano 47 stazioni per il rilevamento di grandezze fisiche dell'atmosfera e di alcune grandezze del suolo (temperatura e flusso di calore suolo-strato di atmosfera a contatto con la superficie). La rete è sempre collegata al Portale SIAN ma esterna ad esso. La R.A.N. è costituita dalle centraline automatiche localizzate in zone a principale vocazione agricola.

Le grandezze agrometeorologiche rilevate dalle centraline RAN sono utilizzate:

- per la ricostruzione degli eventi meteorologici (temperatura, precipitazione, umidità relativa, ecc.)
- per il monitoraggio della stagione agraria.

I dati rilevati sono acquisiti con cadenza oraria e sottoposti a sistematici controlli di correttezza e consistenza fisica e meteorologica prima di essere archiviati nella Banca Dati Agrometeorologica Nazionale del SIAN e utilizzati per il monitoraggio agrometeorologico. Dalla rete, connessa ad un unico modello predittivo, veniva generato un bollettino agrometeorologico diffuso a tutti gli enti e soggetti del settore.

⁴⁸ I metadati sono riportati secondo quanto previsto dal Decreto Legislativo 32/2010, art. 4

L'analisi dei dettagli ed il fabbisogno di ampliamento della rete costituiscono un tema condiviso con il Verticale Agricoltura di precisione, alla cui sezione si rimanda per una esposizione completa della risorsa esistente e del connesso fabbisogno di rinnovamento ed ampliamento evidenziato sia dal MIPAAF che dal CREA.

7.3.6 Gestione delle emergenze

Le attività che fanno capo a questa funzione di protezione civile sono quelle direttamente connesse alle operazioni di spegnimento di incendi in atto. I soggetti attuatori delle diverse attività sono molteplici e sono stati analizzati nel precedente paragrafo 7.2.4.

Il coordinamento e la gestione delle attività di lotta attiva agli incendi boschivi vengono esercitati in linea generale dalla Regione, che, a questo fine, utilizza i supporti tecnologici presenti nella SOUP (Sala operativa unificata permanente). Nei periodi di massimo rischio, come definiti a livello regionale, l'operatività di tipo continuativo è da intendersi con un funzionamento h24. Al di fuori di tali periodi l'operatività è definita nell'ambito del Piano regionale antincendio boschivo di cui all'art. 3 della legge n. 353/2000.

La **disponibilità di simulazioni** che, sulla base delle specifiche caratteristiche del contesto in cui si svolge l'evento e delle specifiche condizioni meteo che interessano l'area, delineino scenari di evoluzione del fronte di fiamma rappresenterebbe un supporto strategico, in particolare per il DOS, alla determinazione della organizzazione delle operazioni di spegnimento. Inoltre, la conoscenza analitica delle condizioni di rischio connesse ad un dato scenario evolutivo dell'evento consentirebbe l'attivazione di specifiche componenti del Sistema Integrato allo scopo di minimizzare il danno a persone o cose. L'esigenza viene espressa anche dal copro nazionale dei Vigili del Fuoco che dal 2008 cura la formazione dei propri Direttori delle Operazioni di Spegnimento (D.O.S.) messi a disposizione delle regioni con gli Accordi di Programma.

La conoscenza degli effetti che una determinata azione di spegnimento (ad esempio l'attacco da una data direzione del fronte di fiamma) potrebbe produrre sull'andamento dell'evento costituirebbe un utile informazione per orientare l'intervento dei mezzi aerei.

Per quanto riguarda gli strumenti in uso nella lotta attiva ai fini del progetto si riportano alcuni degli strumenti di supporto operativo a livello di software, modellistica o servizi, non potendo fornire una panoramica esaustiva di tutte le risorse regionali.

7.3.6.1 Modellistica di Propagazione del Fuoco

In questo paragrafo sono descritti brevemente alcuni modelli di propagazione del fronte di fiamma:

- Propagator in uso presso il DPC
- Farsite, un modello semi-empirico statunitense in uso dal 1994
- Tiger, alla base di uno sviluppo sperimentale per i Carabinieri forestali

Propagator è uno strumento operativo sviluppato dal DPC. Il modello, interfacciato con la piattaforma Dewetra, ha l'obiettivo di fornire ai decisori indicazioni utili a implementare attività di protezione civile e fornire un supporto alle attività di lotta attiva agli incendi boschivi. Propagator è un modello di propagazione del fuoco, in grado di simulare il comportamento di un singolo incendio innescato in una data area del territorio preso in considerazione. Il sistema è in grado di fornire mappe di probabilità della propagazione del fuoco prevedendo la dinamica del fronte di fiamma e definire scenari di emergenza. Si basa sulla disponibilità di mappe dettagliate di copertura vegetale, di un modello digitale del terreno e della rappresentazione del campo di vento.

Il **Farsite**, prodotto dal Fire Laboratory del US Forest Services in Missoula è il più affermato e diffuso tra i diversi modelli di simulazione disponibili sviluppati partendo dall'assunto che la predizione della possibile propagazione di un incendio a partire da un punto di innesco noto, si basi usualmente sulla descrizione dei vari processi fisici agenti nel fenomeno e della rappresentazione della propagazione descritta tramite uno strumento GIS (Geographical Information System).

Questo modello si basa sull'uso di equazioni sviluppate da Rother nel 1974, che però pur consentendo di derivare in modo empirico il processo di propagazione del fuoco, presentano alcune limitazioni relative alla difficoltà di accoppiare spazialmente le predizioni di vento, variabili nel tempo, con gli effetti della topografia e le caratteristiche della vegetazione.

Il **Tiger** è un software sviluppato nell'ambito del progetto UE denominato Fire Paradox ed è concepito per trovare ampia applicazione nella pianificazione della prevenzione incendi e nella pianificazione di

operazioni di fuoco prescritto⁴⁹. Il prodotto è caratterizzato dalla integrazione di modelli di combustione e modelli di simulazione dei campi di vento interagenti con i fenomeni convettivi creati dall'incendio al fine di predire la propagazione del fuoco in paesaggi eterogenei.

I simulatori di propagazione degli incendi usualmente reperibili sono generalmente basati su un approccio di analisi e rappresentazione 2D (si tratta di simulatori che riproducono gli eventi in modo semplicistico e basati su modelli di riferimento di tipo empirico) oppure di rappresentazione 3D (piuttosto complicati e basati su funzioni e algoritmi fisico-descrittivi complessi del fenomeno). Rispetto a queste due tipologie, il Tiger si pone su un livello intermedio di complessità adottando un approccio nuovo del tipo "modular modelling" e basato sull'integrazione di differenti "sub-modelli" di riferimento (riguardanti: combustione, convezione/diffusione, irradiazione, vento, soleggiamento, fire spotting).

La filosofia di base è che sistemi complessi possono essere descritti attraverso l'utilizzo di più modelli semplici concorrenti, che attraverso la loro integrazione possono "far emergere" comportamenti e fenomeni complessi. L'impostazione concettuale progettuale definita per lo sviluppo del progetto ha inoltre optato per un approccio pienamente trasparente sia dei requisiti, che dei contenuti e della struttura del modello generale, nonché dei sub-modelli componenti e sulle loro interazioni. I modelli sono stati disegnati per poter descrivere la propagazione di incendi in varie condizioni per diversità/eterogeneità di materiali combustibili presenti e situazioni di interazione fuoco/vento.

7.3.6.2 Sistemi ed applicativi del CNVVF di supporto alla LAIB

Il CNVVF gestisce la flotta AIB dello Stato con 18 canadair e 6 elicotteri pesanti S64. Durante la campagna AIB mette a disposizione ulteriori 4 elicotteri dedicati ed altri 8 orientati all'attività antincendio. In caso di estrema necessità può essere utilizzata tutta la flotta ad ala rotante del CNVVF.

CENTRI DI ADDESTRAMENTO E SIMULATORI

Per la formazione dei DOS agli 11 poli di addestramento AIB descritti nel paragrafo della prevenzione, si aggiunge anche la Scuola Operativa di Montelibretti che è dotata del Simulatore XVR per le attività AIB e per altre attività di soccorso tecnico (crolli, terremoti, scenari NBCR, ecc.); si tratta dello stesso simulatore utilizzato dalla scuola antincendio boschivo portoghese ed il cui impiego è stato sperimentato anche nelle esercitazioni del Meccanismo Europeo di Protezione Civile.

Qualora reso disponibile dal DPC, i poli potrebbero essere dotati del software di simulazione del comportamento dell'incendio Propagator per la progettazione di esercizi mirati a situazioni particolari. Questo nell'ottica di un suo uso esteso nella lotta attiva anche alle altre componenti del Sistema AIB del Paese e di un utilizzo estensivo del software del DPC.

Il Corpo Nazionale ha a disposizione anche il software per la simulazione del comportamento del fuoco "Wild Fire Analyst" della Tecnosylva.

DISPOSITIVO AIB

Tutte le Regioni, ad eccezione di Trentino Alto Adige e Valle d'Aosta, hanno in corso una collaborazione con il CNVVF in ambiti che vanno dall'affidamento completo del sistema AIB regionale, ivi compreso il coordinamento delle risorse di volontariato e di operai forestali, alla partecipazione alle sale operative regionali (SOUP) ed ai centri operativi provinciali (COP), dalla direzione delle operazioni di spegnimento al potenziamento dei servizi con squadre dedicate alla lotta agli incendi boschivi.

Durante la campagna estiva in media circa 800 operatori VV.F. sono impegnati giornalmente in via esclusiva nelle attività AIB sulla base degli accordi di programma con le Regioni. A questi si aggiungono i vigili dei moduli AIB che possono essere mobilitati in tempi brevissimi su tutto il territorio nazionale in caso di crisi.

Si ricorda inoltre che i 6000 operatori del dispositivo ordinario giornaliero del CNVVF intervengono, ove necessario, in supporto ai Sistemi AIB regionali nonché su tutti gli incendi di vegetazione non boschivi che, spesso sottovalutati, costituiscono invece un impegno molto gravoso per il Corpo Nazionale.

Nella tabella successiva sono riepilogate le principali risorse del CNVVF nell'ambito della lotta AIB.

⁴⁹ Lo sviluppo del modello e la sua ingegnerizzazione sono stati svolti sotto il coordinamento dell'unità di ricerca dell'Università di Napoli Federico II, in cooperazione con l'Istituto Superiore di Agronomia di Lisbona e la compagnia di sviluppo software World-in-a-Box, in Karkila, Finlandia

Tabella 27 - Risorse del CNVVF per LAIB

DATI E RISORSE DEL CNVVF			
FASE	MODELLI	DATI CHE POTREBBERO ESSERE FORNITI DAL CNVVF	OSSERVAZIONI
Lotta attiva AIB	Simulazione statica e simulazione dinamica	Localizzazione dell'area di innesco in corso di evento Descrizione scenario	Si ritiene opportuno l'utilizzo di un unico simulatore di propagazione che potrebbe essere Propagator usato dal DPC al fine di evitare di avere risultati discordanti
Lotta attiva AIB	Gestione emergenze	Accessibilità presenza di aziende a rischio di incidente rilevante, scariche, ecc.	
Lotta attiva AIB	Avvistamento	Indicazione aree di insorgenza	

7.3.6.3 Sistemi ed applicativi regionali di supporto alla LAIB

Alcune Regioni mettono a disposizione piattaforme ed applicativi per operatori ed Enti coinvolti nell'antincendio.

Il **SIAB** Sistema Informativo Antincendio Boschivo della Regione Lombardia raccoglie e cataloga i dati sintetici degli incendi boschivi censiti sul territorio lombardo. Il servizio è ad accesso limitato, e consente di gestire ed archiviare le informazioni, la geolocalizzazione e perimetrazione degli incendi, anche attraverso un viewer geografico. Gli utenti dell'applicazione sono l'Operatore SOR (Sala Operativa Regionale), Operatore RL (personale di Regione Lombardia con competenze in materia di Antincendio Boschivo), Funzionario Regione Lombardia e il DOS, operatori e funzionari del CNVVF, gli enti forestali con i loro operatori, i referenti operativi AIB ed i carabinieri forestali. Ogni operatore accede mediante profilazione e con diversi permessi specifici di lettura/scrittura (accesso all'archivio gestionale e al viewer geografico, upload dei dati alfanumerici certificati).

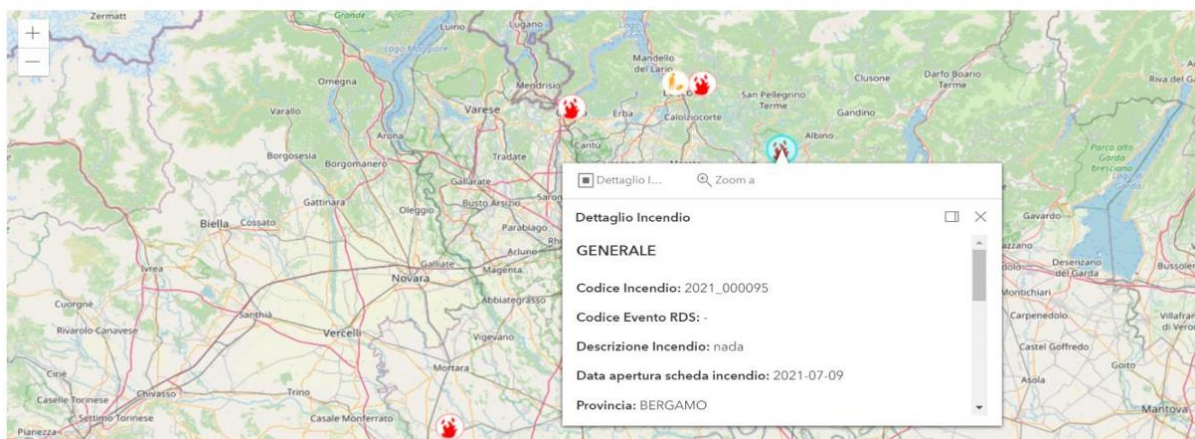


Figura 41 - SIAB Viewer geografico con dettaglio della scheda incendio

L'APPLICATIVO PESER

L'applicativo PESER (acronimo di Pianificazione ed ESERCitazioni elaborato da CSI Piemonte per la Protezione Civile Regionale) è uno strumento di supporto rivolto a tutti i soggetti che hanno compiti di pianificazione e programmazione. L'applicativo coadiuva la Regione nelle attività di redazione e gestione di Piani ed Esercitazioni, nell'assegnazione delle responsabilità alle organizzazioni e agli attori coinvolti. Inoltre, il sistema PESER:

- descrive come vengono coordinate le azioni e le relazioni fra organizzazioni,
- identifica il personale, l'equipaggiamento, le competenze, i fondi e altre risorse disponibili da usare nelle operazioni di risposta,
- identifica le iniziative da mettere in atto per migliorare le condizioni di vita degli eventuali evacuati – documento in continuo aggiornamento, che deve tener conto dell'evoluzione dell'assetto territoriale e delle variazioni negli scenari attesi,

- aiuta nella formazione del personale consentendogli di familiarizzare con le responsabilità e le mansioni che dovrà svolgere in emergenza.



Figura 42 - Schermata dell'applicativo PESER da Manuale Utente

7.3.6.4 Risico Live

RISICO Live è un sistema di allertamento precoce basato sul modello RISICO che opera sulla base di una rete di sensori, garantendo la possibilità di un nowcasting usando i dati rilevati in tempo reale. Il modello RISICO viene calcolato usando gli input atmosferici (precipitazioni, umidità relativa dell'aria, vento, temperatura), con alcune semplificazioni:

- l'influenza della pendenza è stata trascurata
- ogni input di tipo vegetazionale usa i parametri della copertura erbacea.

Le variabili selezionabili sono:

- Umidità del combustibile morto (Fine Fuel Moisture Content, FFMC) da output modello RISICO
- Velocità di propagazione (Rate of Spread, RoS), da output modello RISICO
- Effetto del vento sulla RoS

Le loro possibili aggregazioni sono media, massimo e minimo, sulle seguenti finestre temporali:

- Intervallo temporale di sistema (10 minuti)
- Ultima ora;
- Ultime 3, 6, 12, 24 ore;

Le centraline saranno colorate in mappa rispetto alle relative soglie delle variabili selezionate, processate (tramite media, max o min) sull'intervallo di tempo scelto.



Figura 43 - Schermata del Risico Live

7.3.7 Attività post evento: Valutazione dei danni ed attività investigative

Vengono descritti i modelli ed i servizi disponibili a livello comunitario (es: RDA), nazionale ed alcuni sistemi a livello regionale di particolare interesse.

Per quanto riguarda le attività investigative post evento, esse sono svolte dai Carabinieri forestali.

7.3.7.1 Sistema in uso presso il CUFAA

MONITORAGGIO DELLE AREE PERCORSE DAL FUOCO

Come descritto nel quadro normativo di riferimento, il Decreto Legge 8 settembre 2021, n. 120 (di seguito D.L. 120/2021) in relazione alle competenze dei Carabinieri forestali in materia di perimetrazione delle aree percorse dal fuoco, nonché di attuazione e aggiornamento del catasto dei soprassuoli boschivi, prevede che il Comando Unità Forestali, Ambientali e Agroalimentari Carabinieri e i Corpi Forestali Regionali, entro 45 giorni dall'estinzione dell'evento di incendio boschivo, rilevino le aree percorse dal fuoco, rendendo disponibili su supporto digitale i rilievi a Regioni e Comuni interessati, non oltre il 1° aprile successivo alla stagione AIB dell'anno precedente.

Gli aggiornamenti sono contestualmente pubblicati in apposita sezione dei rispettivi siti istituzionali, comportando, limitatamente ai nuovi soprassuoli rilevati, l'immediata e provvisoria applicazione dei divieti di utilizzo dei medesimi, così come previsto dall'art. 10 della Legge n. 353 del 2000, fino all'attuazione, da parte dei Comuni interessati, degli adempimenti previsti dalla norma; in caso di inadempimento dei Comuni, siano informate le Regioni, per l'attivazione dei poteri sostitutivi, e i Prefetti territorialmente competenti.

L'Arma si avvale dell'utilizzo dei sistemi satellitari, dell'impiego dei droni nelle attività di aerofotogrammetria e dell'uso congiunto dell'intelligenza artificiale per il monitoraggio del territorio. Si tratta di **attività sperimentali** di monitoraggio e analisi degli incendi boschivi mediante tecniche di remote sensing satellitare, condotte dal Nucleo informativo antincendio boschivo del Comando

Unità Forestali, Ambientali e Agroalimentari Carabinieri⁵⁰.

Contestualmente, sono state acquisite le immagini della costellazione di microsattelliti, comunemente definiti Cubesat, gestiti dalla società “Planet Labs”, e le immagini satellitari del Programma Copernicus, nella disponibilità del Dipartimento della Protezione Civile, che si avvale per la loro elaborazione degli algoritmi sviluppati dalla Fondazione CIMA (Centro Internazionale in Monitoraggio Ambientale).

Le attività prevederanno il confronto dei dati delle perimetrazioni delle aree percorse dal fuoco, eseguite dai Carabinieri Forestali attraverso i sopralluoghi in situ, con gli shapefile (cartografie vettoriali) elaborati dalle immagini acquisite dai satelliti.

Le acquisizioni si basano su specifici algoritmi di interpretazione delle immagini satellitari e consentono di indirizzare, da subito, i Carabinieri Forestali nelle attività investigative (punto di insorgenza delle fiamme e cause) definendo il grado di danneggiamento degli ecosistemi forestali attinti.

GEOPORTALE INCENDI BOSCHIVI

In esito all’emanazione del D.L. 120/2021, dal 1° aprile 2022, si è proceduto all’attivazione del nuovo Geoportale Incendi Boschivi, uno strumento web che consente di acquisire informazioni di natura ambientale ed ecosistemica, riguardanti il fenomeno degli incendi boschivi, che verranno gradualmente aggiornate, arricchite ed implementate a partire dal prossimo mese di giugno.

Il CUFAA, entro il 1° aprile dell’anno successivo alla stagione AIB pregressa, ai sensi del DL 120/021, pubblica le statistiche degli incendi boschivi e rende disponibili a tutta la cittadinanza, in modalità *open source*, la visualizzazione sul sito Arma dei Carabinieri⁵¹, i rilievi delle superfici boschive percorse dal fuoco.

Per facilitare l’allestimento del catasto comunale delle aree boschive percorse dal fuoco, il CUFAA si impegna a rendere disponibili gratuitamente, sulla sezione “Catasto Incendi” del SIM” (Sistema Informativo della Montagna), i dati vettoriali relativi alle suddette perimetrazioni, unitamente alle particelle catastali interessate.

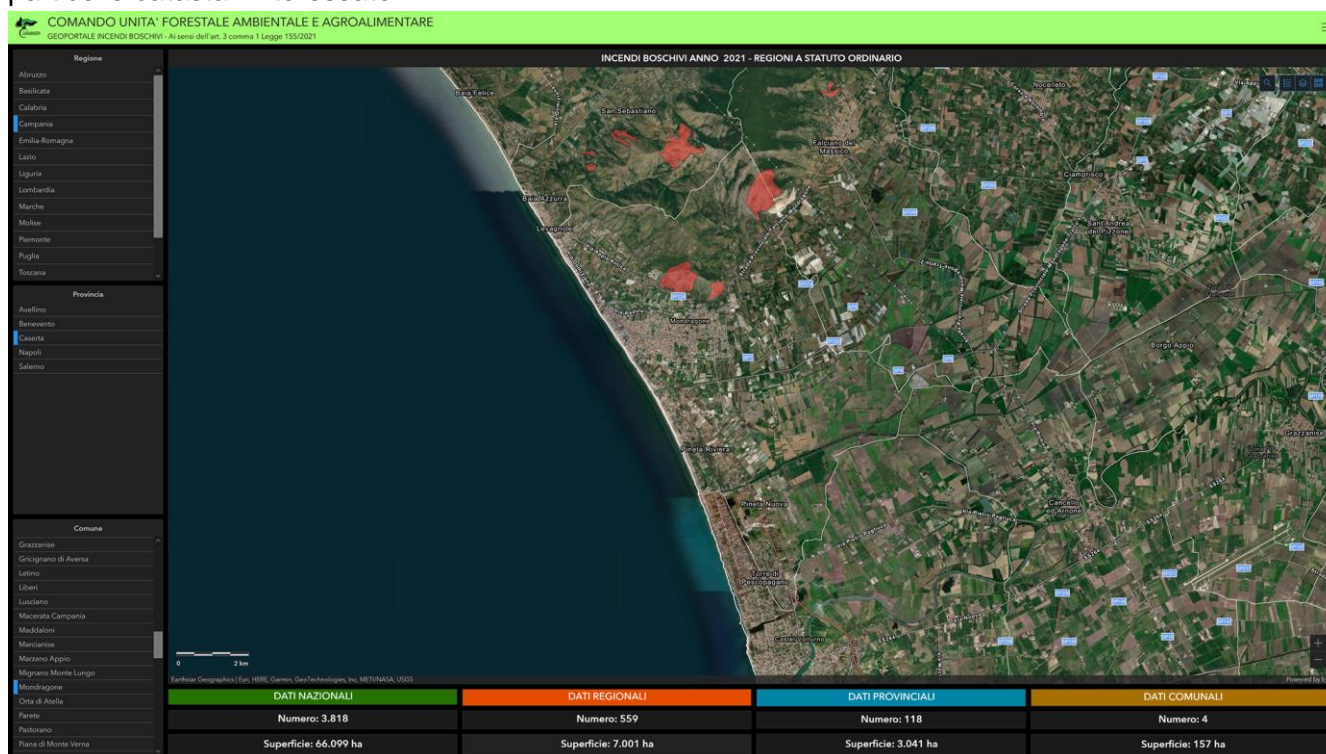


Figura 44 - Geoportale Incendi Boschivi

⁵⁰ Per questo sono state rinnovate specifiche convenzioni e discendenti accordi esecutivi con l’Università “La Sapienza” - Scuola d’Ingegneria Aerospaziale e l’Istituto di Metodologie per l’Analisi Ambientale del CNR della Basilicata, ai fini dello sviluppo di algoritmi dedicati all’antincendio boschivo, utili alla lettura e all’interpretazione delle immagini fornite dai satelliti del Programma Copernicus dell’Unione europea.

⁵¹ Il portale è consultabile al seguente indirizzo: <https://geoportale.incendiboschivi.it>

STRUMENTI DI SUPPORTO ALLE ATTIVITÀ INVESTIGATIVE

SERVIZIO INFORMATIVO (PORTALE C-SIFA E FEI)

Dal 2017 l'Arma ha iniziato il processo di integrazione delle applicazioni degli strumenti e dei sistemi informativi dell'ex Corpo forestale dello Stato (CFS), riprogettando e gestendo in modo integrato e collaborativo i vari processi interni ed esterni. In base ai principi di economicità, efficacia ed efficienza ha programmato la centralizzazione dell'infrastruttura telematica ed informatica forestale presso il centro di elaborazione dati del Comando generale.

L'obiettivo del progetto è stato lo sviluppo software per la migrazione degli applicativi presenti sul S.I.M. (Sistema Informativo della Montagna) in uso all'ex-CFS, nella nuova piattaforma telematica dell'Arma dei carabinieri entrata in funzione nel 2020.

Il risultato di tale progetto è dato dalla creazione del Portale C-S.I.F.A. (Sistema informativo forestale ambientale) che rappresenta l'insieme degli applicativi a supporto delle attività d'istituto della specialità forestale dell'Arma. All'interno del sistema C-SIFA si trova il FEI (Fascicolo eventi incendio) che raccoglie l'insieme dei fascicoli investigativi in materia d'incendi boschivi. Nella valutazione del danno e soprattutto in riferimento al reato di incendio boschivo, i Carabinieri Forestali per la gestione delle attività investigative predispongono un fascicolo dell'evento detto FEI.

Il FEI può essere aperto da una centrale operativa Arma regionale o d'iniziativa dal personale di un comando stazione. Si riportano di seguito le macro-informazioni fornite dall'ente e non coperte da profili di riservatezza del dato.

L'applicativo assolve le seguenti macro-funzioni:

- Trattamento Fascicolo
- Reportistica
- Statistica

La mappatura delle aree percorso e dal fuoco è resa disponibile anche con altri mezzi di seguito qui riportati che compongono il sistema di monitoraggio in uso presso il DPC.

STRUMENTI DI SUPPORTO ALLE ATTIVITÀ INVESTIGATIVE (TIGER MEG)

I Carabinieri forestali, nello specifico i repertori IB del NIAB, sono impegnati ad indagare, ogni anno su una media di 4.000 eventi incendio boschivo, distribuiti prioritariamente in aree montane e rurali caratterizzate da forti acclivi e difficilmente percorribili.

Uno strumento di supporto molto utile in tale attività è costituito dal software Tiger Meg, uno strumento di simulazione "a ritroso" che permette di individuare l'area di innesco dell'incendio grazie all'analisi del perimetro dell'area percorsa dal fuoco, della morfologia del territorio e del quadro meteo-climatico, effettuando un *reverse-engineering* (inversione del processo di sviluppo) delle dinamiche di un incendio boschivo.

L'applicativo software si avvale dell'algoritmo *TigerMEG* realizzato dal Dipartimento di Arboricoltura dell'Università Federico II di Napoli ed è basato su un modello matematico spazializzato per la simulazione della propagazione del fuoco.

Per poter operare il Modello TigerMEG ha bisogno in input di una serie di dati "territoriali" relativi a:

- DEM (Digital Elevation Map) con una risoluzione della griglia orizzontale di almeno 20 metri. La proiezione prevista è UTM metrica WGS84;
- una mappa di classificazione di combustibile in base alle tipologie di Anderson. La mappa deve avere una risoluzione orizzontale di 10-20 metri, e la sua proiezione dovrà corrispondere al DEM;
- i dati delle centraline meteo nelle vicinanze.

L'output del modello TigerMEG è dato sostanzialmente dai perimetri del fuoco in propagazione a ritroso per ogni tempo di simulazione, come poligoni in coordinate geografiche, fino all'individuazione di un'area di circa 300 mq, su cui andrà focalizzata la successiva attività di repertazione.

La proposta di potenziare e rendere operativo il Modello Tiger MEG, ad oggi allo stato sperimentale, è oggetto dei fabbisogni espressi dal CUFAA.

7.3.7.2 Sistema di monitoraggio in uso presso DPC

Per la mappatura delle aree percorse dal fuoco sono disponibili varie risorse:

- Aree prodotte utilizzando le immagini satellitari Sentinel 2 dall'algoritmo AUTOBAM
- Aree perimetrate dalle Regioni o dai Carabinieri Forestali
- Servizio on demand di perimetrazione aree percorse dal fuoco fornito da Copernicus
- Rapid Damage Assessment
- Disaster Loss Database

AREE PRODOTTE UTILIZZANDO LE IMMAGINI SATELLITARI SENTINEL 2 DALL'ALGORITMO AUTOBAM (AUTOMATIC BURNED AREAS DETECTOR)

Allo stato attuale il sistema, prodotto da Fondazione CIMA, presenta le seguenti caratteristiche:

- Copertura spaziale in relazione alle singole riprese;
- Tempo di rivisita 5 gg (in assenza copertura nubi);
- Mascheramento nubi, viene effettuato sulla base della classificazione fornita dal provider delle immagini, alcune tipologie di nubi possono sfuggire alla classificazione e causare falsi allarmi;
- Utilizzo di prodotti derivanti dai sensori MODIS, SEVIRI, VIIRS per il miglioramento dell'accuratezza della classificazione;
- Aree Percorse dal Fuoco cercate in zone boscate o con vegetazione arbustiva e/o erbacea: classi CLC comprese tra 242 e 333, la ricerca è stata ampliata anche su altre aree vegetate che presentano significativi valori di pericolosità nella mappa nazionale di pericolosità statica a disposizione del DPC;

L'ente produttore evidenzia che il prodotto mappa delle APF è sperimentale e realizzato nell'ambito di un'attività di sviluppo ancora in fase di svolgimento; il prodotto viene inoltre realizzato in tempo quasi reale in modalità totalmente automatica senza alcuna supervisione da parte di utente esperto;

Gli output hanno le seguenti caratteristiche:

- Risoluzione 20x20 m²;
- Min. area =1ha;
- Formato vettoriale (Shapefile);

Le informazioni prodotte presentano limitazioni dovute alla scala, alla risoluzione, alla data, alla presenza di copertura nuvolosa ed ai metodi di processamento dei dati satellitari;

I dati sono oggetto di pubblicazione giornaliera automatica su piattaforma MyDewetra delle APF rilevate ed aventi almeno un riscontro nei prodotti generati dagli altri sensori (MODIS, VIIRS, SEVIRI).

Per ciascuna APF, vengono visualizzati i campi relativi al giorno di acquisizione della scena, al valore dell'indice di affidabilità (scala crescente compresa tra 1 e 3, ovvero minima, media e massima) ed il valore relativo al tempo di ritardo tra la data di acquisizione di S2 e la data di detection da parte degli altri sensori utilizzati ai fini del confronto (4=tra 0 e 7 giorni; 3=tra 8 e 14 giorni, 2=tra 15 e 21 giorni, 1=tra 22 e 28 giorni, 0=nessuna corrispondenza).

SERVIZIO ON DEMAND DI PERIMETRAZIONE AREE PERCORSE DAL FUOCO FORNITO DA COPERNICUS

Il sistema europeo d'informazione sugli incendi boschivi (EFFIS) è un sistema web modulare di informazione geografica che fornisce informazioni quasi in tempo reale e storiche sugli incendi boschivi e sui regimi degli incendi boschivi nelle regioni europee, mediorientali e nordafricane. Il monitoraggio degli incendi nell'EFFIS riguarda l'intero ciclo dell'incendio, fornisce cioè informazioni relative alle condizioni pre-incendio e valuta i danni post-incendio.

L'EFFIS comprende i moduli per la valutazione del rischio incendio, la valutazione rapida dei danni (inclusa gravità e danni alla copertura del suolo) e la valutazione delle emissioni e dispersione del fumo e potenziale perdita di suolo.

Tramite "Fire News" consente di geolocalizzare tutte le informazioni relative agli incendi boschivi pubblicate su Internet in qualsiasi lingua europea. Le informazioni in tempo quasi reale sui primi due moduli summenzionati vengono fornite tramite il cosiddetto visualizzatore della "situazione attuale".

Il fulcro dell'EFFIS è rappresentato dal cosiddetto "Fire Database", una banca dati che contiene informazioni dettagliate su tutte le segnalazioni di incendi fornite dai paesi della rete EFFIS. Attualmente comprende dati relativi a quasi 2 milioni di segnalazioni da parte di 22 paesi. Le informazioni sui dati nella banca dati vengono fornite tramite l'applicazione "Fire History" dell'EFFIS.

RAPID DAMAGE ASSESSMENT⁵²

Il Rapid Damage Assessment (RDA) è un sistema della Commissione Europea - Copernicus EMS tramite piattaforma EFFIS.

RDA di EFFIS è un modulo di valutazione rapida dei danni inizialmente implementato nel 2003 per mappare le aree bruciate durante la stagione degli incendi, analizzando le immagini giornaliere MODIS con una risoluzione spaziale di 250 m. Per il monitoraggio delle aree bruciate durante il periodo estivo, le immagini giornaliere provenienti dagli strumenti MODIS a bordo dei satelliti TERRA e AQUA vengono acquisite ed elaborate poche ore dopo l'acquisizione.

Dal 2003 al 2017, il Rapid Damage Assessment ha fornito l'aggiornamento quotidiano dei perimetri delle aree bruciate in Europa per incendi di circa 30 ha o più, due volte al giorno. Dal 2018, l'uso delle immagini di Sentinel-2 consente il rilevamento di incendi al di sotto della soglia dei 30 ha e si stima che le aree mappate in EFFIS rappresentino circa il 95% della superficie totale che brucia nell'UE ogni anno.

Dall'anno 2016, l'RDA incorpora la mappatura degli incendi attivi e delle aree bruciate dal sensore VIIRS, consentendo l'aggiornamento delle mappe delle aree bruciate. Due sono le modalità di mappatura:

- **MODIS/SENTINEL-2 Aree bruciate**
- **Aree bruciate VIIRS**

Il processo **MODIS/SENTINEL-2 Aree bruciate** prevede la definizione dell'entità degli eventi di incendio boschivo in base alla classificazione semiautomatica delle immagini satellitari MODIS, utilizzando set di dati spaziali ausiliari. Ogni giorno, in EFFIS vengono elaborati due mosaici di immagini complete del territorio europeo per ricavare mappe delle aree bruciate, ogni giorno. Inoltre, come detto, dal 2018 vengono utilizzate le immagini di Sentinel-2 per mappare gli incendi.

Gli incendi vengono perimetrati utilizzando una procedura semiautomatica. Gli incendi vengono prima mappati sulla base di una procedura non supervisionata che utilizza una combinazione di soglie di banda e informazioni ausiliarie da CORINE Land Cover, il prodotto di rilevamento incendi attivo di MODIS e VIIRS e l'applicazione di notizie sugli incendi. Gli incendi mappati dalla procedura senza supervisione vengono verificati visivamente e corretti attraverso l'interpretazione visiva delle immagini MODIS e Sentinel-2⁵³.

Il prodotto EFFIS Burnt Area viene derivato dall'elaborazione quotidiana di immagini satellitari MODIS a una risoluzione spaziale di 250 m e di immagini Sentinel-2 a una risoluzione spaziale di 20 m. Inoltre, i perimetri delle aree bruciate rappresentano le aree bruciate dagli incendi rilevate dalle immagini satellitari MODIS e Sentinel-2, non facendo distinzione tra incendi boschivi, incendi ambientali o incendi prescritti. Vengono mappate le aree bruciate di circa 30 ettari.

Il prodotto EFFIS per aree bruciate ha lo scopo di fornire stime delle aree bruciate a livello europeo. È necessario prestare attenzione quando si confronta questo prodotto con altri dati che potrebbero essere stati prodotti utilizzando metodologie e ambiti diversi. Sebbene sia mappata solo una frazione del numero totale di incendi, l'area bruciata dagli incendi mappata in EFFIS rappresenta circa il 95% dell'area totale bruciata nell'UE. Per ottenere le statistiche dell'area bruciata per tipo di copertura del suolo, vengono utilizzati i dati del database CORINE Land Cover, consentendo una valutazione del danno armonizzata per tutti i Paesi europei.

Per quanto riguarda invece il modulo **Aree bruciate VIIRS** (Visible Infrared Imaging Radiometer Suite) i perimetri degli incendi sono derivati direttamente dalle coordinate degli incendi attivi, il che consente un'elaborazione quasi in tempo reale, anche in situazioni di poco nuvoloso o fumo. I perimetri di incendio vengono così prodotti subito dopo il passaggio del satellite e l'acquisizione dei dati, senza la necessità di effettuare la classificazione delle immagini satellitari. Poiché la procedura è automatica e basata sulla delimitazione di poligoni, i perimetri dell'incendio possono avere forme più nitide di quelle

⁵² Riferimenti derivati da

Chiave, CH e Benson, NC (2005). Valutazione del paesaggio: il telerilevamento della gravità, il rapporto normalizzato di combustione. In DC Lutes (a cura di), FIREMON: Fire Effects Monitoring and Inventory System, Ogden, UT: USDA Forest Service, Rocky Mountain Research Station, General Technical Report, RMRS-GTR-164-CD (pp. LA1-LA51).

Twele, A., 2004, Rigenerazione della vegetazione post-incendio: il caso studio del Massiccio dell'Étoile Fire, JRC Technical Report EUR 21010, European Communities.

⁵³

prodotte dalla classificazione delle immagini MODIS la risoluzione spaziale nominale della rivelazione attiva incendio VIIRS è di 375 m. I dati derivati dal VIIRS sulle aree bruciate non sono ancora utilizzati nell'EFFIS per calcolare le statistiche sulle aree bruciate.

La gravità dell'incendio è stimata in RDA utilizzando la differenza Normalized Burnt Ratio (dNBR), come proposto da Key e Benson (2005) e verificata attraverso la correlazione con gli effetti del fuoco stimati sul campo. Le soglie utilizzate per le classi di gravità dell'incendio in EFFIS sono le seguenti:

Tabella 28 - Classi di gravità degli incendi

Classe di gravità del fuoco	Gamma di dNBR
Incombusto/molto basso	< 0,1
Basso	0,1 - 0,255
Moderare	0,256 - 0,41
Alto	0,42 - 0,66
Molto alto	> 0,66

DISASTER LOSS DATABASE

Il sistema è disponibile sulla piattaforma globale dell'UNDRR sulla riduzione del rischio di catastrofi. Gli archivi dei dati sui disastri e la raccolta dei dati sulle perdite sono in genere fondamentali per una valutazione completa dei dati sull'impatto disaggregati a livello sociale, temporale e spaziale. L'interpretazione del rischio, con dati standardizzati sulle perdite, può essere utilizzata per fornire preziose opportunità per acquisire migliori informazioni sui costi sanitari, economici, ecologici e sociali dei disastri e fornire informazioni basate sul rischio per politiche, pratiche e investimenti.

Dopo il verificarsi di un disastro possono essere registrati tre insiemi di indicatori delle perdite dovute a catastrofi (identificazione degli eventi pericolosi, elementi interessati, danni e indicatori di perdita), nonché informazioni sui metadati e sulla garanzia della qualità. I metadati, che devono essere conformi alla direttiva INSPIRE, contengono informazioni come data di ingresso, autore, stato di convalida e informazioni sulle metodologie utilizzate per valutare il danno e stimare le perdite umane ed economiche. L'elemento interessato può corrispondere a una casa, un comune, una provincia o un paese, ecc. Ogni Stato membro può scegliere di registrare i dati sui danni e le perdite a una determinata scala e l'aggregato a scale più grossolane (ad es. il livello di comune può essere ottenuto aggregando perdite rilevate a livello di attività o valutabili direttamente). La scala di registrazione dei dati relativi a danni e perdite influenza direttamente la qualità delle perdite aggregate. La raccolta di dati a livello di asset ridurrà l'incertezza degli indicatori di perdita e aumenterà la trasparenza delle perdite economiche causate da un disastro.

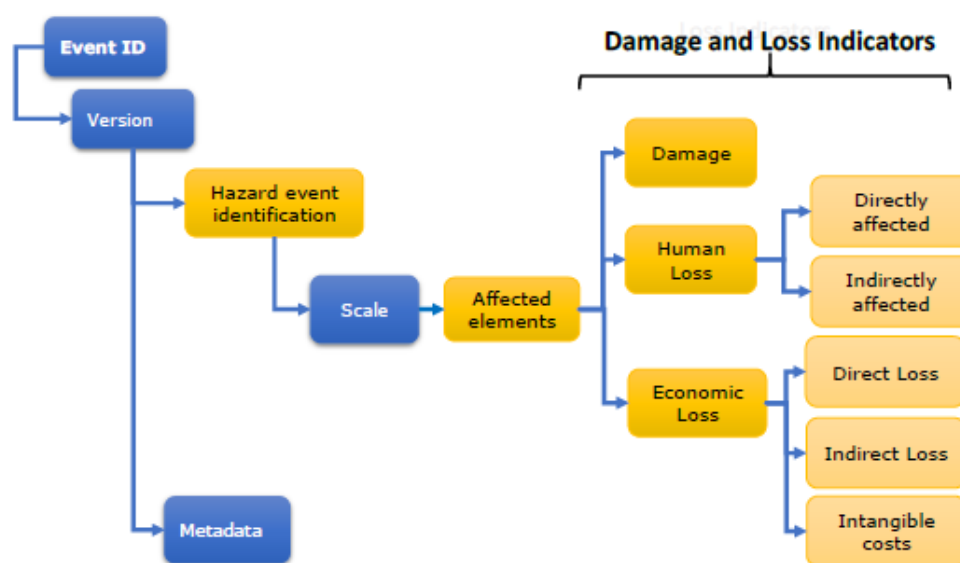


Figura 45 - Schema del Disaster Loss Database

La figura mostra il modello di dati concettuale utilizzato partendo da un evento disastroso, identificato in modo univoco (probabilmente con un identificatore di evento).

CENSIMENTO AREE INCENDIATE 2004-2020 SIAN⁵⁴

Il progetto di censimento sul portale SIAN nasce a seguito dei gravi eventi incendiari occorsi nel mese di agosto 2007 con l'obiettivo di mettere a disposizione del Commissario delegato, dei Soggetti attuatori (Regioni, Prefetti) e dei Comuni interessati, specifici prodotti (le stampe) e servizi (software e assistenza) di supporto alla istituzione del catasto delle aree boscate percorse dal fuoco.

Le iniziative sono state indirizzate a:

- predisporre prodotti cartacei (cartografia) da inviare ai comuni interessati dagli incendi nel periodo 2004-2007;
- realizzare specifici servizi software per la consultazione, via rete internet, delle aree incendiate sovrapposte alla cartografia catastale;
- assicurare servizi di assistenza e supporto nella fruizione di prodotti e servizi rilasciati;
- supportare l'Amministrazione nel processo organizzativo di attuazione della normativa adottata.

A partire dai perimetri degli incendi messi a disposizione dal Corpo forestale dello Stato (ora Carabinieri Forestali) e registrati in termini di precisione della componente geometrica nella banca dati del SIM è stata effettuata l'estrazione ed individuazione delle particelle catastali afferenti all'area incendiata a partire dalla base dati catastale presente nel SIAN.

Infatti, nella banca dati SIAN è presente la cartografia catastale relativa all'intero territorio nazionale messa a disposizione dall'Agenzia del Territorio (che nelle zone non interessate da controlli agricoli comunitari può non essere aggiornata alla attualità).

L'individuazione delle particelle catastali interessate dagli incendi è stata successivamente effettuata attraverso la sovrapposizione dello strato vettoriale "Rilevamento Aree Percorse da incendio" con i corrispondenti fogli catastali raster o vettoriali.

Le attività per la determinazione della lista delle particelle sono differenziate a seconda del formato della banca dati catastale nella provincia interessata:

- se la cartografia è interamente digitalizzata in formato vettoriale il sistema ha determinato in automatico le particelle che ricadono all'interno del perimetro dell'incendio attraverso un'intersezione tra gli stati tematici RAPF e CATASTO;
- laddove la cartografia catastale è in formato raster ovvero è presente la mappa catastale digitalizzata con indicazione del centro della particella (centroide) è stato necessario effettuare un'operazione di fotointerpretazione per determinare le particelle interessate dall'incendio (la particella potrebbe essere percorsa dall'incendio ma il suo centro è fuori dal perimetro).

7.3.7.3 Sistema in uso presso CNVVF

Nell'ottica di estensione del modello di valutazione dei danni anche agli incendi di interfaccia urbano-rurale il CNVVF rende condivisibile il dato delle aree percorse dal fuoco con le seguenti caratteristiche:

- Localizzazione interventi per incendi di vegetazione (cod.301) tramite:
 - CAP
 - rilevamento DOS AIB
 - perimetrazione aree percorse dal fuoco
 - Singoli rilievi effettuati da APR durante e dopo incendi complessi

La condivisione dei dati darebbe opportunità di potere condividere i dati raccolti dal CNVVF e di usare questo modello anche per individuare le aree ove sono opportuni interventi di mitigazione del rischio.

Oltre che alla problematica legata agli incendi di interfaccia urbano-rurale, il dato raccolto dal C.N.VV.F. relativo agli incendi di vegetazione (cod.301) può fornire informazioni utili sul livello di minaccia e sui danni dovuti ad incendi di vegetazione non boschivi che interessano aree protette; nelle aree protette esistono infatti popolamenti vegetali di rilevante importanza che non sono classificati boschi, così come

⁵⁴ Home page del sistema SIN

forme di paesaggio che diventano esse stesse il motivo della tutela (siti UNESCO ad esempio); questo tipo di incendi non boschivi non è riportato nelle statistiche del CUFAA e delle Regioni e, allo stato attuale, sfugge al monitoraggio.

7.3.7.4 Sistemi regionali

Come descritto in precedenza, dopo il periodo AIB e dopo un evento, è necessario valutare il danno da incendio. Tra i sistemi e modelli riscontrati in uso dalle regioni per rilevazioni degli impatti si citano qui il sistema Fire Sat e il Firemon.

SISTEMA FIRE SAT

A partire dall'anno 2007, con sperimentazione congiunta con la protezione civile lucana, l'Istituto di Metodologie per l'Analisi Ambientale (IMAA) del CNR ha messo a punto il sistema FIRE-SAT per il monitoraggio degli incendi boschivi (descritto nel Piano antiincendio boschivo della Regione Basilicata) in grado di individuare le zone più a rischio valutando parametri come la temperatura, l'umidità o la secchezza della vegetazione. Dal 2008 in Basilicata il modello è utilizzato dalla Protezione Civile Regionale.

Si tratta di un prototipo previsionale, basato sull'acquisizione dei dati satellitari resi disponibili gratuitamente dalla Nasa e dall'ESA integrato con dati ancillari, parametri meteo rilevati dalla rete regionale e previsioni meteorologiche ad alta risoluzione spaziale COSMO 2 (fornite dal sistema di Protezione Civile Nazionale), che funziona come supporto alle risorse antincendio.

Il sistema ha una struttura modulare definita ad hoc per le diverse fasi della gestione del rischio: dalla previsione dinamica del pericolo d'incendio boschivo, alla mappatura delle aree percorse dal fuoco, dalla valutazione dell'impatto del fuoco (su vegetazione, suolo ed atmosfera), alla stima del rischio post incendio, quale erosione, incremento del rischio idrogeologico, perdita della biodiversità⁵⁵.

In particolare, FIRE-SAT fornisce le mappe di pericolo d'incendio aggiornate e pubblicate sul sito della regione quotidianamente (nel periodo AIB) e, nel caso di allerta massima, invia ai sindaci dei Comuni interessati automaticamente via pec sia l'allerta che la mappa di pericolo di incendio a scala comunale, consentendo di organizzare il servizio di avvistamento, in base alla classe di gravità attesa nel caso del verificarsi di un evento. Le classi di gravità (bassa, media, alta, estrema) corrispondono alla velocità di propagazione dell'evento e quindi ogni passaggio di classe di gravità ha una sua stima temporale (che può essere anche simulata dall'operatore tramite un software) che consente di migliorare la gestione dell'intervento.

Il sistema si presta anche alla valutazione dei danni 'post-evento'. Il satellite consente di ottenere mappe delle aree bruciate, di discriminare il livello di danno registrato dalla vegetazione e di stimare l'impatto sul rischio idrogeologico, che potrebbe notevolmente accentuarsi a causa delle piogge successive agli incendi, che aumentano il rischio frane. Inoltre, utilizzando le serie storiche di dati satellitari è possibile ottenere informazioni sulla capacità di ripristino della vegetazione e quindi sui cambiamenti e i danni a medio e lungo periodo indotti all'ecosistema.

SISTEMA FIREMON

Il sistema è adottato dalla regione Piemonte e descritto nel Piano Straordinario interventi di ripristino del 2017.

La severità del fuoco descrive gli effetti ecologici di un determinato incendio e riflette il grado di cambiamento indotto nelle diverse componenti dell'ecosistema: viene espressa classificando l'impatto dell'incendio tramite classi qualitative di tipo ordinale, definite in modo molto ampio (es. bassa, media o elevata severità). La valutazione della severità prodotta dal passaggio del fuoco rappresenta dunque un presupposto fondamentale per il monitoraggio degli effetti del fuoco, per orientare la gestione post-disturbo e definirne le priorità di intervento. Il rilievo e la mappatura dell'eterogeneità spaziale delle diverse classi di severità consentono di distribuire meglio nel tempo e nello spazio gli eventuali interventi di ricostituzione post-incendio.

La cartografia della severità, per tali motivi, costituisce un importante strumento a supporto **della pianificazione delle operazioni post-incendio** all'interno dell'area percorsa dal fuoco. Il rilievo della severità durante la stagione vegetativa successiva all'incendio, infatti, permette di quantificare degli effetti diretti del fuoco e la risposta iniziale dell'ecosistema forestale.

⁵⁵ Riferimenti Lasaponara et al 2019, 2018, Pourghasemi et al 2019 Li et al 2013, Lasaponara & Lanorte 2012

La metodologia di produzione delle carte della severità si basa su tecniche di analisi proposte nel sistema statunitense FIREMON (Fire Effects Monitoring and Inventory System) per il monitoraggio a scala di paesaggio degli effetti degli incendi sulle componenti principali degli ecosistemi forestali. Il sistema prevede l'integrazione di due principali metodologie di rilievo della severità:

- analisi dei dati ottenuti dal telerilevamento ottico satellitare
- raccolta e analisi di dati di campo.

Il rilievo della severità è generalmente effettuato in due fasi:

- 1) una "valutazione iniziale" per individuare gli effetti diretti del fuoco sui popolamenti forestali, o di primo ordine, che vengono rilevati entro un mese dall'evento attraverso l'analisi dei cambiamenti effettuata con immagini multispettrali (e.g. LANDSAT o SENTINEL2)
- 2) una "valutazione estesa" per valutare la risposta a breve termine dell'ecosistema, durante la stagione vegetativa successiva all'incendio, che permette di quantificare gli effetti diretti del fuoco e la risposta iniziale dell'ecosistema forestale (effetti di secondo ordine), tra cui la mortalità ritardata degli individui arborei, l'inizio del processo di rinnovazione, sia di tipo gamico che agamico e la colonizzazione delle aree percorse da parte di specie invasive.

L'analisi dei cambiamenti spettrali relativa ai popolamenti forestali viene effettuata utilizzando immagini acquisite dai satelliti Sentinel (ESA) e dis2A e 2B dell'Agenzia Spaziale Europea disponibili gratuitamente nel portale Copernicus Open Access Hub. Tali immagini sono prodotte nel pre e il post incendio. Il sistema utilizza l'indice NBR (Normalized Burn Ratio) che rappresenta attualmente lo standard a livello operativo per il rilievo della severità con i satelliti delle missioni Landsat. La differenza tra i valori di NBR pre incendio e quelli post- incendio (dNBR) viene utilizzata per produrre le carte della severità di combustione (valutazione iniziale).

Per la parte del rilievo di campo si procede con una tecnica di campionamento basata sull'utilizzo delle carte della severità di combustione per la localizzazione delle aree di saggio all'interno di aree a severità omogenea e sul protocollo CBI (Composite Burn Index) per il rilievo della severità in ciascuna area di saggio. Il processo restituisce un valore finale che è il risultato del valore medio della severità rilevata in differenti strati di vegetazione, suddivisi in sottobosco e strato arboreo.

Le priorità di intervento vengono definite a partire dalle seguenti variabili: funzione prevalente (ambiti naturali, forestali, agricoli etc.), pendenza, tipo di bosco e severità di incendio.

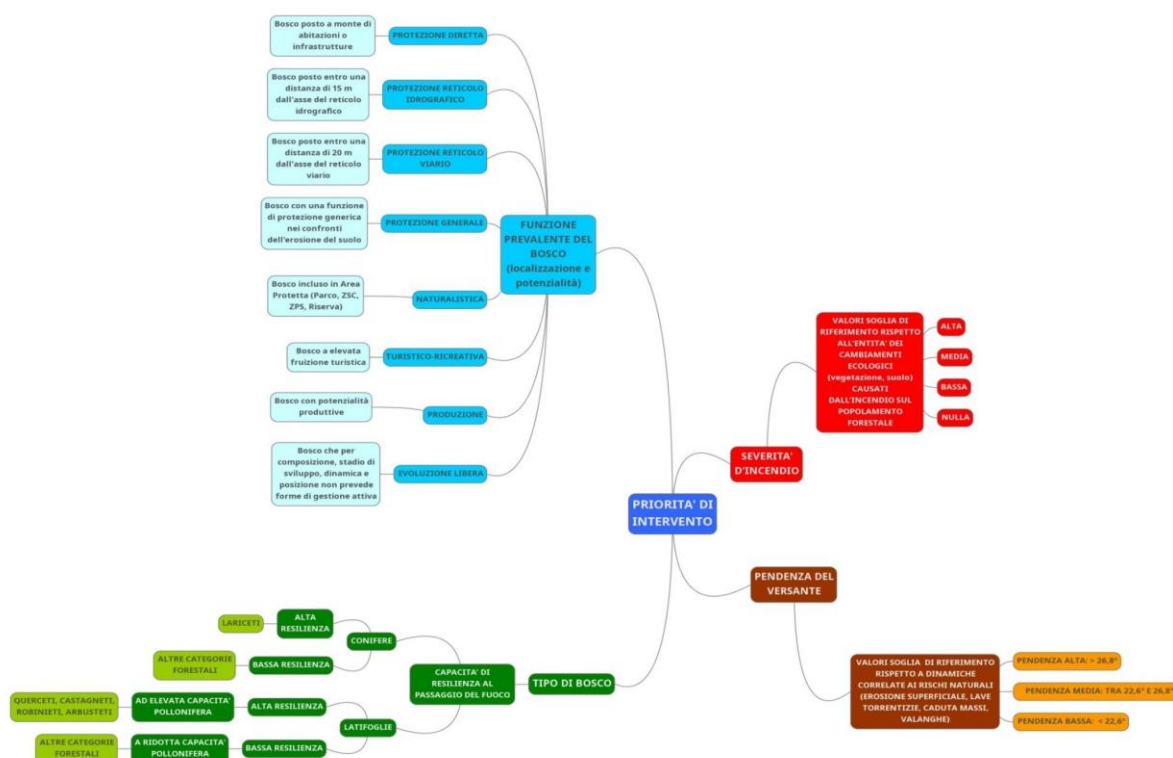


Figura 46 - Schema dei processi legati al sistema Firemon

7.4 Censimento dei fabbisogni e delle richieste

Per il Verticale 6 il quadro dei fabbisogni rilevati e delle richieste avanzate ai tavoli tecnici fanno riferimento ai seguenti Enti ed ai relativi documenti forniti:

CUFAA CC

All._A – Quadro esigenziale complessivo – Elenco dei fabbisogni

All._B – Dettagli requisiti del progetto Forest Fire Area Simulator Plus

Quadro esigenziale complessivo - Approfondimento dei fabbisogni espressi *

Dettaglio Ponte Radio.pdf *

Dettaglio Sistemi di video intercettazione.pdf *

Dettaglio Componente di monitoraggio AIR *

Documentazione Modello MEG *

MASAF

Sistema di Monitoraggio e Servizio Informativo stato attuale e fabbisogni

SCHEDA MIPAAF - PNRR_SIM_ENTE__Monitoraggio_incendi__Mipaaf_rev_PO.doc

NOTA CARTA FORESTALE PER MASE.pdf *

DPC

Sistema di Monitoraggio e Servizio Informativo stato attuale e fabbisogni

DIP. PROTEZIONE CIVILE - All.Incendi.pdf

Allegati Schede raccolta dati DL120-2021 per:

Regioni e Province Autonome

DPC, CUFAA, CNVVF, Min. Difesa Comando Operativo di Vertice Interforze COVI

MASE – PNM

Progetto incendi GN_TT AIB SMIT MiTE.doc

Progetto incendi GN_TT AIB SMIT MiTE-con integrazione*

20221115_QuadroFabbisogni-StimaEconomica_MiTE-PNM_Paregiani+Petrucci_picone-BORELLI.docx*

SITUAZIONE CARTE AIB PN REN-CARM-BRU_7.11.22.xls*

SITUAZIONE CARTE AIB_11.11.22.xls *

AISF_Relazione_def_20180803.pdf *

MASE - CNITA

PNRR_SCHEDA DEI FABBISOGNI_CNITA Integrata.doc

Campania - PNRR_SCHEDA DEI FABBISOGNI_Staff92.pdf

Trento- PNRR_antincendi.pdf

Umbria -PNRR_SCHEDA DEI FABBISOGNI UMBRIA 20-10-022.pdf

*Le Integrazioni documentali prodotte su richiesta del RTI sono contrassegnate con un * (asterisco).*

Si riporta una sintesi tabellare delle esigenze e delle richieste espresse.

Tabella 29 - Incendi boschivi: sintesi tabellare delle esigenze e delle richieste espresse

Ente	Richieste totali (unità)	Richieste totali (€)	Note
CC CUFAA	3	24.270.000	Il Progetto Smart Forest Environmental Monitoring è riportato nella tabella di sintesi del Cap.5 – Illeciti ambientali
MASE-PNM	1	1.110.200	
MASAF	2	-	Esigenze coperte su altri Verticali o non ammissibili

CNVVF	-	-	Sono state espresse dal Corpo esigenze riportate nella tabella di sintesi del Cap.6 – Supporto alle Emergenze
DPC	-	-	D.L.120/2021 - Richiesta di gestione con Centri di competenza
Trento	8	4.740.000	Scheda fabbisogni presentata tramite CNITA
MiTE-CNITA	2	90.000.000	Richiesta trasversale in analisi da MASE Richiedere specifiche tecniche e maggiori dettagli Valutare ammissibilità
TOTALE	16	120.120.200	

Il quadro complessivo è riportato nel Capitolo 8 Fabbisogni complessivi.

Si riporta di seguito la sintesi delle analisi effettuate sulle esigenze risultanti dal Censimento ex DL120/2021, seppur non rientranti nel perimetro del presente progetto.

Tabella 30 - Esigenze risultanti dal Censimento ex DL120/2021

Ente	Richieste totali (unità)	Richieste totali (€)	Note
CNVVF	1	150.000	D.L.120/2021 – Sono state espresse dal Corpo ulteriori esigenze riportate nella tabella di sintesi del Cap.6 – Supporto alle Emergenze
DPC	5	3.800.000	D.L.120/2021 - Richiesta di gestione con Centri di competenza
Abruzzo	6	475.000	D.L.120/2021 – Dettaglio nel file xls
Basilicata	3	300.000	D.L.120/2021 – Dettaglio nel file xls
P.A. Bolzano	2	40.000	D.L.120/2021 - Verificare copertura richiesta radar in DPC stima iniziale 2.500.000 (da info ricevuta da P.A. di Trento il radar è già stato acquistato e sarà installato nel 2023, In attesa di conferma da P.A. Bolzano)
Calabria	6	3.080.000	D.L.120/2021 - Esigenza CLC già coperta Stima proposta 1.600.000
Campania	5	8.455.000	D.L.120/2021 - Esigenza centraline meteo non considerata, coperta da IM
Emilia-Romagna	2	350.000	D.L.120/2021 – Dettaglio nel file xls
Friuli-Venezia Giulia	1	510.000	D.L.120/2021 – Dettaglio nel file xls
Lazio	3	200.000	D.L.120/2021 - Esigenza centraline meteo non considerata, coperta da IM
Liguria	2	100.000	D.L.120/2021 - Esigenza centraline meteo non considerata, coperta da IM
Lombardia	5	475.000	D.L.120/2021 - Da scorporare costi centraline meteo e pianificazione AIB Esigenza centraline meteo non considerata, coperta da IM
Marche	7	920.000	D.L.120/2021 - Da scorporare costi centraline meteo e pianificazione AIB Esigenza centraline meteo non considerata, coperta da IM

Molise	2	50.000	D.L.120/2021 - Esigenza centraline meteo non considerata, coperta da IM Da verificare ammissibilità rete fenologica
Piemonte	12	275.000	D.L.120/2021 - Esigenza centraline meteo non considerata, coperta da IM
Puglia	4	-	D.L.120/2021 - Costi non espressi
Sardegna	9	5.850.000	D.L.120/2021 - Esigenza centraline meteo non considerata, coperta da IM Esigenza CLC già coperta
Sicilia	4	14.000.000	D.L.120/2021 - Valutare ammissibilità per attività di infrastrutturazione (torrette, viabilità di accesso, piazzole elicotteristiche, etc)
Toscana	4	360.000	D.L.120/2021 – Dettaglio nel file xls
Umbria	1	-	D.L.120/2021 - Esigenza centraline meteo non considerata, coperta da IM
Valle D'Aosta	-	-	D.L.120/2021 – Dettaglio nel file xls
Veneto	3	220.600	D.L.120/2021 – Dettaglio nel file xls

8 8. FABBISOGNI COMPLESSIVI

L'insieme dei fabbisogni, esaminato in un'ottica complessiva, è riportato nel file "20221228_Censimento_fabbisogni_TOT_V2.xlsx" allegato.

9 9. RETI DI MONITORAGGIO

9.1 Descrizione della situazione attuale (AS IS)

9.1.1 Reti Geodetiche

9.1.1.1 Reti di monitoraggio dell'IGM

RETE DINAMICA NAZIONALE

La Rete Dinamica Nazionale ha lo scopo di organizzare, sul territorio italiano, un network di stazioni permanenti GPS stabilmente materializzate, che osservano con continuità i segnali satellitari GNSS e li trasmettono per via telematica ad un Centro di Calcolo appositamente istituito presso il Servizio Geodetico dell'IGM. La disponibilità continua delle osservazioni consentirà di contribuire a vari progetti scientifici e tecnici di interesse nazionale, fra i quali assumono certamente rilevanza quelli connessi allo studio dei movimenti crostali ed al monitoraggio delle deformazioni sia a livello regionale che locale. I risultati di maggior interesse per l'IGM sono però quelli derivanti dall'utilizzo di tale struttura dinamica per la materializzazione ed il monitoraggio di precisione, sul territorio nazionale, del Sistema di Riferimento Globale.

L'esigenza scaturisce dalla necessità di dotare la nazione di un Riferimento Geodetico in linea con i tempi, dotato di caratteristiche adatte a supportare qualunque attività geodetica e valide anche per le applicazioni che richiedono le precisioni più elevate. In particolare, la gestione dei network di stazioni permanenti GPS recentemente istituiti in Italia (essenzialmente a livello regionale) allo scopo di distribuire le correzioni per il posizionamento differenziale in tempo reale (RTK), necessitano di Riferimenti dotati di alte precisioni, non sempre raggiunte dalla realizzazione del Sistema Globale fino ad ora adottata: l'ETRF89. È stato quindi deciso di allinearsi al più recente frame convenzionale del Sistema ETRS89 ufficializzato in Europa: l'ETRF2000. Come riferimento temporale è stato scelto, secondo le più recenti direttive EUREF, il 2008.0.

Al momento la rete RDN prevede di raccogliere i dati registrati giornalmente da circa 100 stazioni GNSS individuate ai sensi dell'Art. 5 del menzionato Decreto 10 novembre 2011. I dati vengono inviati mediante protocollo FTP (che è il protocollo supportato dai ricevitori GNSS) al server del Centro di Calcolo della Direzione Geodetica dell'IGM. La dimensione media dei file prodotti giornalmente da ciascuna stazione è di circa 1,5 MB, con una dimensione massima di 4MB per le stazioni che ricevono

da tutte le costellazioni GNSS. Ai suddetti file si aggiungono quelli prodotti dalle 3 stazioni permanenti direttamente gestite da IGM. Per quest'ultime i dati raccolti hanno dimensioni nettamente maggiori poiché le osservazioni sono campionate al secondo, invece che a 30 s, al fine di consentirne l'uso per eventuali rilievi statici di alta precisione. Giornalmente vengono caricati sul server circa 150 MB di dati, per complessivi circa 60 GB annuali.

Il Centro di Calcolo mantiene online tutti i dati raccolti, a partire dal 2008, anno di istituzione della rete RDN. Attualmente il server del Centro di Calcolo contiene circa 500 GB di dati con incrementi annuali pari a 60 GB. Il servizio all'utenza è gratuito.

I costi annuali attuali indicativamente sono di circa € 30.000 per il solo centro di calcolo (hardware e software), € 14.000 per il server di gestione della rete, € 1.000 /anno per servizio di connessione internet. I restanti costi sono in carico ai gestori o proprietari di ciascuna stazione.

La RDN è stata istituita selezionando 99 stazioni permanenti GPS, fra quelle già esistenti in Italia, di proprietà di Enti Pubblici ed omogeneamente distribuite, in modo da consentire in seguito l'accesso al Riferimento Globale su tutto il territorio nazionale. Le stazioni considerate hanno una interdistanza media di 100÷150 km, in modo da poter disporre, avendo avuto particolare attenzione alla copertura delle zone marginali, di una stazione ogni 3000 km² circa. In effetti 99 stazioni sono un numero esuberante rispetto alla quantità effettivamente necessaria alle finalità dichiarate. Ciononostante, si è ritenuto opportuno includere più stazioni, in modo da garantire un efficace monitoraggio del Sistema nel tempo anche nei casi, purtroppo frequenti, di stazioni che cessano l'attività o subiscono spostamenti. Nella rete sono state incluse, ovviamente, tutte le stazioni presenti sul territorio nazionale e già calcolate nei network internazionali ITRS e IGS (Matera, Noto, Medicina, Padova, Torino, Genova, Cagliari e Lampedusa).

Nella scelta delle altre stazioni è stata posta attenzione, pur cercando di mantenere una omogenea distribuzione, alle caratteristiche di stabilità della materializzazione e del sito. Sono state comunque incluse alcune stazioni appartenenti alle reti che forniscono le correzioni per il posizionamento in tempo reale, in modo da facilitare il successivo allineamento di tali network al Riferimento Ufficiale Nazionale. Al fine di evitare calcoli in estrapolazione, e di disporre di punti noti anche e soprattutto nelle zone marginali, sono state incluse nella RDN le seguenti stazioni ITRS site fuori dal territorio nazionale: Sofia, Graz, Wettzel, Zimmerwald e Grasse.

STAZIONI RDN DI IMPIANTO

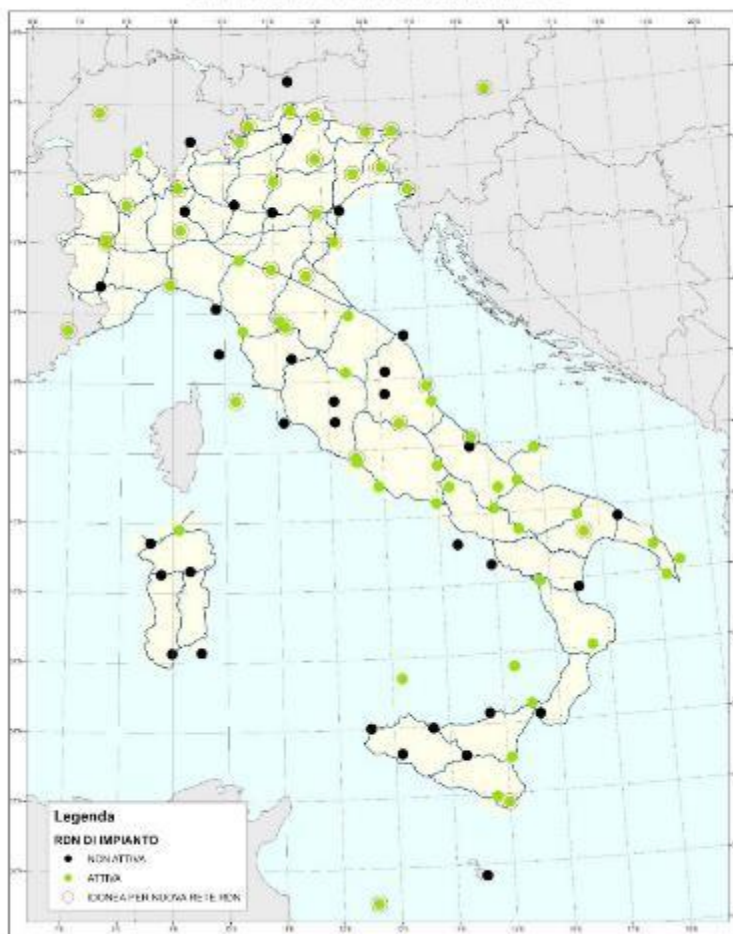


Figura 42 - Dislocazione delle stazioni RDN

Tabella 31 - Coordinate cartesiane della RDN in ETRF2000 all'epoca 2008.0

STAZIONI	X	Y	Z
	[m]	[m]	[m]
ACOM	4273811.053	1027226.419	4608634.774
ALFE	4625140.245	1156125.063	4224241.170
AMUR	4626451.284	1379559.761	4155004.603
AQUI	4592507.851	1089876.105	4276392.773
BIEL	4429584.846	626326.248	4531541.702
BORM	4329794.763	791852.017	4602160.733
BRBZ	4280148.890	905194.419	4626969.331
BRES	4401986.197	794641.107	4531684.671
BZRG	4312657.772	864634.407	4603844.229
CA06	4885197.563	819338.677	4004669.287
CAGL	4893379.078	772649.511	4004181.920
CAME	4542009.418	1058964.001	4336932.755
CAMP	4933161.016	1115797.162	3873024.910
CAPO	4856453.622	1277651.860	3919231.206
CARI	4664233.754	1160692.293	4178813.156
COMO	4398306.551	704149.606	4550154.447
COMU	4496868.002	1081164.468	4377441.085
CUCC	4708408.827	1333725.072	4077888.350
CUNE	4525690.842	600123.485	4439976.300
DEVE	4368538.723	634263.977	4590604.315
EIIV	4891068.474	1318070.426	3862815.577

STAZIONI	X	Y	Z
	[m]	[m]	[m]
ELBA	4616534.191	831568.411	4307569.769
ENAV	4700261.157	1201129.278	4127657.287
ENNA	4906175.698	1248224.920	3868306.730
FASA	4612625.615	1441887.643	4148677.518
FOGG	4612764.018	1282018.569	4200293.122
FRES	4594459.364	1202702.993	4243687.053
GENO	4507892.590	707621.228	4441603.287
GIUR	4633414.491	1544029.151	4088638.983
GRAS	4581691.161	556114.575	4389360.566
GRAZ	4194424.121	1162702.460	4647245.201
GROG	4570723.208	797060.953	4362184.250
GROT	4650262.665	1251243.343	4168853.202
HFLK	4248505.205	855575.478	4667171.935
HMDC	4934275.182	1302135.644	3814112.300
IENG	4476537.676	600431.175	4488761.103
IGMI	4523251.548	896759.771	4391796.116
INGR	4646739.503	1031416.361	4231463.782
ISCH	4572564.668	1302230.131	4237948.744
LAMP	5073165.026	1134512.273	3683180.910
LASP	4522361.038	784370.769	4414006.070
LAT1	4665378.434	1068638.048	4201803.476
MOSE	4642432.760	1028629.174	4236854.017
MABZ	4309779.567	802741.893	4618682.182
MACO	4816952.184	743078.415	4101246.693
MADA	4539638.152	830400.440	4387905.930
MALT	5011123.882	1298409.060	3713674.837
MAON	4626515.490	910260.025	4280983.204
MART	4543298.243	1125695.469	4318217.429
MATE	4641949.848	1393045.169	4133287.244
MEDI	4461401.022	919593.324	4449504.547
MILA	4421849.893	718507.406	4525043.327
MILO	4911059.239	1096340.017	3906214.784
MOCO	4627440.807	1253655.035	4194153.359
MOPS	4463919.661	863590.619	4458193.733
MRGE	4424083.817	547997.040	4548668.762
MRLC	4663042.021	1292188.979	4142383.428
MSRU	4832083.588	1340812.101	3928723.389
NOT1	4934546.505	1321264.727	3806455.891
NU01	4806419.538	788231.644	4105067.321
PADO	4388882.306	924567.216	4519588.517
PARM	4462867.459	812020.827	4468895.817
PASS	4328741.295	912367.490	4581146.747
PAVI	4444603.506	714785.848	4503373.008
PORD	4333820.787	973585.365	4561967.336
PRAT	4518264.433	886376.441	4399019.124
RENO	4566234.926	1062015.288	4311095.646
ROVE	4364680.858	851736.595	4557204.703
RSMN	4492950.477	992011.226	4403302.721
RSTO	4558252.970	1136624.763	4299739.327
SASA	4627991.508	1500564.952	4110719.553
SASS	4787064.649	721178.402	4139195.808
SERS	4752770.468	1424861.214	3996181.872
SIEN	4556016.837	911455.493	4355465.389
SMAR	4708765.369	1256508.798	4100873.247
SOFI	4319372.425	1868687.544	4292063.715

STAZIONI	X	Y	Z
	[m]	[m]	[m]
STBZ	4280131.907	865014.674	4634804.990
STUE	4343319.486	714928.888	4602977.452
SVIN	4802269.775	1307824.224	3975355.128
TEMP	4766973.540	763529.022	4155104.328
TERM	4890361.290	1192336.969	3904013.093
TGPO	4414892.180	956817.616	4487623.445
TGRC	4838809.488	1355666.443	3914997.272
TORI	4472544.618	601634.094	4492544.978
TREB	4699617.377	1394494.488	4066928.821
TRIE	4333582.021	1061504.348	4543010.420
UDI1	4317298.513	1016828.674	4568247.653
UGEN	4653957.915	1526724.351	4071930.674
UNOV	4589198.358	984938.421	4304620.174
UNPG	4555146.021	997822.167	4337432.511
USIX	4852628.928	1136318.157	3967233.709
VAGA	4643698.718	1177998.467	4197652.704
VAST	4583660.156	1203175.642	4254847.793
VEAR	4379203.942	959452.418	4521665.725
VERO	4400201.536	855506.347	4522247.450
VITE	4611056.912	990163.275	4280267.415
WTZR	4075580.850	931853.567	4801567.927
ZIMM	4331297.331	567555.635	4633133.716
ZOUF	4282710.332	986659.201	4609469.584

Tabella 32 - Hardware installato su ciascuna stazione

n.	Station	Receiver	Antenna	Dome	N (m)	E (m)	U (m)
1	ACOM	TPS GB-1000	ASH701945E_M	SCIT	0.0000	0.0000	0.0083
2	ALFE	TRIMBLE NETRS	TRM29659.00	UNAV	0.0000	0.0000	0.0000
3	AMUR	LEICA GRX1200PRO	LEIAT504	SCIT	0.0000	0.0000	0.0083
4	AQUI	TRIMBLE 4700	TRM29659.00	NONE	0.0000	0.0000	0.0000
5	BIEL	TRIMBLE 5700	TRM41249.00	NONE	0.0000	0.0000	0.0000
6	BORM	TPS ODYSSEY_E	TPSCR3_GGD	CONE	0.0000	0.0000	0.0749
7	BRBZ	LEICA GRX1200PRO	LEIAT504	LEIS	0.0000	0.0000	0.0000
8	BRES	TPS ODYSSEY_E	TPSCR3_GGD	CONE	0.0000	0.0000	0.0540
9	BZRG	LEICA GRX1200GGPRO	LEIAT504GG	LEIS	0.0000	0.0000	0.2120
10	CA06	LEICA SR530	LEIAT504	NONE	0.0000	0.0000	0.0000
11	CAGL	TRIMBLE 4700	TRM29659.00	NONE	0.0000	0.0000	0.0450
12	CAME	TRIMBLE 4000SSI	TRM29659.00	NONE	0.0000	0.0000	0.0000
13	CAMP	TPS ODYSSEY_E	TPSG3_A1	NONE	0.0000	0.0000	0.0000
14	CAPO	LEICA GMX902	LEIAX1202GG	NONE	0.0000	0.0000	0.0000
15	CARI	TPS ODYSSEY_E	TPSCR.G3	NONE	0.0000	0.0000	0.0000
16	COMO	TPS E_GGD	TPSCR3_GGD	CONE	0.0000	0.0000	0.2134
17	COMU	JPS E_GGD	TOP_CR3_GGD	NONE	0.0000	0.0000	0.0000
18	CUCC	LEICA GRX1200PRO	LEIAT504	SCIT	0.0000	0.0000	0.0083
19	CUNE	TRIMBLE 5700	TRM41249.00	NONE	0.0000	0.0000	0.0000
20	DEVE	LEICA GRX1200PRO	LEIAT504	NONE	0.0000	0.0000	0.0000
21	EIIV	LEICA GRX1200PRO	TRM29659.00	NONE	0.0000	0.0000	0.9930
22	ELBA	TRIMBLE 4700	TRM29659.00	NONE	0.0000	0.0000	0.0000
23	ENAV	LEICA SR520	LEIAT504	LEIS	0.0000	0.0000	0.2000
24	ENNA	LEICA GMX902GG	LEIAX1202GG	NONE	0.0000	0.0000	0.0000
25	FASA	LEICA GRX1200GGPRO	LEIAT504	LEIS	0.0000	0.0000	0.0000

n.	Station	Receiver	Antenna	Dome	N (m)	E (m)	U (m)
26	FOGG	LEICA GRX1200GGPRO	LEIAT504	LEIS	0.0000	0.0000	0.0000
27	FRES	LEICA GRX1200PRO	LEIAT504	SCIT	0.0000	0.0000	0.0083
28	GENO	TRIMBLE 4000SSI	TRM29659.00	NONE	0.0000	0.0000	0.0000
29	GIUR	LEICA GRX1200GGPRO	LEIAT504	LEIS	0.0000	0.0000	0.0000
30	GRAS	ASHTECH UZ-12	ASH701945E_M	NONE	0.0000	0.0000	0.0350
31	GRAZ	TRIMBLE NETRS	TRM29659.00	NONE	0.0000	0.0000	1.9640
32	GROG	LEICA GRX1200PRO	LEIAT504	LEIS	0.0000	0.0000	0.0000
33	GROT	LEICA SR520	LEIAT504	SCIT	0.0000	0.0000	0.0083
34	HFLK	TRIMBLE NETRS	TRM29659.00	GRAZ	0.0000	0.0000	0.1720
35	HMDC	LEICA GRX1200PRO	LEIAT504	SCIT	0.0000	0.0000	0.0083
36	IENG	ASHTECH Z-XII3T	ASH701945C_M	NONE	0.0000	0.0000	0.0000
37	IGMI	TPS ODYSSEY_E	TRM29659.00	NONE	0.0000	0.0000	0.0000
38	INGR	LEICA GRX1200PRO	LEIAT504	NONE	0.0000	0.0000	0.0000
39	ISCH	LEICA GRX1200GGPRO	LEIAT504	LEIS	0.0000	0.0000	0.0000
40	LAMP	TRIMBLE 4700	TRM29659.00	NONE	0.0000	0.0000	0.0000
41	LASP	LEICA GRX1200PRO	LEIAT504	SCIT	0.0000	0.0000	0.0083
42	LAT1	LEICA GX1230	LEIAX1202	NONE	0.0000	0.0000	0.0000
43	M0SE	LEICA GRX1200GGPRO	LEIAT504GG	LEIS	0.0000	0.0000	0.0000
44	MABZ	LEICA GRX1200PRO	LEIAT504	LEIS	0.0000	0.0000	0.0000
45	MACO	LEICA GRX1200	LEIAX1202	NONE	0.0000	0.0000	0.0000
46	MADA	LEICA GX1230	LEIAX1202	NONE	0.0000	0.0000	0.0000
47	MALT	LEICA SR520	LEIAT504	SCIT	0.0000	0.0000	0.0083
48	MAON	LEICA GRX1200PRO	LEIAT504	SCIT	0.0000	0.0000	0.0083
49	MART	TRIMBLE NETRS	TRM29659.00	UNAV	0.0000	0.0000	0.0000
50	MATE	TRIMBLE 4000SSI	TRM29659.00	NONE	0.0000	0.0000	0.1010
51	MEDI	TRIMBLE 4000SSI	TRM29659.00	NONE	0.0000	0.0000	0.0000
52	MILA	TPS ODYSSEY_E	TPSCR3_GGD	CONE	0.0000	0.0000	0.0540
53	MILO	TRIMBLE 4000SSI	TRM29659.00	NONE	0.0000	0.0000	0.0000
54	MOCO	LEICA GRX1200PRO	LEIAT504	SCIT	0.0000	0.0000	0.0083
55	MOPS	LEICA GRX1200GGPRO	LEIAT504GG	NONE	0.0000	0.0000	0.0083
56	MRGE	LEICA GRX1200	LEIAT504	SCIT	0.0000	0.0000	0.0083
57	MRLC	LEICA SR520	LEIAT504	SCIT	0.0000	0.0000	0.0083
58	MSRU	LEICA GRX1200PRO	LEIAT504	SCIT	0.0000	0.0000	0.0083
59	NOT1	TRIMBLE 4000SSI	TRM29659.00	NONE	0.0000	0.0000	0.0000
60	NU01	LEICA GX1230	LEIAX1202	NONE	0.0000	0.0000	0.0000
61	PADO	TRIMBLE NETRS	TRM29659.00	NONE	0.0000	0.0000	0.0000
62	PARM	LEICA GRX1200PRO	LEIAT504	SCIT	0.0000	0.0000	0.0083
63	PASS	LEICA GRX1200GGPRO	LEIAT504GG	LEIS	0.0000	0.0000	0.0000
64	PAVI	LEICA GRX1200PRO	LEIAT504	NONE	0.0000	0.0000	0.0000
65	PORD	TRIMBLE NETRS	TRM29659.00	UNAV	0.0000	0.0000	0.0000
66	PRAT	TRIMBLE 4000SSI	TRM29659.00	NONE	0.0000	0.0000	0.0280
67	RENO	TPS ODYSSEY_E	TPSCR3_GGD	CONE	0.0000	0.0000	0.0000
68	ROVE	LEICA RS500	LEIAT504	LEIS	0.0000	0.0000	0.0940
69	RSMN	LEICA GRX1200PRO	TRM41249.00	NONE	0.0000	0.0000	0.3000
70	RSTO	LEICA GRX1200GGPRO	TRM29659.00	NONE	0.0000	0.0000	0.0000
71	SASA	LEICA GRX1200GGPRO	LEIAT504	LEIS	0.0000	0.0000	0.0000
72	SASS	LEICA GMX902	LEIAX1202	NONE	0.0000	0.0000	0.0000
73	SERS	LEICA GRX1200PRO	LEIAT504	SCIT	0.0000	0.0000	0.0083
74	SIEN	LEICA GRX1200GGPRO	LEIAT504GG	NONE	0.0000	0.0000	0.0000
75	SMAR	TPS ODYSSEY_E	TPSCR.G3	NONE	0.0000	0.0000	0.0000
76	SOFI	TPS E_GGD	AOAD/M_T	NONE	0.0000	0.0000	0.2200

n.	Station	Receiver	Antenna	Dome	N (m)	E (m)	U (m)
77	STBZ	LEICA GRX1200GGPRO	LEIAT504GG	LEIS	0.0000	0.0000	0.0000
78	STUE	LEICA GRX1200PRO	LEIAT504	LEIS	0.0000	0.0000	0.0000
79	SVIN	LEICA GRX1200PRO	LEIAT504	NONE	0.0000	0.0000	0.0000
80	TEMP	LEICA GMX902	LEIAX1202GG	NONE	0.0000	0.0000	0.0000
81	TERM	LEICA GMX902GG	LEIAT504	NONE	0.0000	0.0000	0.0000
82	TGPO	TRIMBLE NETRS	TRM41249.00	NONE	0.0000	0.0000	0.0000
83	TGRC	LEICA GRX1200GGPRO	LEIAT504	LEIS	0.0000	0.0000	0.0000
84	TORI	TRIMBLE 4000SSI	TRM29659.00	NONE	0.0000	0.0000	0.0000
85	TREB	LEICA GRX1200GGPRO	LEIAT504GG	LEIS	0.0000	0.0000	0.0000
86	TRIE	TPS GB-1000	ASH701945E_M	SCIT	0.0000	0.0000	0.0083
87	UDI1	TPS GB-1000	ASH701945E_M	SCIT	0.0000	0.0000	0.0083
88	UGEN	LEICA GRX1200GGPRO	LEIAT504	LEIS	0.0000	0.0000	0.0000
89	UNOV	TPS ODYSSEY_E	TPSCR3_GGD	NONE	0.0000	0.0000	0.0000
90	UNPG	TPS ODYSSEY_E	JPSREGANT_DD_E	NONE	0.0000	0.0000	0.1000
91	USIX	LEICA GRX1200PRO	LEIAT504	SCIT	0.0000	0.0000	0.0083
92	VAGA	LEICA GRX1200PRO	LEIAT504	SCIT	0.0000	0.0000	0.0083
93	VAST	TRIMBLE NETRS	TRM29659.00	UNAV	0.0000	0.0000	0.0000
94	VEAR	TPS LEGACY	TPSCR3_GGD	NONE	0.0000	0.0000	0.0000
95	VERO	LEICA GMX902	LEIAX1202GG	NONE	0.0000	0.0000	0.0000
96	VITE	LEICA GX1230	LEIAX1202	NONE	0.0000	0.0000	0.0000
97	WTZR	TPS NETG3	AOAD/M_T	NONE	0.0000	0.0000	0.0710
98	ZIMM	TRIMBLE NETRS	TRM29659.00	NONE	0.0000	0.0000	0.0000
99	ZOUF	TPS GB-1000	ASH701945C_M	SCIT	0.0000	0.0000	0.0083

RETE DI LIVELLAZIONE DI ALTA PRECISIONE

La rete nazionale di livellazione di alta precisione attualmente in uso, comunemente indicata come "moderna", è stata realizzata fra il 1948 e il 1971, e comprende 13000 km di linee livellate con un caposaldo materializzato mediamente ogni chilometro. Le quote ufficialmente adottate sono state ottenute dai dislivelli puri compensandoli manualmente e in blocchi separati, e quindi con criteri non del tutto rigorosi, in appoggio a tre differenti mareografi: Genova (1942) per la parte peninsulare, Cagliari (1956) per la Sardegna e Catania (1965) per la Sicilia.

Il risultato della compensazione, che evidenzia un errore chilometrico medio di 1.3 mm, costituisce la materializzazione del sistema di riferimento altimetrico attualmente in uso, che, per la parte continentale, viene indicato con la sigla GE42(1971). Un ricalcolo delle stesse misure eseguito con software attuali ha mostrato una sottostima delle quote di circa 15 mm, crescente verso il Sud.

Le ricognizioni e le ri-misure parziali eseguite negli anni 80 e 90 del '900, hanno evidenziato la scomparsa di buona parte dei caposaldi e la diminuita affidabilità di quelli rintracciati a decenni di distanza dalla loro istituzione.



Figura 47 - Attuali linee di livellazione di alta precisione suddivise per anni di intervento

Nel 1997 l'IGM ha dato avvio ad un importante progetto di completo riattamento e rimisura della rete con contemporaneo raffittimento dei poligoni, ritenuti non più sufficienti alle esigenze di un paese moderno, che prevede di portare la rete ad oltre 21000 km di livellazione di alta precisione a copertura di tutto il territorio nazionale. Con il procedere degli interventi sulle linee è stato indispensabile eseguire un aggiornamento delle monografie, in modo da rappresentare la reale situazione dei siti spesso notevolmente modificata: scomparsa di contrassegni, aggiunta di nuovi, istituzione di caposaldi totalmente nuovi in luoghi completamente diversi, ecc. Per ciascuna linea è stato inoltre necessario ricalcolare le quote in modo da assegnare un valore alle nuove materializzazioni ed aggiornare quelle rintracciate. È stata quindi assegnata una quota provvisoria a tutti i caposaldi delle linee riattate, o di nuovo impianto, ottenuta compensando i dislivelli puri e fissando, fra i contrassegni rintracciati in ciascuna zona, le quote di quelli ritenuti più stabili, in modo da avere risultati il più possibile coerenti con il riferimento altimetrico Ge42(1971).

La monografia dei caposaldi è costituita da una scheda che contiene le informazioni necessarie al suo utilizzo.

Ciascuna scheda contiene:

- **denominazione e specifica:** è il nome del luogo in cui il caposaldo è sito, con un eventuale specifica che identifica meglio l'ubicazione della materializzazione;

- **numero**: identifica il caposaldo con un codice alfanumerico composto da 3 parti separate da un underscore: la prima parte (4 caratteri) indica il numero della linea a cui il caposaldo appartiene o, se il primo carattere è da una "N", il numero di nodale; la seconda parte (3 caratteri) è riservata al numero dell'eventuale deviazione, la terza parte (4 caratteri) indica il numero progressivo del caposaldo sulla linea.
- **localizzazione amministrativa**: Nazione, Regione, Provincia e Comune in cui il caposaldo ricade;
- **localizzazione cartografica**: elementi cartografici nei quali il caposaldo ricade, nelle seguenti serie: foglio al 100.000, tavoletta al 25.000, foglio al 50.000, sezione al 25.000.
- **contrassegni**: fino a 4 diversi per ogni caposaldo; per ciascuno un simbolo grafico indica il tipo di contrassegno con il quale il caposaldo è materializzato; segue la quota, al decimo di millimetro, e la descrizione dell'esatta ubicazione del contrassegno stesso.
- **progressiva chilometrica**: indica la distanza in chilometri dal Nodale di partenza della linea;
- **quotato**: anno al quale si riferisce la quota;
- **ricognito**: anno dell'ultima ricognizione;
- **coincidente**: eventuale collegamento a un punto IGM95
- **vertici collegati**: indicazione di eventuale presenza di collegamenti plano-altimetrici con vertici della rete classica o con i caposaldi di livellazione;
- **schizzo monografico**: disegno in pianta o prospetto che rappresenta la posizione del vertice nel contesto dei particolari che lo circondano;
- **coordinate geografiche**: espresse al decimo di secondo sessagesimale nei sistemi geodetici ETRF2000 e ROMA40;
- una o due foto del punto;

Sono disponibili le seguenti monografie:

- CAPOSALDI DI LIVELLAZIONE appartenenti alla moderna Rete di Livellazione di Alta Precisione
- CAPOSALDI DI LIVELLAZIONE DI VECCHIA RETE appartenenti alla Antica Rete di Livellazione di Precisione

RETE PEGASO

La rete è costituita da circa 200 stazioni permanenti GNSS (Global Navigation Satellite System) a copertura del territorio nazionale. Il progetto è frutto di partenariato pubblico-privato (Difesa Servizi S.p.A. - Trimble) per la realizzazione di servizi NRTK (Network Real Time Kinematic) volti al posizionamento di alta precisione in tempo reale; tale servizio potrebbe essere impiegato, in particolare, per il posizionamento e il monitoraggio della sensoristica. Attualmente la rete è in fase di realizzazione e il servizio sarà offerto previo abbonamento all'utenza privata.

9.1.1.2 Rete Fiduciale Nazionale GNSS dell'Agencia Spaziale Italiana (ASI)

Nel mese di novembre del 2021 è stata completata la realizzazione della Nuova Rete Fiduciale Nazionale GNSS (Global Navigation Satellite System) dell'Agencia Spaziale Italiana (ASI), che fornisce informazioni geodetiche aggiornate e precise. La rete è stata realizzata da e-GEOS, una società di Telespazio (80%) e partecipata dall'ASI (20%). Grazie all'uso di tecnologie di ultima generazione, 46 stazioni distribuite omogeneamente sulla Penisola italiana consentiranno l'acquisizione dei segnali generati da tutti i sistemi mondiali di navigazione satellitare, quali ad esempio lo statunitense GPS, il russo GLONASS, il cinese Beidou e, soprattutto, l'europeo Galileo.

La rete GNSS dell'ASI produrrà dati per la gestione del Sistema di riferimento terrestre ITRF (International Terrestrial Reference Frame). Inoltre, consentirà la realizzazione di prodotti e servizi: dalla determinazione delle orbite dei satelliti GNSS (con precisione del centimetro) alla loro sincronizzazione temporale (migliore del nanosecondo), utili sia per applicazioni in "situ" che per supportare satelliti equipaggiati con ricevitori GNSS.

Alcune stazioni sono ospitate, tra le altre, dallo Stato Maggiore dell'Aeronautica, INAF, EGO - Centro VIRGO Cascina (PI), Comune di Castelgrande (PZ) e Comune di Isnello (PA), Consorzio per la Bonifica della Capitanata, Ente Acque della Sardegna e Regione Autonoma della Sardegna, Libero Consorzio Comunale di Agrigento, Osservatorio Astronomico della Regione Autonoma Valle d'Aosta e Fondazione Clément Fillietroz-ONLUS, Parco Astronomico Lilio di Savelli (KR), Provincia Autonoma di Trento ed Università di Trento, Università degli Studi del Molise e Università del Sannio.

Tutti i dati acquisiti dalla “Nuova Rete Fiduciale Nazionale GNSS”, verranno ricevuti, elaborati e archiviati presso il Centro Spaziale ASI di Matera e messi a disposizione degli utenti interessati.

9.1.1.3 FReDNet (Friuli Regional Deformation Network)

FReDNet (Friuli Regional Deformation Network) è il sistema di monitoraggio delle deformazioni crostali nel Friuli-Venezia Giulia che il Centro Ricerche Sismologiche (CRS) ha iniziato a sviluppare durante il mese di giugno 2002. I principali obiettivi della rete FReDNet consistono nel rilevamento degli effettivi movimenti delle placche tettoniche nella zona di sutura del Friuli; detti movimenti possono dare utili indicazioni, a livello quantitativo, sulla pericolosità sismica. Questa attività consente di complementare il dato prettamente sismologico col fine di raggiungere una maggiore comprensione della geodinamica in atto nella regione Friuli-Venezia Giulia e nelle aree contigue.

La realizzazione, l'evoluzione e la gestione della rete è affidata al CRS, dipartimento dell'Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale - OGS. L'installazione della rete e l'analisi dei dati si svolge in stretta collaborazione con il Berkeley Seismological Laboratory della University of California, che da oltre un decennio gestisce una rete analoga per la California settentrionale.

I dati relativi alle stazioni della rete FReDNet sono liberamente scaricabili via FTP nei formati RAW e RINEX.

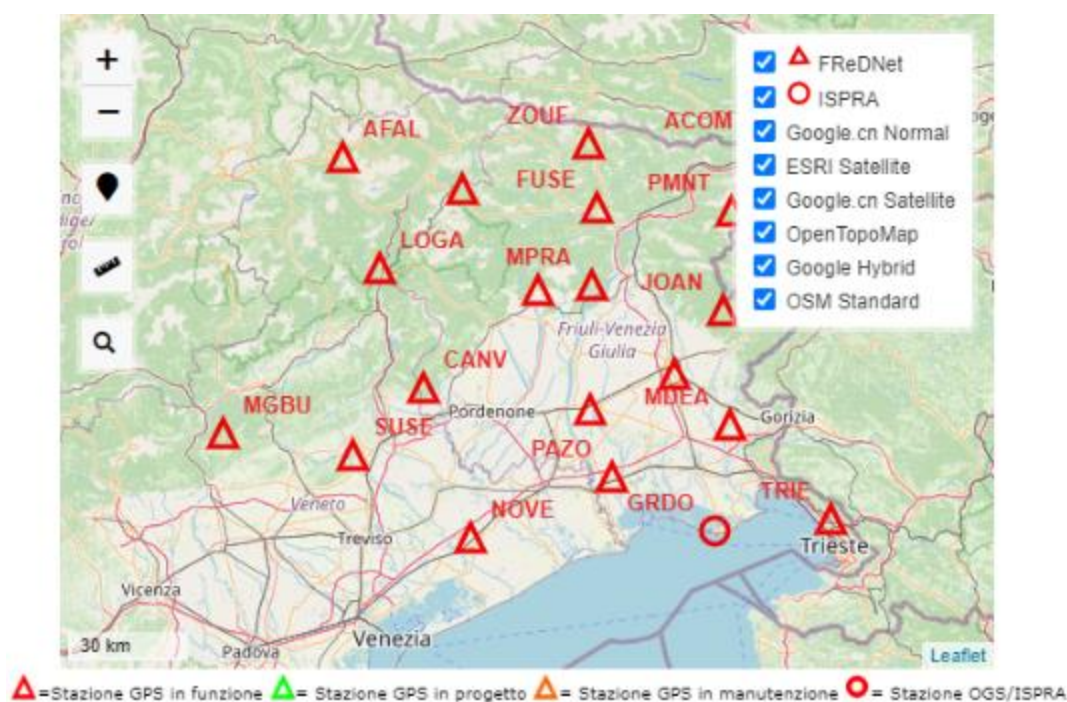


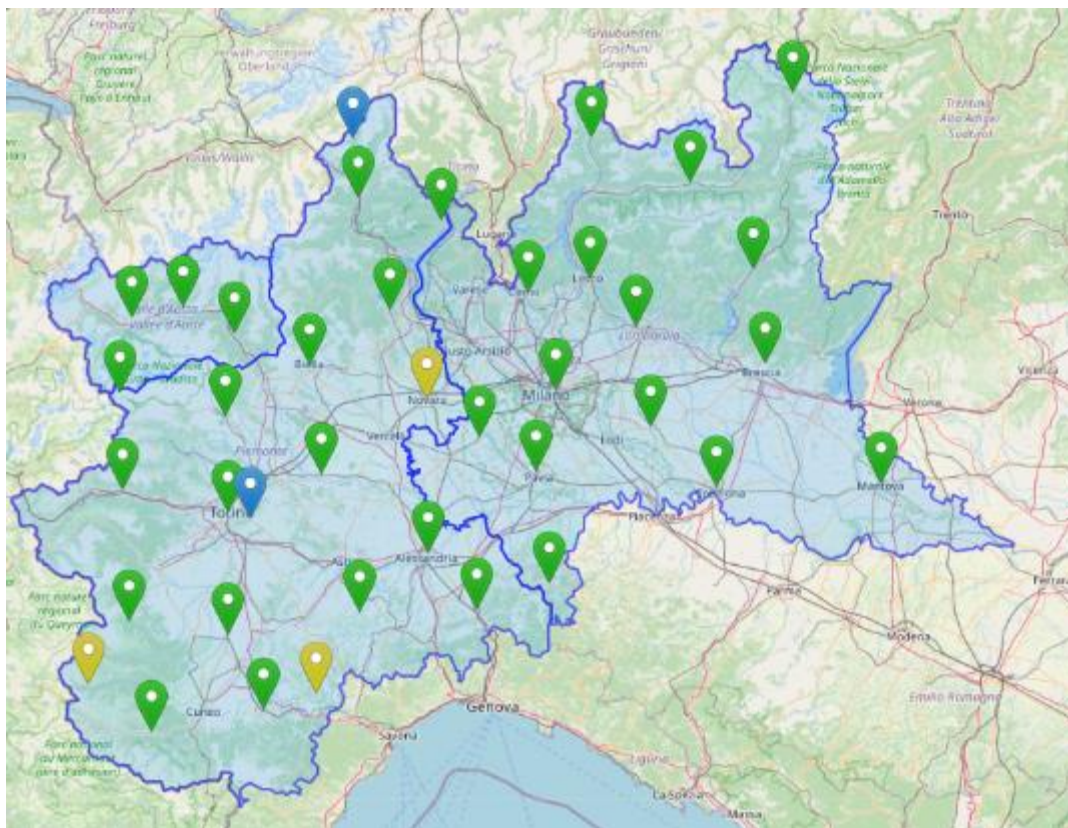
Figura 48 - Localizzazione delle stazioni della rete FReDNet

9.1.1.4 Rete interregionale GNSS della Regione Lombardia, Piemonte e Valle d'Aosta.

Il servizio “SPIN3 GNSS”, attivo dal 2 gennaio 2020, consiste in una rete “interregionale” che comprende le stazioni GNSS di Regione Piemonte, Regione Valle d'Aosta e Regione Lombardia per un totale di 39 stazioni permanenti gestite attraverso un unico centro di calcolo presso CSI-Piemonte, sostenuto dalle tre regioni mediante un accordo di collaborazione l'art 15 della legge 7 agosto 1990, n. 241. “SPIN3 GNSS è un'infrastruttura pubblica a supporto delle misurazioni geografiche Global Navigation Satellite Systems (GNSS), e consente di ottenere precisioni centimetriche in tempo reale (RTK) e inquadrare nel sistema di riferimento geodetico nazionale ed europeo.

Le stazioni sono dotate di ricevitori geodetici multi-costellazione aperti all'uso delle costellazioni GPS, GLONASS e GALILEO. Ciascun ricevitore è collegato ad un'antenna GNSS calibrata individualmente. Il servizio fornisce le correzioni da apportare alle misure effettuate in campo con un conseguente miglioramento della precisione del rilievo finale, che risulta già georiferito nel sistema geodetico nazionale ETRF2000-RDN (in accordo al DM 10 Novembre 2011) ed è omogeneo rispetto alle acquisizioni eseguite da altri utenti.

La Rete GNSS Interregionale, realizzata partendo dall'unificazione delle rispettive infrastrutture regionali, rappresenta un esempio concreto di collaborazione istituzionale, con maggiore efficienza e risparmio di risorse ed è utilizzata da oltre 16800 utenti totali, con una media giornaliera di 765 utenti e 2705 ore di connessione.





	Stazione online (verde): la stazione funziona correttamente sia per il servizio RTK sia per il download dei file RINEX.
	Stazione in ripristino (giallo): la stazione tornerà operativa il prima possibile.

Figura 49 - Distribuzione delle 39 stazioni della rete interregionale "SPIN3 GNSS" (fonte www.spingnss.it)

9.1.2 Reti di monitoraggio meteorologico

9.1.2.1 Reti e strutture di monitoraggio regionali

Come discusso al precedente Capitolo 6, sul territorio italiano è attivo un sistema di centri regionali (Centri Funzionali) che curano la raccolta e la condivisione dei dati meteorologici, idrogeologici e idraulici. Questa sistema, istituito con Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 15/12/1998, costituisce il Sistema nazionale di allertamento.

Con le successive norme, ed in particolare con la Direttiva della Presidenza del Consiglio dei Ministri del 27/02/2004 "Indirizzi operativi per la gestione organizzativa e funzionale del sistema di allertamento nazionale e regionale per il rischio idrogeologico ed idraulico ai fini di protezione civile", i vari centri attivi a livello regionale e sovregionale sono stati collegati tra loro e con il Dipartimento Nazionale di Protezione Civile in modo da costituire una "rete" distribuita su tutto il territorio nazionale in grado di assicurare le attività di sorveglianza, monitoraggio e previsione in tempo reale dei fenomeni meteorologici, e di allertamento in caso di eventi critici.

Allo stato attuale, la Rete dei Centri Funzionali è costituita:

- dal Centro Funzionale centrale, presso il Dipartimento della Protezione Civile (Roma);

- dai Centri Funzionali decentrati (uno per ogni Regione o Provincia autonoma) istituiti normalmente presso le Sale Operative Regionali.

Ogni Centro Funzionale svolge attività monitoraggio e previsione dei fenomeni meteorologici in tempo reale concorrendo, insieme al Dipartimento della Protezione Civile e alle Regioni, alla gestione del Sistema di allertamento nazionale.

Ogni Centro Funzionale ha il compito di raccogliere e condividere con l'intera rete dei Centri i dati provenienti dalla rete delle stazioni meteoidropluviometriche disposte sul territorio, quelli provenienti dalla rete radar meteorologica nazionale nonché i dati acquisiti dalle diverse piattaforme satellitari.

Le stazioni meteoidropluviometriche sono, in generale, stazioni in telemisura, cioè strumenti che effettuano delle misure meteo in continuo e le trasmettono in tempo reale. Su di esse sono montati più sensori come: pluviometri, idrometri, termometri, anemometri, nivometri.

Negli anni le stazioni di proprietà regionale sono state potenziate grazie all'applicazione di alcuni provvedimenti (ad es. la legge 267/1998, detta legge Sarno, e la legge 365/2000, detta legge Soverato, e successive ordinanze di protezione civile) che puntavano a migliorare la capacità di osservazione e monitoraggio dei fenomeni e a ottimizzare l'uso di dati, in tempo reale, ai fini di protezione civile.

Le stazioni meteoidropluviometriche hanno un tempo di campionamento dei dati (l'intervallo che intercorre tra la registrazione di una misura e di un'altra) che varia tra un minuto e un'ora e un "tempo di latenza" generalmente di 30 minuti, ovvero il tempo che passa tra l'istante di misura e la disponibilità effettiva del dato all'operatore.

Le reti di monitoraggio sono costituite da:

- Stazioni: (1 o più sensori + data logger + gruppo trasmissivo + gruppo di alimentazione + accessori e opere complementari);
- Un Sistema trasmissivo: reti trasmissive SIRTEV (ponti radio dati in banda UHF e SHF) e reti dei gestori di telefonia mobile;
- Centrali: sistemi informatici per l'archiviazione, l'elaborazione e la restituzione dei dati osservati sul territorio dalle stazioni.

Ogni singola regione è autonoma nella determinazione diverse componenti della propria rete e ciò produce una mancanza di omogeneità dei flussi dei dati.

9.1.2.1.1 Flussi di comunicazione dei dati di monitoraggio

Allo stato attuale, il flusso dati delle stazioni regionali di "monitoraggio meteo" all'interno del Sistema dei CF è gestito utilizzando due reti indipendenti convenzionalmente chiamate Rete dei CF e Rete Unitaria della Pubblica Amministrazione (RUPA), su cui transitano dati provenienti da due insiemi non disgiunti di centraline. La maggior parte delle centraline trasmettono su entrambe le reti, mentre solo alcune trasmettono esclusivamente su una delle due.

Flusso relativo alla Rete dei Centri Funzionali

La Rete dei CF, costituito dal Centro Funzionale Centrale (CFC) presso il DPC, e i Centri Funzionali Decentrati (CFD), presso ciascuna Regione e Provincia Autonoma, utilizza apparati hardware e software propri del Sistema Nazionale dei Centri Funzionali e messi a disposizione dal CFC. In tale infrastruttura, ogni Regione accentra i propri dati di monitoraggio nel server del CFD, in formato DVD proprietario della CAE. Fondazione CIMA, nell'ambito della convenzione con il DPC, si incarica del mantenimento software di tali server mentre la manutenzione hardware è a carico diretto del DPC. Su ogni server della rete dei CF viene quindi creato un file DVD che viene inviato ad un server centrale presso il DPC a Roma. Qui i diversi file DVD vengono aggregati in file DVD nazionale che viene poi inviato in copia anche ai server di Savona (CIMA), ed inserito nel database.

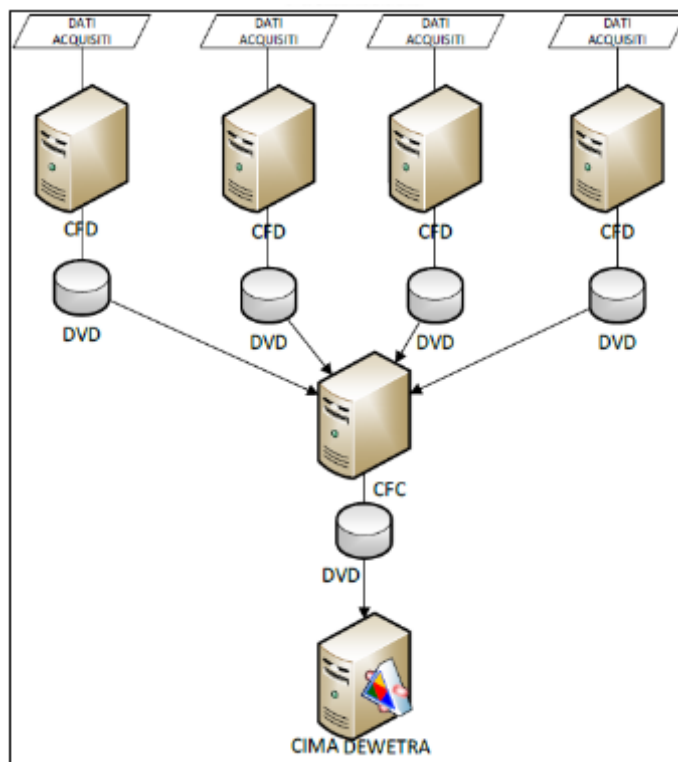


Figura 50 - Schema concettuale della rete dei CF (fonte: Scheda DPC)

Rete Rupa

La rete RUPA, invece, viene “vista” solo dai Server DPC: non è concesso al DPC e a Fondazione CIMA l’accesso ai server regionali che aggregano i dati. Anche i dati ricevuti su questa rete, aggregati in un DVD nazionale, vengono immediatamente inviati in copia anche a Savona ed acquisiti dal database. Lo schema di rete di dettaglio è il seguente:

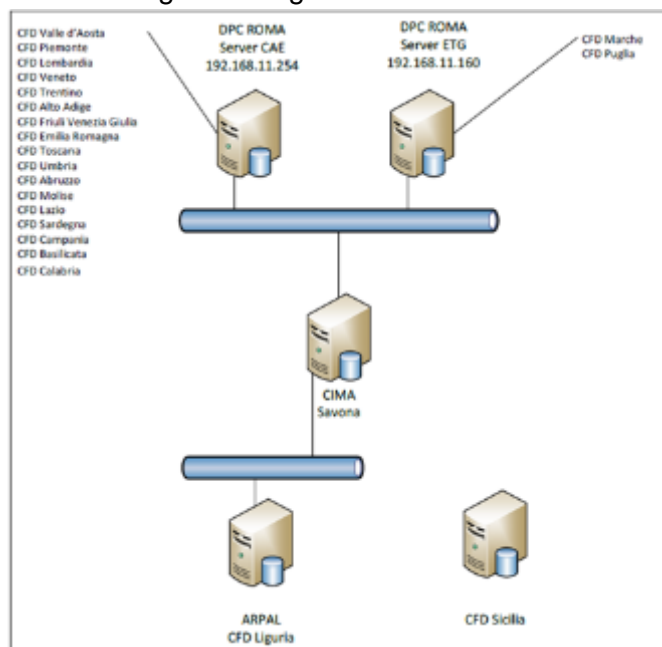


Figura 51 - Schema di dettaglio della rete RUPA (fonte: Scheda DPC)

Database “Merged”

I dati provenienti dalle due reti vengono quindi sottoposti ad una procedura finalizzata a implementare un Database “Merged”, che realizza di vista combinata dei database delle due reti di stazioni a disposizione. La finalità del DB Merged è di avere un database che risulti unico ed il più completo possibile. La procedura utilizza una tabella di appoggio che permette di legare fra

loro le centraline che sono presenti in entrambi i database, identificandole come una unica. Questa tabella d'appoggio è finalizzata per ricercare una centralina nei due database per fare fronte alle richieste degli utenti. Il Database Merged può essere considerato un servizio che incapsula le due fonti di dati, come illustrato nello schema in Figura 52. Alla ricezione di una richiesta il sistema controlla se la centralina è presente in entrambe le reti: in questo caso verifica se il dato di monitoraggio è presente sul database RUPA. In caso affermativo esso viene utilizzato per soddisfare la richiesta; in caso contrario si controlla se il dato è presente nel database dei CF e, in caso di verifica positiva, esso viene utilizzato per soddisfare la richiesta. Se il dato non si trova in nessuno dei due database viene restituito il valore convenzionale per NoData. La precedenza è data quindi, per default, alla rete RUPA, ma questo criterio di precedenza è configurabile per ogni centralina e per ogni sensore.

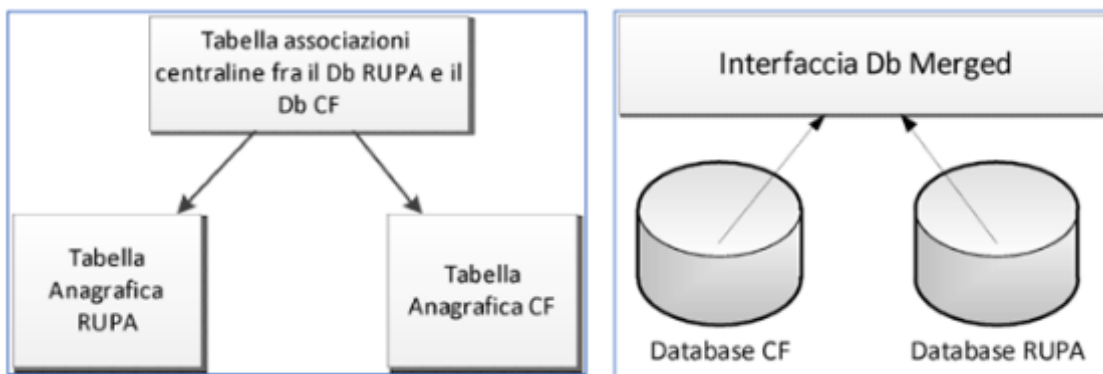


Figura 52 - Schema DB Merged (fonte: Scheda DPC)

Consistenza delle stazioni di Misura

Il database delle stazioni è attivo dal 2004 per la rete RUPA e dal 2006 per la rete dei CF. L'occupazione totale dei dati è di circa 475 GB, considerando tutte le misure comprensive di rettifiche su entrambe le reti.

L'anagrafica delle stazioni è al momento composta da:

- Stazioni Reti RUPA: 3.602
- Stazioni Reti CF: 5.768
- Stazioni DB Merged: 6.023

La maggior parte delle stazioni sono in entrambe le reti. La rete RUPA ha solo 255 stazioni esclusive mentre la rete dei CF ne ha ben 2.421. Considerando quasi 18 anni di dati RUPA e 16 di rete CF, si ottiene un totale approssimato di circa 20,5 Miliardi di misure disponibili nel database sia per l'accesso in tempo reale.

Le principali criticità relative al Database delle stazioni riguardano:

- Il mantenimento dell'anagrafica, difficoltoso a causa della mancanza di procedure condivise. A riguardo è stato costituito uno specifico GdL coordinato dal DPC con tutte le Regioni in quanto titolari delle reti di osservazione a terra;
- La manutenzione controllata dei valori di alcune stazioni, che a volte mandano dati non coerenti e quindi devono essere "sospese" per essere poi "riattivate" quando vengono ripristinate le normali condizioni di funzionamento. La detection, in tempo reale, di tali anomalie risulta essere difficoltosa;
- Tempo di latenza fra la data ed ora di riferimento del dato e la sua disponibilità nella piattaforma della rete dei CF/rupa-myDewetra.

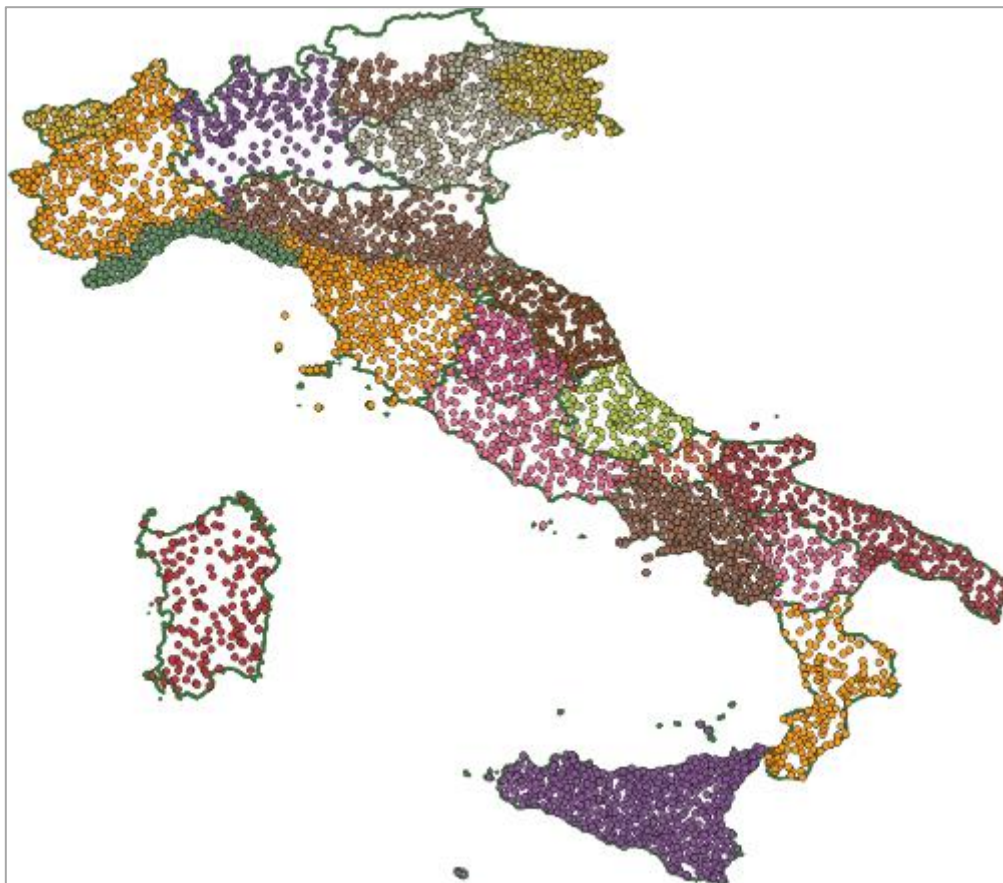


Figura 53 - La rete di monitoraggio meteo regionale

La distribuzione delle stazioni di monitoraggio a livello locale è descritta dalla tabella seguente.

Tab. 25. Numero di stazioni meteo per regione e PPAA

DENOMINAZIONE	Superficie (Km2)	n° stazioni	stazioni/kmq	kmq/stazione - Esistente
Abruzzo	10.831,50	127	0,012	85,29
Basilicata	10.073,11	83	0,008	121,36
Calabria	15.221,61	265	0,017	57,44
Campania	13.670,60	566	0,041	24,15
Emilia-Romagna	22.501,43	425	0,019	52,94
Friuli-Venezia Giulia	7.932,48	315	0,040	25,18
Lazio	17.231,72	199	0,012	86,59
Liguria	5.416,15	209	0,039	25,91
Lombardia	23.863,10	198	0,008	120,52
Marche	9.344,29	205	0,022	45,58
Molise	4.460,44	68	0,015	65,59
Piemonte	25.386,70	375	0,015	67,70
Puglia	19.540,52	302	0,015	64,70
Sardegna	24.099,45	166	0,007	145,18
Sicilia	25.832,55	685	0,027	37,71
Toscana	22.987,44	388	0,017	59,25
Trentino-Alto Adige	13.604,72	117	0,009	116,28
Umbria	8.464,22	182	0,022	46,51
Valle d'Aosta	3.260,85	87	0,027	37,48
Veneto	18.345,37	333	0,018	55,09

TOTALE	5295
--------	------

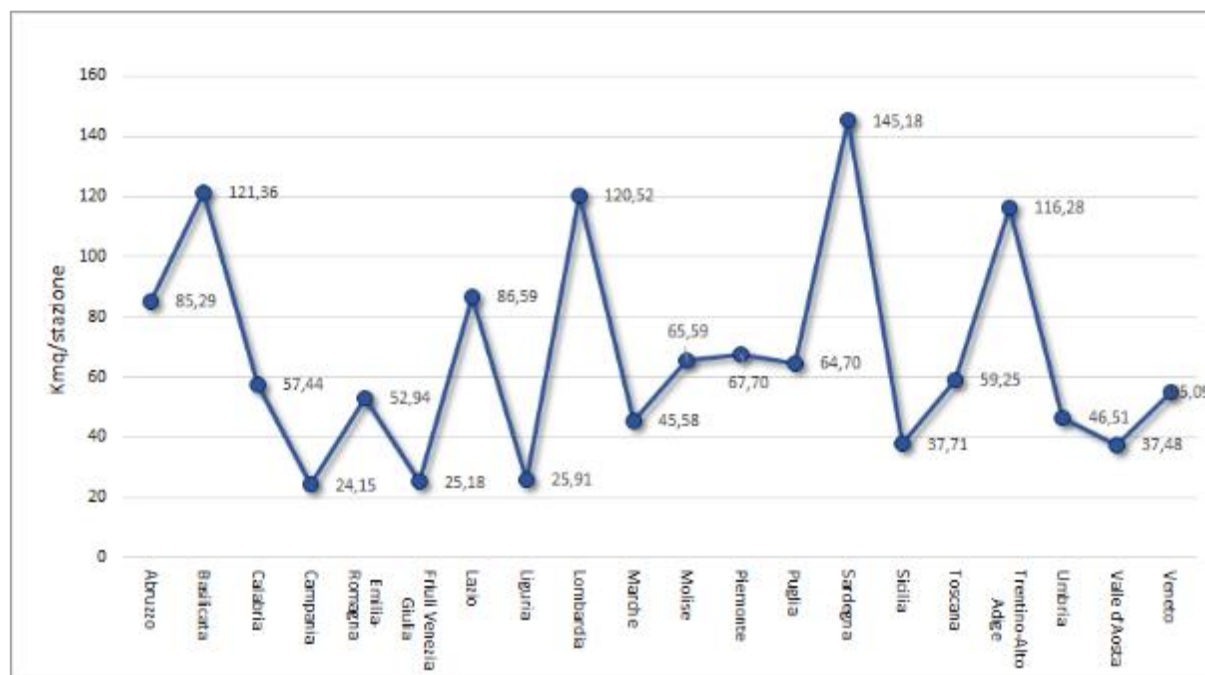


Figura 54 - Figura 42 Media di superficie (Kmq/stazione) coperta da ogni stazione

I dati di monitoraggio accentrati nel server del CFC sono quindi esposti dal DPC attraverso la piattaforma myDewetra, disponibile presso la rete dei CF, la quale è peraltro alimentata da altre basi dati molto eterogenee, che vanno dalla singola misura di una stazione meteo-idro, ai modelli meteo, alle immagini satellitari e radar, ai dati relazionali del catalogo degli eventi, ai pdf dei bollettini o alle segnalazioni degli incendi e altro ancora.

I dati esposti dalla piattaforma vengono reperiti dalle rispettive "fonti", collezionati ed archiviati dalla piattaforma stessa, elaborati all'origine o su richiesta, e infine presentati agli utenti a richiesta. In alcuni casi, i dati raccolti sono pre-elaborati attraverso modelli numerici di previsione esterni al contenitore myDEWETRA, a cui, alla stregua del dato originale, arrivano successivamente come output. Alcune informazioni sono reperite dalla piattaforma attraverso il ricorso a servizi WEB. In altri casi, infine, dati e informazioni sono autoprodotti "run time" dagli utenti di myDEWETRA attraverso l'uso algoritmi di integrazione dei dati messi a sistema, disponibili all'interno della piattaforma.

La piattaforma è stata sviluppata e viene mantenuta dalla Fondazione CIMA.

La complessità di funzionamento della piattaforma ha orientato il DPC a modificare l'attuale architettura della rete dei centri funzionali, oltre a gestire autonomamente, all'interno del proprio perimetro infrastrutturale, il portale operativo myDEWETRA che nella nuova implementazione prenderà anche un nuovo nome.

Inoltre, I dati meteo sono esposti dal CFC sulla piattaforma Radar-DPC appositamente ideata per l'esecuzione di processi automatici di raccolta dati e pubblicazione di servizi web parametrizzati, che possono essere richiamati da un qualsiasi Client WMS / WMTS. I prodotti resi disponibili dalla piattaforma hanno uno scopo esclusivamente informativo e, come si legge nel disclaimer sul sito DPC, "il Dipartimento declina ogni responsabilità per un uso improprio, inoltre, essendo i dati acquisiti ed elaborati in tempo reale, non sono oggetto di processo di validazione automatico di carattere speditivo e quindi i relativi prodotti possono presentare anomalie. La distribuzione, sull'intero territorio nazionale sia della rete a terra, ma soprattutto della rete radar nazionale non è uniforme e quindi anche i relativi prodotti non hanno uno standard omogeneo."

Infine, gli stessi dati sono accedibili attraverso un server FTP risultando così disponibili a utilizzatori esterni come, ad esempio, il Servizio Mistral Meteo-Hub.

9.1.2.2 Rete idrometrica

La portata idrica che defluisce in un corso d'acqua costituisce una delle variabili ambientali più importanti e al contempo una delle grandezze fisiche più difficili, oltre che economicamente più onerose, da misurare.

La conoscenza sistematica e capillare della portata idrica che defluisce nei corsi d'acqua naturali costituisce uno dei presupposti fondamentali per qualunque politica ambientale e di protezione civile: di difesa e di previsione di fenomeni di piena e siccità, di gestione della risorsa idrica, di qualità dell'acqua, di protezione degli ecosistemi fluviali e lacuali, di difesa dall'inquinamento, di caratterizzazione dei corpi idrici, ecc.

Fino al 2002 il monitoraggio idrometrico in Italia era svolto dal Servizio Idrografico Italiano (SII) e dal Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale (SIMN).

Il Servizio Idrografico Italiano per l'Italia peninsulare e per le grandi isole di Sicilia e Sardegna, istituito nel 1917, suddivideva il territorio nazionale in 8 compartimenti definiti secondo criteri idrografici e facenti capo ad altrettante Sezioni autonome, istituite presso gli Uffici del Genio Civile del Ministero dei Lavori Pubblici, che si andavano ad aggiungere ai già esistenti Ufficio Idrografico del Regio Magistrato alle Acque a Venezia (istituito nel 1907) e Ufficio Idrografico del Po a Parma (nato nel 1912).

Con il D.Lgs. n. 112 del 31 marzo 1998 "Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle regioni ed agli enti locali, in attuazione del capo I della legge 15 marzo 1997, n. 59" (Legge Bassanini) è stato disposto che gli uffici periferici del Dipartimento dei Servizi Tecnici Nazionali fossero trasferiti alle regioni (art. 92, comma 4). Il trasferimento venne sancito definitivamente con il DPCM del 24/07/2002, in cui si stabilì che a far data dal 1° ottobre 2002 gli uffici compartimentali fossero trasferiti alle regioni presso le quali avevano sede per essere incorporati nelle strutture operative regionali competenti in materia.

Da tale data le competenze sul **monitoraggio idrometrico** in Italia afferiscono agli uffici regionali/provinciali (nel seguito SIR – Servizi Idrologici Regionali) che svolgono le funzioni degli uffici compartimentali del soppresso Servizio idrografico e mareografico Nazionale (SIMN) nonché quelle di Centri Funzionali (CF) di Protezione Civile. Tali uffici afferiscono in parte alle ARPA-APPA e in parte a differenti strutture o uffici regionali (Tabella 33).

Tab. 26.

Tabella 33 - Strutture regionali e provinciali (SIR) competenti in Italia per il monitoraggio idrologico. (Fonte: ISPRA)

Regione/Provincia	Ente	Struttura
Abruzzo	Regione Abruzzo	Regione Abruzzo\Agenzia regionale di protezione civile\ Servizio Emergenze di Protezione Civile\Ufficio idrologia, idrografico, mareografico
Basilicata	Regione Basilicata	Regione Basilicata\Uffici Speciali di Presidenza\Ufficio per la Protezione Civile (Centro Funzionale Decentrato – CFD)
Bolzano	Provincia Autonoma di Bolzano	Dipartimento Agricoltura, Foreste, Turismo e Protezione civile\Agenzia per la Protezione civile: - Ufficio Meteorologia e prevenzione valanghe - Ufficio Idrologia e dighe Servizio di download dati meteo-idro
Calabria	ARPA Calabria	ARPACAL/Centro Funzionale Multirischi
Campania	Regione Campania	Regione Campania\Direzione Generale per i Lavori Pubblici e la Protezione Civile\Centro Funzionale Multirischi
Emilia-Romagna	ARPAE Emilia-Romagna	ARPAE\Struttura IdroMeteoClima
Friuli-Venezia Giulia	ARPA Friuli-Venezia Giulia Regione Friuli-Venezia Giulia	ARPAFVG\Osservatorio Meteorologico Regionale e Gestione Rischi Naturali (OSMER e GRN) Regione Autonoma Friuli-Venezia Giulia\Direzione Centrale Difesa dell'ambiente, Energia e Sviluppo Sostenibile\Servizio gestione risorse idriche Regione Autonoma Friuli-Venezia Giulia\Protezione Civile Regionale
Lazio	Regione Lazio	Regione Lazio\Agenzia Regionale di Protezione Civile\Area Prevenzione, Pianificazione e Previsione\Centro Funzionale Regionale; Accesso alla rete di monitoraggio (dati ultimi 7 giorni); Accesso serie storica pluvio-termo

Regione/Provincia	Ente	Struttura
Liguria	ARPA Liguria	ARPAL\Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali\Unità Operativa Clima Meteo Idro\Osservatorio Meteo Idrologico della Regione Liguria (<u>OMIRL</u>)
Lombardia	ARPA Lombardia	ARPA Lombardia\Settore Rischi Naturali, Clima e Usi Sostenibili delle Acque\Servizio Idro-Nivo-Meteo e Clima <u>PORTALE DATI IDROLOGICI</u>
Marche	Regione Marche	Regione Marche\Direzione Protezione Civile e Sicurezza del Territorio\ Centro Funzionale Multirischi <u>Sistema Informativo Regionale Meteo-Idro-Pluviometrico</u>
Molise	Regione Molise	Regione Molise\ Dipartimento della Presidenza Regionale - Servizio di Protezione Civile - <u>Ufficio Centro Funzionale</u>
Piemonte	ARPA Piemonte	ARPA Piemonte\Dipartimento Rischi Naturali e Ambientali\ Idrologia ed effetti al Suolo <u>Accesso alla banca dati idrologica</u>
Puglia	Regione Puglia	Regione Puglia\Sezione Protezione Civile Puglia\ <u>Centro Funzionale Decentrato</u> <u>DATI RETE IN TELEMISURA Protezione Civile Puglia - Centro Funzionale Decentrato</u>
Sardegna	ARPA Sardegna	ARPA Sardegna\ - Dipartimento Geologico\ <u>Servizio idrogeologico e idrografico</u> - Dipartimento Meteorologico\ <u>Servizio Meteorologico, agrometeorologico ed ecosistemi</u>
Sicilia	Regione Sicilia	Regione Siciliana\Presidenza della Regione\ - Dipartimento della protezione civile\Servizio Rischio idraulico e idrogeologico\ <u>Centro Funzionale Decentrato – Idro</u> - Dipartimento regionale dell'Autorità di Bacino del Distretto Idrografico Sicilia\ <u>Servizio Tutela delle Risorse Idriche</u>
Toscana	Regione Toscana	Regione Toscana\Direzione Difesa del Suolo e Protezione Civile\ <u>Centro Funzionale Regionale\Settore Idrologico e Geologico Regionale</u>
Trento	Provincia Autonoma di Trento	Provincia Autonoma di Trento\Dipartimento Protezione civile\ Servizio Prevenzione Rischi: - <u>Ufficio Previsioni e Pianificazione</u> - <u>Ufficio Dighe</u>
Umbria	Regione Umbria	Regione Umbria\Direzione regionale Governo del territorio, ambiente e protezione civile\ - Servizio Rischio idrogeologico, idraulico e sismico, Difesa del suolo\Sezione Difesa e Gestione Idraulica - Servizio Protezione civile ed emergenze\ <u>Centro Funzionale multirischio, sala operativa unica regionale e pianificazione di protezione civile</u> <u>Servizio Idrografico</u>
Valle d'Aosta	Regione Valle d'Aosta	Regione Valle d'Aosta\Presidenza della Regione\Dipartimento protezione civile e vigili del fuoco\ <u>Centro Funzionale Regionale Regione Autonoma Valle d'Aosta</u> <u>Dati osservati del Centro Funzionale RAVDA</u>
Veneto	ARPA Veneto	ARPAV\Dipartimento Regionale per la Sicurezza del Territorio\ Unità Organizzativa Idrologia

Il trasferimento delle competenze ha di fatto prodotto delle conseguenze rilevanti.

Secondo quanto riportato da ISPRA (ISPARA, 2019a):

- *Il monitoraggio delle portate negli anni è diventata procedura tutt'altro che ordinaria, con la conseguenza che i dati di portata sono piuttosto scarsi se non addirittura indisponibili per intere regioni a partire dall'inizio degli anni 2000.*
- *Ciò che si è continuato a misurare nel corso degli anni, e per lo più per scopi di protezione civile, sono i livelli idrometrici necessari ma non sufficienti alla valutazione delle portate.*
- *Lunghi periodi di assenza/interruzione misure di portata.*
- *Riduzione progressiva di fondi e di personale interno specializzato.*
- *Utilizzo di fondi di progetto "straordinari" per svolgere attività "ordinarie".*

Nel 2013, al fine di ricostituire un sistema coordinato in grado di ripristinare un livello nazionale omogeneo in termini di qualità e funzionalità relativamente alle attività idrologiche, è stata promossa dall'ISPRA, sotto il proprio coordinamento, l'istituzione del Tavolo Nazionale per i Servizi di Idrologia Operativa, a cui partecipano quegli uffici che nelle ARPA-APPA o nelle Regioni e Province Autonome si occupano di idrologia operativa, nonché l'Aeronautica Militare e il Dipartimento della Protezione Civile (DPC), in qualità di enti nazionali presenti nella rappresentanza italiana della Commission for Hydrology (CHy) del World Meteorological Organization (WMO).

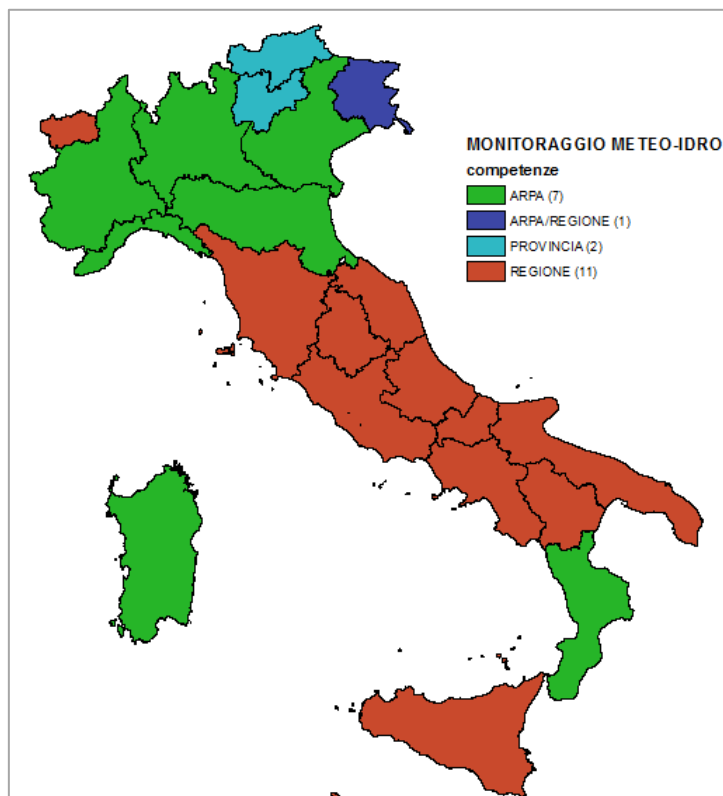


Figura 55 - Competenze per il monitoraggio meteo-idro (Fonte: ISPRA, 2019)

ISPRA ha prodotto, a partire dal 2014, censimenti della rete di monitoraggio delle acque superficiali, al fine di formulare una quantificazione delle risorse economiche necessarie per supportare un Programma nazionale di misure di portata. Al 2018 le stazioni censite sono 1276; le stazioni con misure di portata (Q) sono 747, e di queste ultime 621 sono dotate di misura della scala di deflusso.

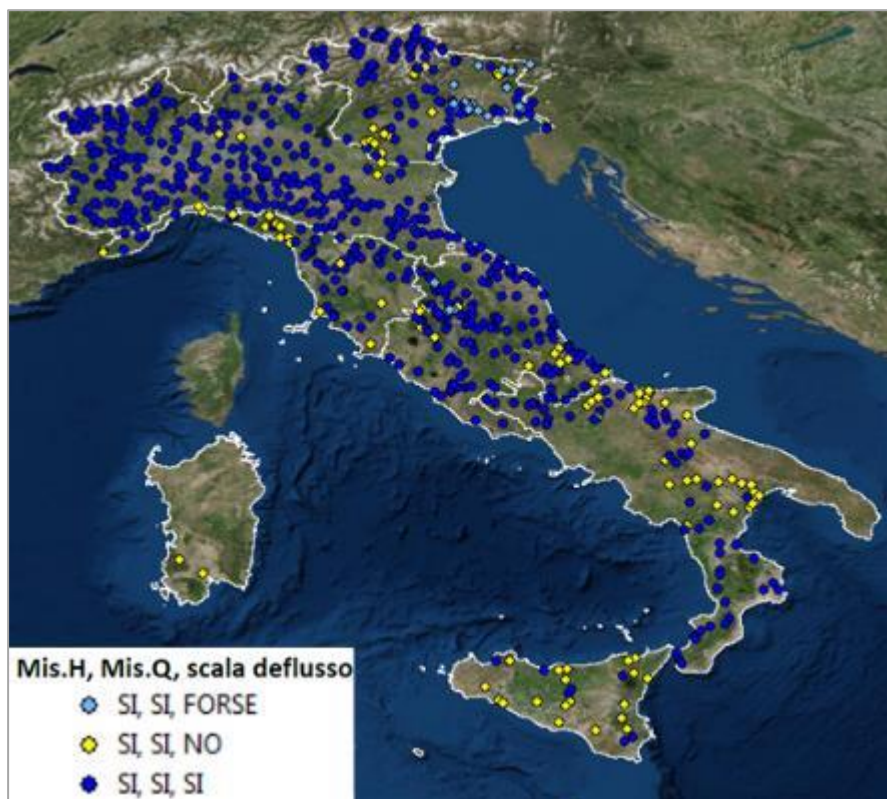


Figura 56 - Rete idrometrica (fonte: ISPRA, 2019)

9.1.2.3 Rete Radar Nazionale

Il progetto della rete radar su scala nazionale, sviluppato e gestito dal Dipartimento della protezione civile, ha l'obiettivo di garantire una migliore capacità di monitoraggio dei fenomeni atmosferici su scala nazionale integrando le osservazioni radar sia con quelle satellitari, che forniscono informazioni relative alla copertura nuvolosa, sia con i sensori pluviometrici, che registrano dati di carattere puntuale, spesso poco rappresentativi di un intero bacino idrografico. La realizzazione di un sistema operativo di interconnessione e fusione di dati radar meteorologici in tempo reale implica la definizione di un processo di mosaicatura. L'esigenza di realizzare una rete di questo tipo nasce sia dalla necessità di un monitoraggio meteorologico a vasta scala sia dalla necessità di migliorare la qualità delle misure effettuate dal singolo radar. Infatti, l'utilizzo di un solo radar comporta tuttavia una serie di problematiche che ne limitano l'efficacia. Tali problematiche sono riconducibili ad anomalie tecnico-strumentali (es. calibrazione, interferenze da reti W-LAN), alla complessità orografica del territorio ed alle caratteristiche fisiche del fenomeno meteorologico osservato.

La rete in corso di completamento prevede, ventisei radar fissi e quattro mobili, complessivamente trenta radar meteorologici distribuiti sull'intero territorio nazionale. Attualmente la Rete Radar Nazionale si compone di ventiquattro radar operativi di cui dieci installati e gestiti direttamente dalle diverse Regioni, quattro di proprietà dell'Aeronautica Militare e due di ENAV, i rimanenti otto (sei Radar in Banda C e due Radar Mobili in Banda X) sono stati installati dal DPC e operativi ventiquattr'ore su ventiquattro per garantire una efficace attività di monitoraggio dei diversi fenomeni atmosferici sull'intero territorio nazionale.

L'architettura dell'intero sistema prevede che presso il DPC siano raccolti i dati messi a disposizione da tutti gli Enti e Amministrazioni che concorrono alla RRN.



Figura 58 - Rete Radar Meteo DPC (Fonte: DPC)

Sulla base dei contributi ricevuti, il suddetto centro genera diversi prodotti mosaicati atti a garantire la maggiore copertura possibile e li dissemina, ai fini di protezione civile, in tempo reale, verso i Centri Funzionali Decentrati (CFD) regionali ed Enti Istituzionali nazionali con una frequenza temporale di quindici min. tramite diverse piattaforme. Ogni CFD, in piena autonomia e sotto la propria responsabilità, definisce l'utilizzo operativo dei suddetti prodotti tramite eventuali procedure.

Attualmente la rete radar nazionale si compone di 24 sistemi, di cui 11 gestiti direttamente dal Dipartimento della protezione civile e di ulteriori 13 (tredici) gestiti da Enti e Amministrazioni regionali e/o nazionali.

La rete dei radar DPC è composta da 7 radar Doppler a doppia polarizzazione in banda C e n. 4 radar Doppler in Banda X.

La sottorete che integra e completa la rete nazionale è composta da 10 sistemi gestiti dalle Amministrazioni Regionali, 1 sistema dall'Aeronautica Militare e 2 sistemi dall'Ente Nazionale Assistenza al Volo (ENAV).

I partner della rete trasferiscono in tempo reale i cosiddetti volumi radar non processati (RAW) su apposito server di proprietà del DPC situato presso i rispettivi CED. Le misure radar vengono elaborate in situ al fine di generare i prodotti di singolo sito che vengono successivamente trasmessi al nodo centrale (situato presso il centro di elaborazione dati del DPC) mediante linea dati di tipo ADSL i cui costi di servizio sono a carico del contratto oggetto del presente avviso.

Tab. 27. *Elenco dei sistemi radar del Dipartimento della protezione civile.*

Sistemi radar del DPC						
Tipo	Località	Lat.	Lon.	Alt.	Comune	Stato
Gematronik 600 C	Monte II Monte	41,939	14,624	692 m	Tufillo (CH)	Operativo
Gematronik 600 C	Monte Crocione	43,956	10,607	1017m	Villa Basilica (LU)	Operativo
Gematronik 600 C	Monte Serano	42,856	12,791	1428m	Campello sul Clitunno (PG)	Operativo
Gematronik 600 C	Monte Pettinascura	39,373	16,624	1708 m	Longobucco (CS)	Operativo

Gematronik 600 C	Monte ZoufPlan	46,556	12,974	1999 m	Paluzza (UD)	Operativo
Gematronik 600 C	Monte Lauro	37,123	14,824	965 m	Buccheri (SI)	Operativo
Gematronik 600 C	Monte Armidda	39,873	9,491	1261m	Gairo (NU)	Operativo
Gematronik 50 DX	Aeroporto di Napoli Capodichino	40,88	14,29	n/a	Napoli	Operativo
Gematronik 50 DX	Aeroporto di Reggio Calabria	38.05	15.65	15.1 m	Reggio Calabria	Operativo
Gematronik 50 DX	Aeroporto di Bari Palese	41.139	16.76	57 m	Bari	Operativo
Gematronik 50 DX	Aeroporto di Catania Fontanarossa	37.46	15.05	21.2 m	Catania	Operativo

I prodotti trasferiti al CED del DPC concorrono alla generazione dei prodotti di livello nazionale (mosaico). I prodotti di livello nazionale vengono successivamente condivisi con i partner della rete e tutti gli stakeholders attraverso diversi canali (piattaforma radar, server ftp, rete dei centri funzionali).

Tab. 28. Elenco dei server dedicati alla ricezione ed elaborazione dei dati forniti dagli Enti e Amministrazioni regionali e/o nazionali.

Sito Radar	Località server	Ente
Bric della Croce	Torino (TO)	ARPA Piemonte Piemonte - Liguria
Settepani		
Gattatico	Bologna (BO)	Arpae Emilia-Romagna
San Pietro Capofiume		
Monte Grande	Teolo (PD)	ARPA Veneto
Concordia sagittaria		
Monte Midia	L'Aquila (AQ)	Regione Abruzzo
Monte Macaion	Trento (TN)	PAA di Trento
Linate	Roma (RM)	ENAV
Fiumicino		
Fossalon di Grado	Palmanova (UD)	ARPA Friuli-Venezia Giulia
Capocaccia	Roma (RM)	Aeronautica Militare
Monte Rasu	Sassari (SS)	ARPAS

9.1.2.4 Reti di Monitoraggio dell'Aeronautica Militare

Il Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare gestisce un complesso sistema di osservazione, costituito da:

- Stazioni di superficie presidiate
- Stazioni di superficie automatiche
- Stazioni per la rilevazione dei parametri atmosferici in quota

A tale sistema si aggiunge la Stazione nazionale per l'acquisizione e l'elaborazione in tempo reale dei dati dai satelliti METEOSAT e TIROS.

Oltre alle Stazioni per le osservazioni meteorologiche, il Servizio mantiene operativa una rete per le osservazioni speciali, per la rilevazione della radiazione globale e della durata del soleggiamento, dell'ozono totale, dell'anidride carbonica e degli inquinanti chimici nelle precipitazioni. Tutte le Stazioni effettuano osservazioni a orari stabiliti rigorosamente in sede internazionale e sono identificate da un indicativo numerico sulla pubblicazione dell'Organizzazione Meteorologica Mondiale, O.M.M. "Stazioni di Osservazione". Sono regolarmente ispezionate dai loro uffici operativi per assicurare il corretto funzionamento della strumentazione e l'adeguato standard di osservazione.

Le stazioni di superficie presidiate sono 84, di queste 44 sono operative 24 ore su 24. Le osservazioni meteorologiche vengono eseguite secondo gli standard indicati dall'OMM, nella "Guida agli strumenti meteorologici e ai metodi di osservazione". Il personale Osservatore è addestrato secondo quanto previsto dall'OMM medesima. Le osservazioni sono rappresentative di un'area di circa 70 chilometri di raggio e vengono effettuate ogni 3 ore. Per scopi aeronautici, la cadenza delle osservazioni è ogni ora o ogni mezz'ora. La maggior parte delle osservazioni sono strumentali, ma alcune avvengono a vista, in particolare sulle stazioni aeroportuali, ove è di fondamentale importanza per l'assistenza alla navigazione aerea la valutazione del tipo, della quantità e dell'altezza delle nubi, della visibilità e del tipo e intensità dei fenomeni.

La rete di Stazioni in superficie presidiate è integrata da una rete di Stazioni automatiche, denominate Data Collection Platform D.C.P., ovvero piattaforme per la raccolta di dati. Le Stazioni automatiche, per il loro funzionamento, non hanno bisogno dell'intervento dell'operatore, poiché acquisiscono con continuità tutti i parametri meteorologici rilevati dai sensori e compilano automaticamente il bollettino di osservazione, trasmettendolo al satellite METEOSAT. Quest'ultimo invia i dati a un centro di raccolta che lo immette sulla rete di telecomunicazioni meteorologiche Global Telecommunication System, G.T.S. per la disponibilità a tutti Servizi Meteorologici Nazionali. La rete D.C.P. del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare ha 110 stazioni.

La rete di Stazioni per il rilevamento di parametri atmosferici in quota è costituita da 6 postazioni che effettuano 4 osservazioni giornaliere. Le osservazioni in quota sono strumentali e vengono realizzate mediante radiosonde, apparati equipaggiati con sensori che rilevano la pressione, la temperatura e l'umidità e con una radio trasmittente che invia le misurazioni a una Stazione ricevente a terra. La sonda viene portata in quota da un pallone ascendente a velocità costante di circa 5 metri al secondo. La ricezione del segnale a terra permette di registrare automaticamente i valori di pressione, temperatura e umidità alle diverse quote dal suolo sino a 30 km d'altezza. La direzione e l'intensità del vento si derivano dalla posizione istantanea della radiosonda, che è dotata di un sistema di radionavigazione GPS o Loran-C. Le Stazioni per le osservazioni in quota sono rappresentative di un'area circolare di circa 200-250 chilometri di raggio e le osservazioni vengono effettuate ogni 6 ore.

Per il telerilevamento da satellite l'Italia è tra i 18 Paesi che contribuiscono a EUMETSAT, l'organizzazione europea con sede a Darmstadt (Germania) costituita nel 1986, preposta al lancio e alla gestione dei satelliti meteorologici. Il Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare ha, presso il Centro Nazionale di Meteorologia e Climatologia Aeronautica, CNMCA di Pratica di Mare, il sistema Andromeda, per la ricezione e la elaborazione, in tempo reale, dei dati dei satelliti meteorologici europei, METEOSAT, e americani, NOAA. Il METEOSAT è un satellite geostazionario, con un'orbita equatoriale a circa 36.000 km dalla Terra. Poiché con esso si ha sempre sotto controllo la stessa porzione di Terra, tale satellite viene utilizzato prevalentemente per monitorare le condizioni meteorologiche nei canali del visibile, dell'infrarosso e del vapor d'acqua. Il TIROS della NOAA è invece un satellite polare che orbita alla quota di circa 850 chilometri. Esso viene utilizzato prevalentemente per l'estrazione di parametri quantitativi relativi alla struttura verticale dell'atmosfera.

Tabella 34 - Reti di monitoraggio meteo dell'Aeronautica Militare

MACROFUNZIONE	COMPONENTI DELLA CAPACITA'	ASSETTI	DESCRIZIONE QUANTITATIVA
OSSERVAZIONI METEOROLOGICHE CONVENZIONALI	Rete osservativa al suolo	Stazioni meteo su aeroporti militari presidiate	21
		Stazioni meteo isolate presidiate	43
	Rete osservativa in quota	Stazioni automatiche	5 (SWS, nuova generazione) 42 (DCP, vecchia generazione)
		Stazioni di radiosondaggio	6
OSSERVAZIONI METEOROLOGICHE TELERILEVATE	Rete per la rilevazione dell'attività elettrica in atmosfera	Sensori LAMPINET	15
	Osservazioni telerilevate dal suolo	Radar meteo	1
	Osservazioni telerilevate dallo spazio	Sistema centrale di ricezione ed elaborazione dati da satelliti meteorologici polari e geostazionari presso il CNMCA di Pratica di Mare (SISTEMA ANDROMDA)	2 antenne x ricezione da satellite primario DVB-S2 1 antenna su satellite secondario trasmissione DVB-S2 2 antenne x ricezione satelliti polari banda L e banda X/L 8 server per la funzione di post elaborazione
OSSERVAZIONI AMBIENTALI	Misura concentrazione CO2 e CH4	Sistema PICARRO G2301	1
	Misura Ozono colonnare	BREWER	2
		DOBSON	1
	Profili verticali dell'ozono	VAISALA	1
	Misura UV	LPUVA02	10
		LPUVB02	
	Misura intensità della radiazione solare	Piranometro	34
Misura della durata del soleggiamento	Eliofanografo	34	
Misura della torbidità atmosferica (aerosols)	PREDE POM01	4	

La consistenza della rete meteo di Aeronautica Militare è rappresentata geograficamente nell'immagine seguente.



Figura 59 - Rete Meteo AM

9.1.2.5 Rete Nivometrica Meteomont

RILIEVI METEOMONT REGISTRATI PRESSO LE STAZIONI MANUALI

Le Stazioni Meteoronivometriche manuali Tradizionali del Servizio Meteomont Carabinieri (SMT) sono costituite da campetti in quota delimitati da apposita segnaletica dove viene collocata la strumentazione (anemometro, termometro, nivometro ecc.). Il personale Meteomont qualificato "Osservatore" che si reca quotidianamente al campetto effettua le osservazioni relative alle condizioni meteo in atto e registra i dati seguenti:

- Direzione e intensità del vento;
- Temp. max e min. dell'aria;
- Altezza della neve;
- Neve caduta nelle ultime 24h;
- Temperatura della neve nei diversi strati;
- Peso specifico della neve.

Presso le stazioni manuali del circuito Meteomont si svolgono periodicamente anche prove penetrometriche e stratigrafiche del manto nevoso, nell'ambito delle quali sono rilevati anche i dati sulle resistenze, temperature e sul peso specifico per ogni strato del manto nevoso avente caratteristiche diverse in termini di durezza e di natura dei cristalli di neve.

I dati riportati in cartina sono sottoposti a processi di validazione e certificazione compatibili con l'uso al quale sono destinati (valutazione del pericolo valanghe).



Figura 60 - Localizzazione Stazioni Meteorologiche manuali Tradizionali del SMT

RETE DI RILEVAMENTO AUTOMATICA METEOMONT DELL'ARMA CARABINIERI

La rete di rilevamento automatica dell'Arma Carabinieri e del Comando Truppe Alpine è costituita da circa 100 stazioni automatiche ubicate alle quote e sui versanti più significativi dal punto di vista meteorologico, nivologico e valanghivo.

Le stazioni sono dotate di sensori per la misurazione della direzione ed intensità del vento, della temperatura dell'aria, dell'umidità relativa, della pressione barometrica, delle precipitazioni, dell'altezza della neve al suolo e del gradiente termico verticale del manto nevoso.



Figura 61 - Localizzazione Stazioni Meteorologiche automatiche

9.1.2.6 Rete Agrometeorologica Nazionale

La Rete Agrometeorologica Nazionale è costituita dalle centraline automatiche localizzate in zone a principale vocazione agricola.

Le grandezze agrometeorologiche rilevate dalle centraline RAN sono utilizzate per la ricostruzione degli eventi meteorologici (temperatura, precipitazione, umidità relativa, ecc.) e il monitoraggio della stagione agraria.

I dati rilevati sono acquisiti con cadenza oraria e sottoposti a sistematici controlli di correttezza e consistenza fisica e meteorologica prima di essere archiviati nella Banca Dati Agrometeorologica Nazionale del SIAN e utilizzati per il monitoraggio agrometeorologico.



Figura 62 - Rete agrometeo nazionale (Fonte: CREA)

9.1.3 Reti di osservazioni del suolo e dei movimenti franosi

9.1.3.1 Reti di Monitoraggio in tempo reale delle accelerazioni del suolo indotte da un sisma

L'Italia è una delle nazioni a più elevato rischio sismico del Mediterraneo a causa del contesto geodinamico in cui si trova. Il territorio italiano si estende, infatti, nella zona di convergenza tra la placca tettonica Euro-Asiatica e quella africana. Si comprende dunque facilmente come il Paese nel tempo si sia dotato di una fitta rete di strumenti atti alla registrazione delle onde sismiche generate da un terremoto e alla misurazione delle accelerazioni al suolo ad esso legate. Tra queste si distinguono per importanza quelle sviluppate dal Dipartimento della Protezione Civile e da alcuni Enti.

RETE ACCELEROMETRICA NAZIONALE - RAN

La RAN - Rete Accelerometrica Nazionale, è una rete di monitoraggio, gestita dal Dipartimento della Protezione Civile, che registra la risposta del territorio italiano al terremoto, in termini di accelerazioni del suolo.

I dati prodotti permettono di descrivere nel dettaglio lo scuotimento sismico nell'area dell'epicentro, consentono di stimare gli effetti attesi sulle costruzioni e sulle infrastrutture, sono utili per gli studi di sismologia e di ingegneria sismica e possono contribuire a definire l'azione sismica da applicare nei calcoli strutturali per la ricostruzione.

La Ran è distribuita sull'intero territorio nazionale, con maggiore densità nelle zone ad alta sismicità. La rete è gestita da personale specializzato del Servizio Rischio Sismico dell'Ufficio attività tecnico-scientifiche per la prevenzione e previsione dei rischi del Dipartimento della Protezione Civile.

La RAN attualmente è costituita da 647 postazioni digitali provviste di un accelerometro, un digitalizzatore, un modem/router con un'antenna per trasmettere i dati digitalizzati via GPRS ed un ricevitore GPS per associare al dato il tempo universale UTC e per misurare la latitudine e longitudine della postazione. Di queste 647 postazioni, 234 sono inserite all'interno di cabine di trasformazione elettrica di Enel Distribuzione e 413 sono posizionate su terreni di proprietà pubblica (dati aggiornati a febbraio 2022).

I dati affluiscono al server centrale della Ran nella sede del Dipartimento della Protezione Civile, dove vengono acquisiti ed elaborati in maniera automatica per ottenere una stima dei principali parametri descrittivi della scossa sismica.

Al database della Ran affluiscono in tempo quasi reale i dati provenienti da altre reti accelerometriche di proprietà pubblica, in base a intese programmatiche e a convenzioni. I parametri e le forme d'onda sono archiviati automaticamente nel database centrale e sono poi resi disponibili su questo sito: <http://ran.protezionecivile.it/>. I dati sono consultabili previa registrazione.



Figura 63 - Distribuzione delle stazioni permanenti della RAN sul territorio nazionale

RETE DELL'OSSERVATORIO SISMICO DELLE STRUTTURE (OSS)

L' Osservatorio Sismico delle Strutture è un sistema di monitoraggio stato realizzato dal DPC allo scopo di valutare il danno causato da un terremoto alle strutture monitorate, valutazione estendibile anche a strutture simili che ricadono nell'area colpita.

In caso di evento, il sistema di monitoraggio registra il movimento del terreno e quello della struttura monitorata, e invia i dati registrati al server centrale OSS di Roma. Il server, immediatamente dopo l'evento, elabora le misure in automatico e produce una scheda di sintesi dei principali parametri di risposta dinamica delle strutture interessate dal terremoto. Il report generato dalla elaborazione viene diffuso automaticamente al personale DPC e ai tecnici interessati. Le informazioni relative all'evento sismico e i relativi effetti sulle strutture interessate sono quindi pubblicate su un portale di condivisione online: <https://oss.protezionecivile.it/osspublic/#/>.

Le strutture dell'OSS vengono monitorate mediante accelerometri di tipo force balance, posizionati ai vari piani ed a terra; i sensori sono collegati via cavo o via wi-fi ad una centralina situata nell'edificio, collegata via Internet al server centrale di Roma. I sensori sono collegati via cavo ad una centralina sismica, connessa via ADSL con il server OSS di Roma.

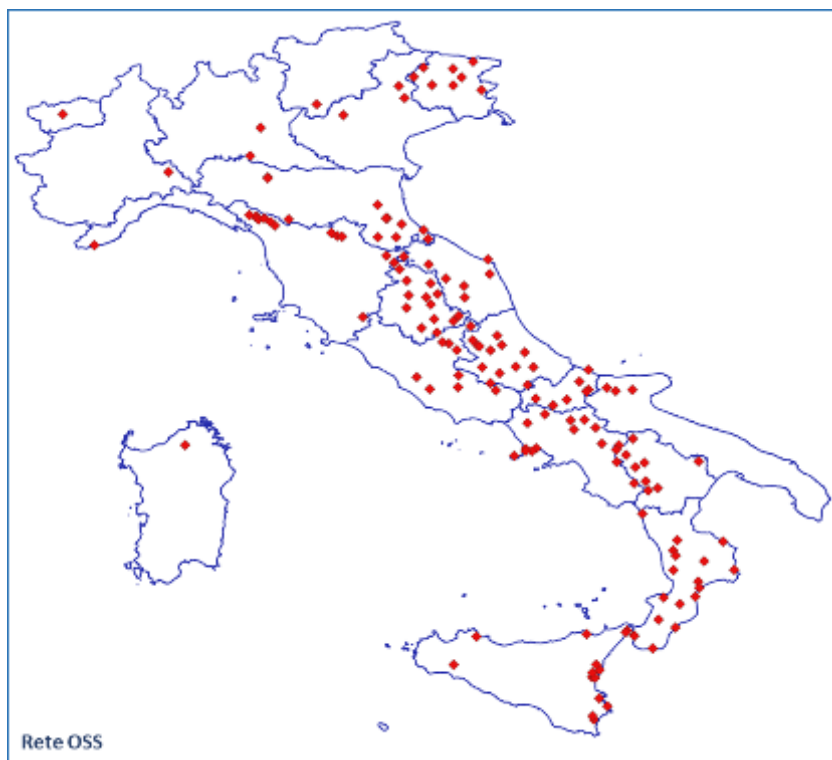


Figura 64 - Rete OSS

Allo stato attuale i sistemi di monitoraggio sismico dell’OSS sono installati in 70 scuole, 30 ospedali, 30 municipi, 13 edifici pubblici di altre tipologie, 7 ponti e 6 dighe, a cura e spese del DPC, che ne cura anche la gestione e manutenzione ad alta efficienza.

Gli Enti proprietari delle costruzioni assicurano l’alimentazione elettrica di pochi watt necessaria alla strumentazione.

Queste costruzioni si trovano in comuni classificati per lo più in zona sismica 1 (33%) e 2 (60%).

Il sistema “dettagliato” dell’OSS (tipologia largamente prevalente) comprende una media di 20 misure accelerometriche, ottenute posizionando in genere, in caso di pianta rettangolare, 2 accelerometri biassiali a piano in angoli opposti della pianta dell’edificio, più un triassiale a terra nel seminterrato od in pozzetto esterno.

Nel sistema di monitoraggio “semplificato”, presente in una trentina di siti OSS, ed impiegato anche per l’installazione provvisoria (caso della rete in emergenza od esercitazione: 4 sistemi del c.d. OSS Mobile) non è presente la centralina: ogni accelerometro è digitale e collegato agli altri: a) o in modalità wireless; b) o con cavi Ethernet. In questi sistemi in genere uno degli accelerometri funge da master (e concentra i dati ed enuclea ed invia gli accelerogrammi) e gli altri da slave.

RETI SISMICHE GESTITE DA ENTI-UNIVERSITÀ

Le seguenti reti contribuiscono alle localizzazioni epicentrali e ipocentrali dei sismi operate dall’INGV (Fonte: <http://terremoti.ingv.it/instruments>):

Tabella 35 - Localizzazioni epicentrali e ipocentrali dei sismi operate dall’INGV

Codice	Nome	Numero di stazioni
1J	FocusX temporary land-network	13
3A	Seismic Microzonation Network, 2016 Central Italy	50
3D	INGV temporary network for seismic monitoring of the island of Vulcano to increase volcanic activity (Sicily, Italy)	5
4A	Emersito Seismic Network for Site Effect Studies in L'Aquila town, Central Italy	12
4C	NERA-JRA1 Argostoli basin experiment, Greece	16

Codice	Nome	Numero di stazioni
5H	FURTHER seismic network	9
5J	The Sardinia Passive Array experiment	8
7C	Urban Seismic Network (RUSN-CAL-INGV)	5
7F	Snow Avalanche Seismic Monitoring around Sibilla Mount (Central Italy)	3
AC	Albanian Seismic Network	8
BA	Universita della Basilicata Seismic Network	1
CH	Switzerland Seismological Network	10
CR	Croatian Seismograph Network	5
FR	French Broadband and Accelerometric Seismological Network	4
GE	GEOFON Global Seismic Network	1
GU	Regional Seismic Network of North Western Italy	36
HL	National Observatory of Athens Seismic Network	2
IT	Italian Strong Motion Network	40
IV	Italian Seismic Network	615
IX	Irpinia Seismic Network, Italy	31
IY	Rete Universita Calabria	2
MN	Mediterranean Very Broadband Seismographic Network	37
NI	North-East Italy Broadband Network	14
OE	Austrian Seismic Network	2
OT	OTRIONS Local Seismic Network, Apulia, Italy	15
OX	North-East Italy Seismic Network	19
RD	CEA/DASE Seismic Network, France	2
RF	Friuli-Venezia Giulia Accelerometric Network, Italy	1
SI	Sudtirolo Network, Italy	7
SL	Slovenia Seismic Network	3
ST	Trentino Seismic Network, Italy	8
TV	INGV Experiments Network	67
VR	Virgo Interferometric Antenna for Gravitational Waves Detection	3
X3	INGV SISMO emergency seismic network for Salemi-Italy	4
XE	POLLINO - Near Fault Observatories	5
XK	Temporary network seismic in Central Calabria	2
XO	EMERSITO Seismic Network, 2016 Central Italy	40
Y1	XVII-INGV SISMO Emergency Seismic Network (ISESN) (XVII-ISESN)	8
YD	Seismic Emergency for Molise-Italy by Sismiko	5
Z3	AlpArray Seismic Network (AASN) temporary component	16
ZH	INGV SISMO Emergency Seismic Network	5

Codice	Nome	Numero di stazioni
ZM	Seismic Emergency for Ischia by Sismiko	6
ZO	Dynamic Planet Multiparametric Northern Italy Seismic Network	8

RETE ACCELEROMETRICA PERMANENTE - INGV

L'Unità Funzionale di Sismologia dell'INGV-OE dispone di una Rete Accelerometrica Permanente realizzata per l'acquisizione delle accelerazioni del moto del suolo rilevate in occasione di terremoti di energia medio-elevata. Si compone, attualmente, di 14 stazioni accelerometriche digitali installate presso siti in cui sono presenti anche stazioni velocimetriche appartenenti alla Rete Sismica Permanente (RSP) della Sicilia Orientale gestita dall'INGV- OE. Nel dettaglio, 5 stazioni sono posizionate nell'area del Monte Etna, presso i siti di Pozzillo e S. Venerina (settore Est), Nicolosi (settore Sud), Monte Conca (settore Nord) e di Biancavilla (settore Ovest) (Fig.2). Altre 3 stazioni sono posizionate presso le Isole Eolie, ovvero, sull'Isola di Vulcano, di Lipari e di Alicudi. Le rimanenti 6 stazioni accelerometriche sono ubicate nell'area della Sicilia Orientale (Novara di Sicilia e Castanea), nella Calabria Meridionale (Palizzi), e nell'Altipiano Ibleo (Sortino, Vizzini e Lentini).

Le singole stazioni sono equipaggiate con un accelerometro triassiale della Kinematics (Episensor Modello FBA ES-T), e da un convertitore analogico-digitale della Nanometrics (Trident con risoluzione a 24 bit). Le stazioni sono dotate di un sistema di trasmissione satellitare. La maggior parte delle stazioni accelerometriche (11), trasmettono i segnali in continuo presso il Centro di Acquisizione Dati di Catania. Le rimanenti 3 (Lentini, Castanea ed Alicudi) dispongono di un sistema di collegamento ad interrogazione del tipo on-demand. I dati oltre ad essere acquisiti con continuità presso i Sistemi di Acquisizione dell'INGV-OE, vengono anche condivisi con altre Sezioni INGV (Milano e Roma-Osservatorio Nazionale Terremoti).

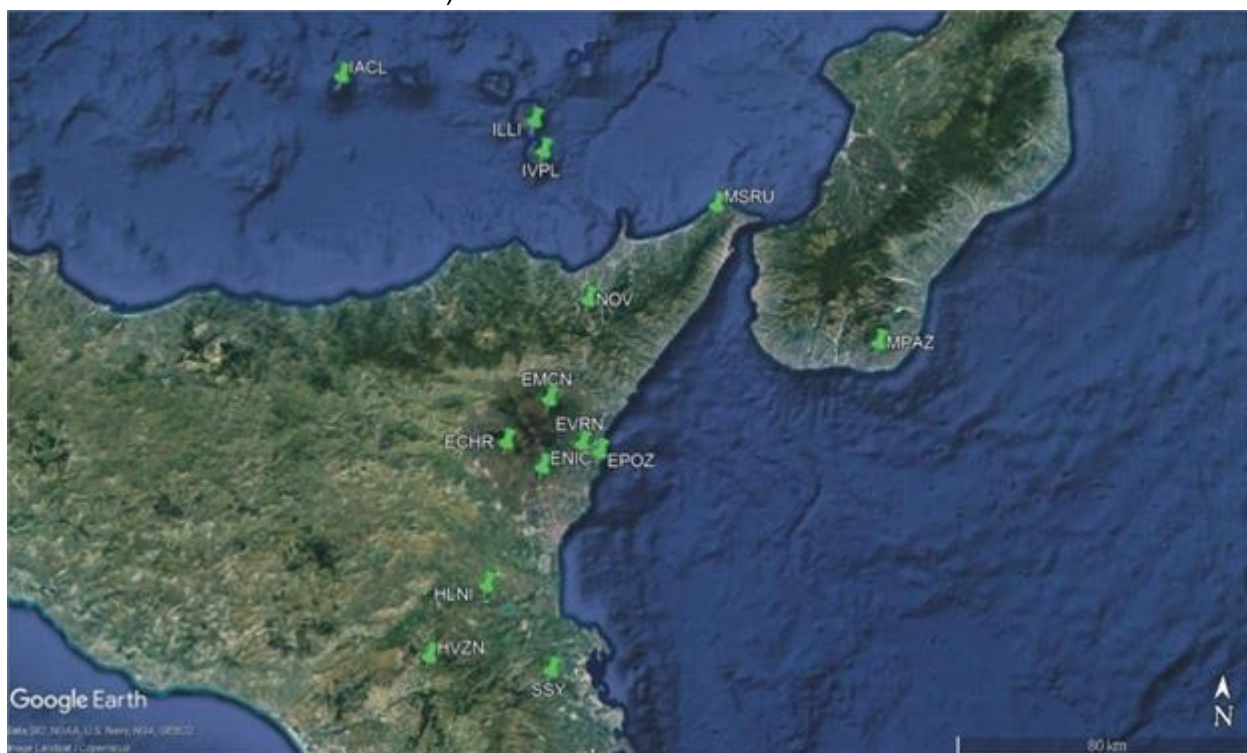


Figura 65 - Mappa della Rete Accelerometrica Permanente INGV-OE

RETE ACCELEROMETRICA DEL TRENTO

La rete accelerometrica del Trentino, gestita dal Servizio Geologico, è attualmente composta da dieci stazioni di rilevamento equipaggiate con sensori tridimensionali di tipo accelerometrico. Esse registrano e trasmettono il dato in tempo reale. A partire dal 2005 (fino al 2017 nel Trentino meridionale)

sono inoltre state installate alcune stazioni accelerometriche con registrazione in modalità “trigger”, cioè con acquisizione al superamento di una soglia prefissata, e trasmissione dati in differita.

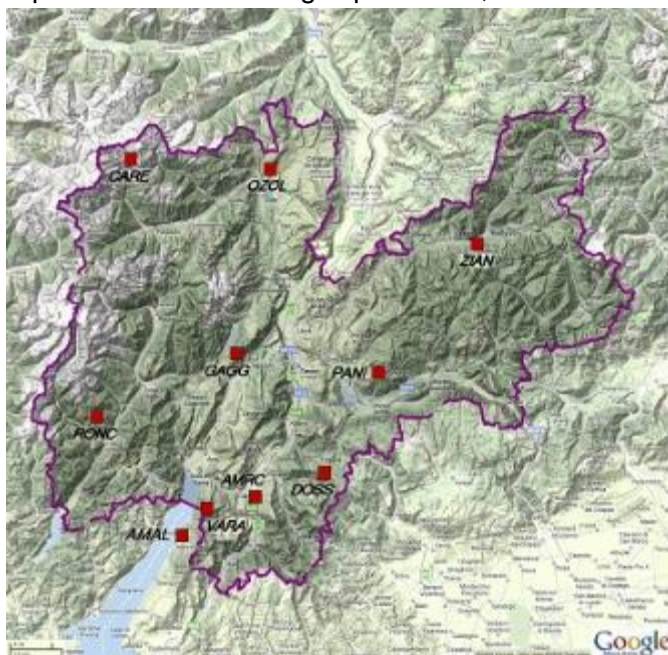


Figura 66 - Mappa della Rete Accelerometrica del Trentino

Scopo principale della rete accelerometrica è quello di registrare i livelli di scuotimento al suolo, espressi generalmente in termini di accelerazione, in occasione di terremoti locali o con epicentro in Italia settentrionale. Tali misurazioni permettono quindi di misurare il livello di accelerazione alla superficie a cui sono sottoposte le costruzioni e le infrastrutture del territorio.

Tab. 29. Tabella delle stazioni accelerometriche del Trentino aggiornata a febbraio 2018

ID Net	Sigla	Località	Lat N	Long E	Quota	Morfologia	Geologia	Categoria di sottosuolo*	Sensore	Acquisitore
ST	AMAL	Navene di Malcesine (VR)	45,7989	10,8399	131	Pendio	Calcarei	A	TitanSMA	TitanSMA
ST	AMRC	Marco	45,8515	11,0189	201	Pendio dolce	Calcarei	A	TitanSMA	TitanSMA
ST	CARE	Lago del Careser	46,4252	10,6945	2605	Pendio dolce	Miscascisti	A	Guralp CMG 5TD	Quanterra Q330S 6ch
ST	DOSS	Dosso del Sommo	45,8808	11,1884	1660	Cresta arrotondata	Calcarei	A	Episensor FBA ES-T	Quanterra Q330S 6ch
ST	GAGG	Gaggia	46,0835	10,9587	1617	Cresta arrotondata	Calcarei	A	Episensor FBA ES-T	Quanterra Q330S 6ch
ST	OZOL	Ozolo	46,4040	11,0518	1219	Pendio	Dolomie	A	Guralp CMG 5TD	Quanterra Q330S 6ch
ST	PANI	Panarotta	46,0501	11,3341	1983	Cresta	Miscascisti e Filladi	A	Guralp CMG 5TD	Quanterra Q330S 6ch
ST	RONC	Roncone	45,9802	10,6228	1913	Cresta	Calcarei	A	Guralp CMG 5TD	Quanterra Q330S 6ch
ST	VARA	Varagna	45,8260	10,8965	1735	Pendio	Calcarei	A	Episensor FBA ES-T	Quanterra Q330S 6ch
ST	ZIAN	Ziano	46,2764	11,5632	1154	Pendio	Ignimbriti riolitiche	A	Episensor FBA ES-T	Quanterra Q330S 6ch

9.1.3.2 Monitoraggio in situ dei movimenti franosi

Lo studio ed il monitoraggio in situ dei movimenti franosi sono attività fondamentali sia in una fase, che si potrebbe definire preliminare, di conoscenza e definizione delle caratteristiche del fenomeno

(tipologia di frana, caratterizzazione dei terreni coinvolti, velocità del movimento, ecc.) che precede la pianificazione degli interventi di consolidamento e, in una fase successiva, ne verifica l'efficienza. Le "Linee guida per il monitoraggio delle frane", pubblicate nel 2021 dal Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (SNPA), definiscono il monitoraggio in situ «uno strumento fondamentale per approfondire la conoscenza dei fenomeni franosi e valutare i trend deformativi in atto, supportare la progettazione delle opere di stabilizzazione e verificarne l'efficacia nel tempo, pianificare correttamente il territorio e attivare procedure di allertamento della popolazione per la salvaguardia delle vite umane. Il monitoraggio in situ può quindi rappresentare una misura "non strutturale" di mitigazione del rischio.



Figura 67 - Utilizzo del monitoraggio per la fase di studio e indagini e per la fase di esecuzione dell'intervento (<https://www.snpambiente.it/2021/09/21/linee-guida-per-il-monitoraggio-delle-frane>)

Gli obiettivi del monitoraggio in situ di un corpo di frana possono essere così sintetizzati:

1. caratterizzazione geometrica e geomorfologica del corpo di frana (riconoscimento della estensione, forma e volume, e definizione della tipologia e della o delle superfici di rottura);
2. valutazione delle pressioni interstiziali e loro variazione spazio-temporale;
3. definizione dei caratteri di attività del corpo di frana (grado, stile e distribuzione di attività);
4. misura e controllo degli spostamenti superficiali e interni all'ammasso dislocato;
5. individuazione delle correlazioni fra spostamenti misurati e principali cause di instabilità (piogge, sismi, azioni antropiche, ecc.);
6. individuazione e verifica di eventuali soglie di allarme ai fini della salvaguardia di persone e cose;
7. controllo dell'efficacia di interventi di consolidamento, sia in corso d'opera che successivamente alla loro realizzazione.

Nell'ambito del rischio meteo-idrogeologico e idraulico la Direttiva del 27 febbraio 2004 ha stabilito l'attivazione del Centro Funzionale Centrale, prevedendo gli "Indirizzi operativi per la gestione organizzativa e funzionale del sistema di allertamento nazionale, statale e regionale per il rischio idrogeologico ed idraulico ai fini di protezione civile". Questa struttura si trova a Roma, presso la sede operativa del Dipartimento della Protezione Civile. Quest'ultimo, unitamente ai Centri funzionali decentrati presso le Regioni e le Province autonome da lui coordinati, svolge attività di previsione, monitoraggio e sorveglianza in tempo reale di eventi meteo-idrogeologici e idraulici e dei loro effetti sul territorio. Ogni centro funzionale ha il compito di raccogliere e condividere con l'intera rete dei Centri una serie di dati ed informazioni provenienti da diverse piattaforme tecnologiche e da una fitta rete di sensori disposta sul territorio nazionale. In particolare, nell'ambito idrogeologico, vengono gestiti dati territoriali idrologici, geologici, geomorfologici e quelli derivanti dal sistema di monitoraggio delle frane. In questa attività, il Dipartimento della Protezione Civile è supportato per gli aspetti tecnico-scientifici e nella gestione di eventi calamitosi dai Centri di competenza, costituiti da amministrazioni statali, agenzie, istituti di ricerca, università e autorità di bacino.

L'ANAGRAFE NAZIONALE DEI SISTEMI DI MONITORAGGIO

Le frane censite nell'Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia – IFFI, realizzato dall'ISPRA e dalle Regioni e Province Autonome, sono oltre 620.000 e interessano un'area di quasi 24.000 km², pari al 7,9% del territorio nazionale.

I sistemi di monitoraggio geologico-geotecnico sono uno degli strumenti per il controllo delle frane, sia in termini di individuazione del dissesto che in relazione alla finalità del monitoraggio a fini di allertamento che, ancora, per studiare il comportamento dei diversi fenomeni franosi.

In generale, un sistema di monitoraggio è un sistema che permette l'acquisizione, ripetuta nel tempo, di un determinato parametro fisico con un livello di accuratezza e precisione. In un sistema di monitoraggio dei movimenti franosi i tipi di grandezze fisiche misurate possono essere:

- Movimenti superficiali
- Movimenti profondi
- Parametri riferibili alla presenza di acqua all'interno del pendio ed alle pressioni interstiziali
- Misure geofisiche
- Parametri meteorologici

I sistemi di monitoraggio sono molto differenziati anche in relazione alla frequenza di acquisizione ad essi associata; questo parametro mette in relazione il sistema di monitoraggio con la tipologia di frana da monitorare. Sulla base di questa caratteristica i sistemi di monitoraggio vengono comunemente divisi in:

- sistemi di monitoraggio a bassa frequenza: si tratta di sistemi di monitoraggio che hanno una bassa frequenza di acquisizione e lunghi tempi di processamento del dato. Tali sistemi vengono per lo più impiegati per analisi multi-temporali (frequenza di aggiornamento mensile/annuale)
- sistemi in near real time: sistemi di monitoraggio ad elevata frequenza di acquisizione e con tempi di processamento molto ridotti. In genera si considera tale un sistema che è in grado di produrre un risultato di monitoraggio in un tempo limitato e commisurato a quello impiegato dalla frana per avere un cambiamento significativo.
- sistemi in real time: sono sistemi con campionamento ad altissima frequenza in grado di identificare in maniera quasi istantanea eventuali cambiamenti dei parametri controllati. Si tratta di sistemi impiegati in casi estremi, per il controllo di fenomeni impulsivi ad alta velocità come crolli o colate detritiche. Si tratta di sistemi caratterizzati da tempi di reazione molto brevi in grado di attivare segnali di allarme o interdizione (sirene o semafori).

I sistemi in near real time e real time possono essere impiegati per funzioni di allertamento di protezione civile. In relazione a questi sistemi, un aspetto che risulta di particolare rilevanza ai fini della loro utilizzazione è la disponibilità di soggetti dotati delle competenze necessarie per interpretare i dati di monitoraggio.

Al fine di effettuare una ricognizione delle reti in situ attive o dismesse sul territorio nazionale, l'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale – ISPRA, uno dei principali Centri di competenza, nel 2021 ha ideato e implementato l'Anagrafe nazionale dei sistemi di monitoraggio. L'anagrafe ad

oggi è stata popolata per i sistemi di monitoraggio ubicati in Regione Piemonte, Lombardia, Liguria, Veneto, Valle d'Aosta, Friuli-Venezia Giulia, Umbria, Puglia, in Provincia Autonoma di Bolzano, per la frana di Ancona nelle Marche e per alcuni sistemi gestiti da ISPRA nelle Regioni Lazio, Molise, Basilicata e Calabria. È in corso il censimento dei sistemi di monitoraggio a cura della Regione Emilia-Romagna e Toscana.

L'anagrafe contiene complessivamente le informazioni su 1222 sistemi di monitoraggio (Tabella 1 e Figura P). Senza considerare i 360 sistemi in Emilia-Romagna, per cui è in corso il censimento delle informazioni, sono 487 (56% del totale) i sistemi attivi, 358 (42%) i sistemi dismessi e 17 (2%) quelli in corso di realizzazione in Puglia.

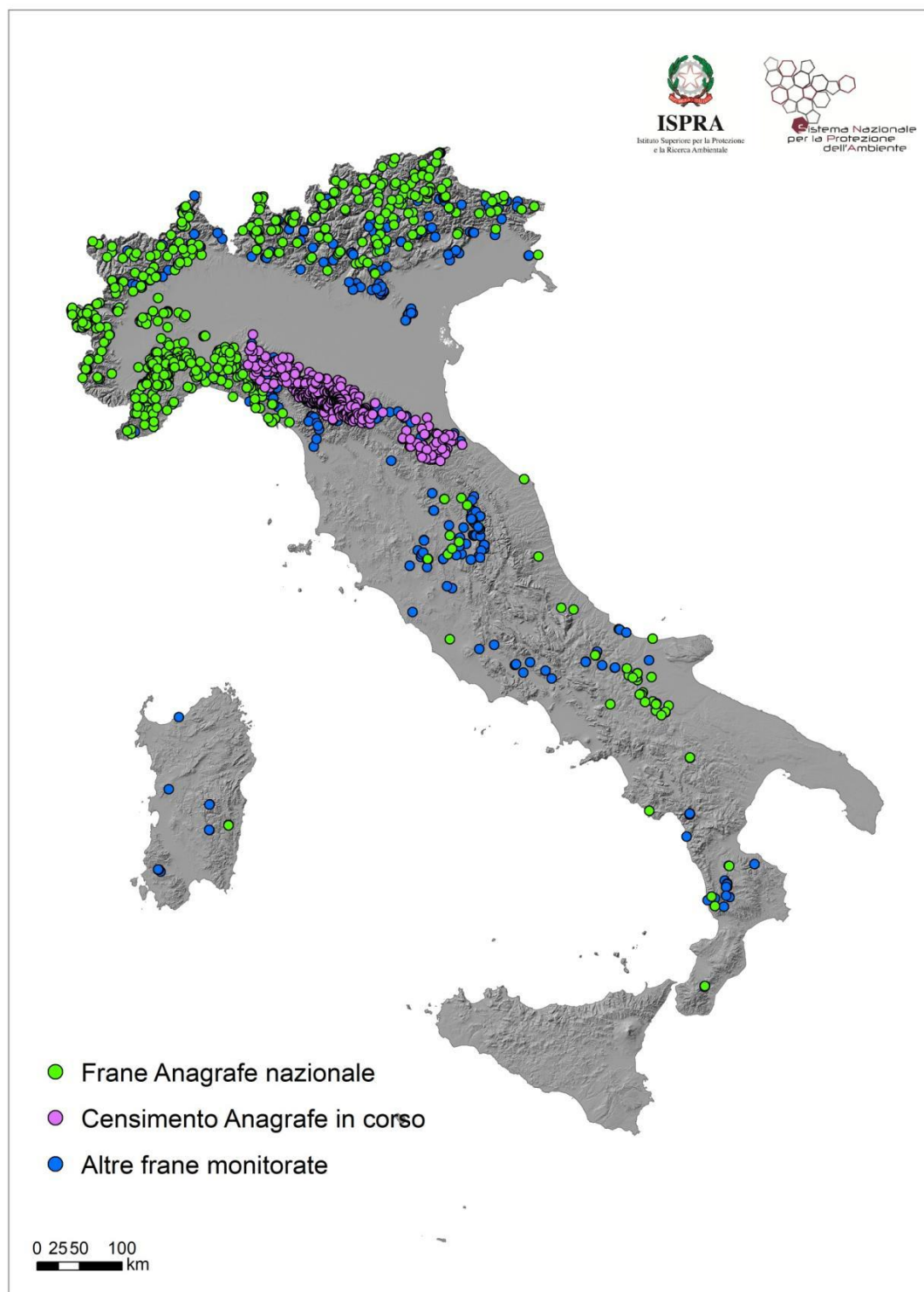


Figura 68 - Sistemi di monitoraggio censiti nell'Anagrafe nazionale (in verde), in corso di censimento (in rosa) e le altre frane monitorate (in blu) (Fonte: ISPRA)

I sistemi attualmente censiti nell'Anagrafe ISPRA sono così distribuiti (Fonte: ISPRA):

Tabella 36: distribuzione sistemi di monitoraggio in Anagrafe ISPRA

Regione	Numero di sistemi di monitoraggio in situ delle frane
Piemonte	385
Valle d'Aosta	13
Lombardia	77
Provincia Autonoma di Bolzano	130
Provincia Autonoma di Trento	67
Veneto	8
Friuli-Venezia Giulia	20
Liguria	69
Emilia-Romagna ³	360
Umbria	15
Marche ⁴	1
Lazio ⁵	1
Abruzzo	5
Molise ⁶	1
Campania	3
Puglia ⁷	60
Basilicata ⁸	1
Calabria ⁹	4
Sardegna	2
Totale	1.222

Tra i sistemi di monitoraggio riportati nella tabella precedente 678 hanno scopi conoscitivi (79%) e 184 rappresentano punti di osservazione dei movimenti franosi in real o near-real time.

Gli strumenti più utilizzati nei sistemi di monitoraggio sono gli inclinometri ed i piezometri; seguono la strumentazione topografica (stazione totale o strumentazione GNSS), i fessurimetri, la strumentazione meteopluviometrica (pluviometro, termometro, nivometro), gli estensimetri e i distometri.

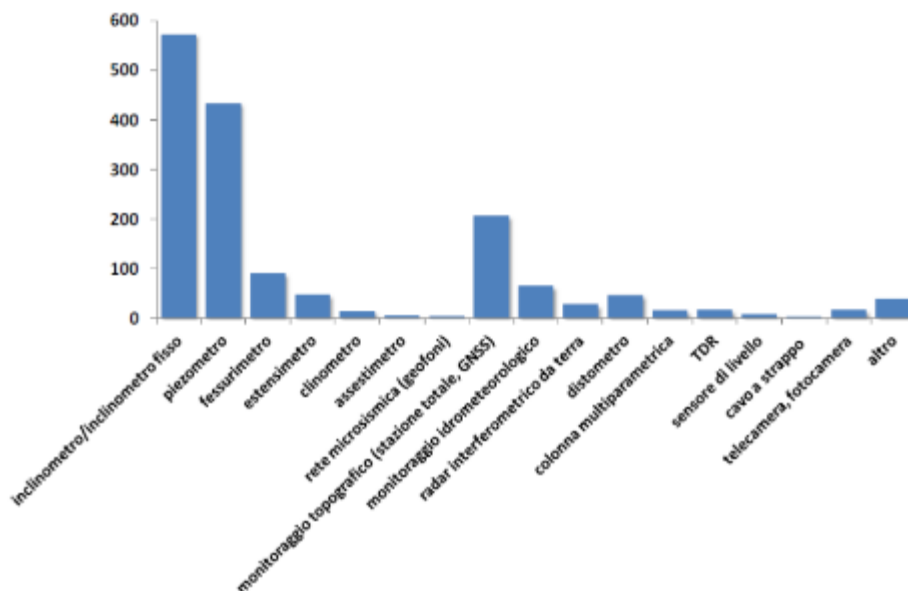


Figura 69 - Istogramma raffigurante la tipologia di strumentazione utilizzata nei sistemi di monitoraggio.

SISTEMI DI MONITORAGGIO IN SITU DEI MOVIMENTI FRANOSI E GESTORI

Il Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (SNPA) fornisce un importante contributo al monitoraggio in situ e controllo delle frane con il Centro Monitoraggio Geologico di ARPA Lombardia, la Rete Regionale di Controllo Movimenti Franosi (ReRCoMF) di ARPA Piemonte, la rete di monitoraggio dei versanti (Remover) di ARPA Liguria, le reti di monitoraggio delle colate detritiche gestite da ARPA Veneto e le reti gestite da ISPRA.

- Il Centro Monitoraggio Geologico gestisce le reti di monitoraggio e allertamento installate su 45 siti dell'area lombarda, elaborando i dati disponibili e segnalando eventuali situazioni di rischio agli organi preposti alla tutela dell'incolumità delle popolazioni. Per ottemperare ai compiti istituzionali, i tecnici del Centro garantiscono 365 gg/anno la verifica quotidiana del flusso dei dati e della loro significatività, effettuando analisi giornaliere corredate da appositi report per ogni singola area e ogni singolo strumento, sia presso il Centro, sia da remoto (nei giorni prefestivi e festivi). Un tecnico reperibile riceve l'avviso di sopraggiunte situazioni di criticità, che può analizzare da remoto con l'ausilio di appositi device. Qualora si manifesti il superamento di soglie prestabilite, viene attivato il presidio h24 della sala operativa del Centro. Per completare o integrare le informazioni fornite dalla strumentazione automatica installata sui dissesti è stata realizzata una fitta rete di strumentazione a rilevamento manuale. I tecnici del Centro effettuano campagne di misure specialistiche sulle frane, avvalendosi di strumentazione geotecnica (distometro a nastro, freatimetro, sonda inclinometrica, TDR) e geodetica (stazione topografica totale, acquisitore e antenna GPS). I dati rilevati vengono poi analizzati e validati. Nelle porzioni di frana più esposte, oppure per misure in parete, le rilevazioni vengono effettuate da Guide Alpine appositamente addestrate.

I dati raccolti dai sensori mediante stazioni di rilevamento vengono inviati via GPRS o con media di ridondanza (Radio o Satellitare) al server FTP di ARPA Lombardia ed acquisiti dal sistema REM (Reti Monitoraggio) che, mediante procedure automatiche, effettua il data processing e la verifica dell'eventuale superamento di valori soglia / scenari di criticità. Al superamento di determinati valori soglia il tecnico dapprima controlla la validità del dato, eventualmente anche mediante un sopralluogo in sito con l'effettuazione di misurazioni manuali. Se anche questa seconda verifica ha esito positivo il CMG effettua la segnalazione di superamento soglia alla Sala Operativa Regionale sulla base delle procedure operative concordate ed avvalendosi delle funzionalità applicative appositamente implementate nel REM (creazione report, generazione ed invio e-mail, ecc.) Fino al 2018 si sono registrate sulle frane 79 situazioni che hanno innescato il superamento di almeno una soglia di criticità (moderata o elevata), per le quali è stato necessario effettuare una serie di segnalazioni alla Sala Operativa di Protezione Civile della Regione Lombardia. Nel dettaglio sono state emesse un totale di 408 segnalazioni di criticità, suddivise in 161 comunicazioni

di superamento soglia di moderata criticità, 73 comunicazioni di superamento della soglia di elevata criticità e 174 comunicazioni di revoca e rientro allo stato di normalità. È stato inoltre necessario garantire il presidio continuativo della Sala Operativa del CMG per un totale di 183 giorni, 24 ore su 24.

I data file inviati dalle stazioni, con connettività primaria o di backup, confluiscono al server FTP di ARPA Lombardia. Tipicamente le stazioni a campo sono dotate di connettività primaria su rete dati cellulare e secondaria su ADSL satellitare. Ai fini del monitoraggio di funzionalità dei media trasmissivi, le stazioni inviano periodicamente un file di stato sia sul canale principale sia sul canale di riserva (indipendentemente dalla tipologia di connettività presente). I dati di alcune stazioni (es. sonde DMS) vengono pre-processati e convertiti in formato compatibile da parte di un sistema di supervisione e controllo dedicato.

- L'ARPA Piemonte gestisce la Rete ReRCoMF, che comprende sistemi di monitoraggio con finalità conoscitiva su 240 siti in frana distribuiti sul territorio regionale, che permettono di conoscere l'evoluzione nel tempo dei movimenti franosi.
- L'ARPA Liguria gestisce la rete di monitoraggio dei versanti Remover, costituita da strumentazione inclinometrica presente sul territorio regionale, per monitorare i fenomeni di instabilità di versante ai fini della programmazione e del controllo dell'efficacia degli interventi di difesa del suolo.
- La Protezione Civile della Provincia Autonoma di Trento monitora molti fenomeni franosi con l'ausilio di strumentazione dedicata alla rilevazione di dati utili allo studio e alla sorveglianza dei loro movimenti. Varie sono le tecniche utilizzate tra le quali: 1. monitoraggio topografico di precisione mediante l'uso di stazione ottica totale, livello e strumentazione GPS; 2. monitoraggio con strumentazione geotecnica di superficie (estensimetri e fessurimetri) predisposta anche per la trasmissione dei dati in continuo; 3. monitoraggio con strumentazione geotecnica in foro (inclinometri); 4. controllo e misurazione della falda nel sottosuolo (con piezometri); Sono state realizzate e sono periodicamente misurate diverse reti di monitoraggio geodetico topografico di alta precisione; 4. controllo e misurazione della falda nel sottosuolo (con piezometri).

Dal 1996 presso la sede del Servizio Geologico è in funzione una stazione GPS fissa di tipo geodetico e i dati rilevati vengono forniti all'Università degli Studi di Padova che, elaborandoli con quelli rilevati in altre parti della catena alpina (Torino, Graz, Grasse, Padova, Venezia, Genova, Bolzano, Matera, Villach, ecc.) e sempre in un contesto di riferimento europeo (EUREF), riesce a definire eventuali deformazioni crostali della catena stessa.

Il Servizio Geologico è inoltre dotato di altri ricevitori GPS con caratteristiche geodetiche che permettono il rilievo di precisione di alcuni movimenti franosi sul proprio territorio. Sono inoltre state attivate delle reti fisse di monitoraggio di precisione per misurare fenomeni attivi o ritenuti tali. Una rete è stata predisposta in corrispondenza delle strutture tettoniche legate ad un importante lineamento tettonico denominato Schio-Vicenza e altre stazioni di misura interessano il lineamento Insubrico. Attualmente quattro sono le frane oggetto di monitoraggio GPS e due di queste sono attrezzate con ricevitori fissi con trasmissione dei dati in continuo.

- Il Dipartimento della Protezione Civile si avvale dei diversi Centri di Competenza per acquisire i dati relativi al monitoraggio dei movimenti del terreno sia su area vasta in tempo differito che su specifiche aree di interesse quasi in tempo reale. Nel campo del monitoraggio in situ con sensori entrano in campo le reti di monitoraggio Regionali.

9.1.3.3 Rete Integrata Nazionale GPS (RING) di INGV

La Rete Integrata Nazionale GPS (RING) è una rete per il monitoraggio in continuo delle deformazioni del suolo attraverso reti di stazioni Global Navigation Satellite System (GNSS). Tale monitoraggio costituisce, infatti, uno dei principali compiti istituzionali dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia - INGV. La rete RING è attualmente costituita da 207 stazioni GNSS attive in Italia, Grecia e Malta. La rete è stata installata a partire dal 2004 per il monitoraggio delle deformazioni del suolo in aree non-vulcaniche. Alla RING, infatti, si associano reti GNSS più dense per il monitoraggio dei vulcani attivi.



Figura 70 - Figura 42 Ubicazione delle stazioni della rete RING

La RING è gestita da personale afferente a diverse sezioni, ed in particolare all'Osservatorio Nazionale Terremoti (ONT), la Sezione di Bologna, l'Osservatorio Etno (OE) e l'Osservatorio Vesuviano (OV). In particolare, la manutenzione e gestione della RING è coordinata dall'Osservatorio Geodetico e Sismico di Grottaminarda che si avvale dei contributi delle sedi di Roma e di Bologna per il Centro e Nord Italia e della sede di Ancona per l'area umbro-marchigiana, dall'OV e dall'OE, invece, per le stazioni GPS rispettivamente della Sicilia e dell'area campana. L'installazione di stazioni RING in Grecia e Malta è il frutto di collaborazioni scientifiche rispettivamente con il National Observatory of Athens e l'University of Malta.

La quasi totalità dei sensori GNSS installati trasmettono i dati, sia in tempo reale che in quasi real time, presso le sedi di Roma, Grottaminarda e Ancona. Il sistema di trasmissione si avvale prevalentemente di vettori satellitari (TCP/IP, UDP, VSAT, Broadsat) e collegamenti Internet o intranet, cablati o wireless (Wi-Fi e GPRS/UMTS). Il controllo di qualità e l'archiviazione del dato GPS e delle informazioni ad esso relative viene effettuato nella banca dati RING che è una infrastruttura tecnologica avanzata e finalizzata alla completa gestione e condivisione dei dati e del relativo contenuto informativo. I dati GPS delle stazioni RING sono elaborati, assieme ai dati delle altre reti operative sul territorio nazionale, da tre Centri di Analisi organizzati per garantire il processamento secondo gli standard internazionali definiti dall'International GNSS Service (IGS) e tempi di latenza contenuti, compatibilmente con la disponibilità dei prodotti IGS richiesti dai software di elaborazione e dei dati giornalieri.

9.1.4 Altre reti di monitoraggio locali

9.1.4.1 Rete PHUSICOS di ADB Appennino Settentrionale

Il sistema è composto da 6 stazioni di monitoraggio autonome (4 operativa 2 da installare), ciascuna in grado di trasmettere ed archiviare i dati in un database in cloud, oltre che a storicizzarli in locale su apposita scheda di memoria SD come backup in caso di mancanza di connettività. La connessione al database e l'accesso ai dati sono effettuati in modo sicuro e controllato mediante l'utilizzo del sistema IoT Hub di Microsoft Azure.

Le stazioni sono dotate di pannelli solari per la completa autosufficienza energetica e sono equipaggiate con sonde e strumentazione per la misurazione dei parametri necessari. Ogni stazione è gestita da un microcontrollore programmabile in Python che garantisce la possibilità di adattare e scalare il sistema alle varie necessità, provvede alla comunicazione con le sonde ed all'interfaccia con il modem ed i sistemi cloud.

I dati monitorati potranno essere visualizzati, condivisi e scaricati in locale dagli utenti abilitati attraverso il sistema di dashboarding PowerBi di Microsoft, utilizzando un qualsiasi browser e/o smartphone mediante le apposite app disponibili per Android e IOS. I dati, a discrezione dell'utente amministratore, potranno essere condivisi con altri utenti in modo controllato. La soluzione è pertanto scalabile all'aumentare e al diminuire degli utenti, è sufficiente aggiungere o togliere sottoscrizioni al servizio PowerBi di Microsoft. La soluzione adottata consente di poter scalare/aggiornare l'intero sistema a semplicemente aggiungendo o modificando le stazioni di monitoraggio ed ha il vantaggio di non richiedere nessuna aggiunta e modifica all'infrastruttura HW e SW.

NB: Nel nuovo progetto era prevista l'estensione della rete che i dati di tutte le stazioni fossero pubblicate attraverso Portal, lavoro questo che avrebbe dovuto essere commissionato a SISTER.

Questo progetto, ad oggi non è stato finanziato.

Descrizione tecnica

Il sistema di monitoraggio è costituito dai seguenti elementi:

1. Centralina di raccolta dati (una per ciascun punto di raccolta dati necessario)
2. Servizio di raccolta e memorizzazione dati in cloud Microsoft Azure, utilizzando IoT Hub e MS SQL server
3. Sistema di dashboarding e condivisione dei dati rilevati utilizzando il sistema Microsoft PowerBi: Il sistema di dashboarding consente agli utenti abilitati di accedere alla visualizzazione dei dati o al loro eventuale download per un uso locale, accedendo con un qualunque browser da PC oppure da smartphone con le apposite app disponibili sia per IOS che per Android.

Le centraline di raccolta dati sono costituite da:

- una unità di elaborazione programmabile in Python che si occupa dell'acquisizione dei dati dai sensori e della loro trasmissione all'IoT HUB Azure mediante modem 3G/4G;
- un sistema di alimentazione fotovoltaico comprensivo di pannelli, batteria e charger per garantirne il funzionamento anche in assenza di alimentazione elettrica esterna;
- sensori per il monitoraggio dei parametri chimico fisici stabiliti quali (stazioni monitoraggio):
 - Livello
 - Temperatura
 - Conducibilità
 - pH
 - Potenziale di ossido riduzione (Redox)
 - Ossigeno disciolto
 - TDS (solidi disciolti totali)
 - Torbidità
 - Nitrati (NO₃-)
 - Ammonio (NH₄+
 - Cloruri (Cl-)
 - Portata (mediante misura con sistema radar del livello e della velocità superficiale dell'acqua)
 - Sensore radar – doppler per la misura della quantità di pioggia (da montare su apposita centralina dedicata) o sensore monitoraggio precipitazioni atmosferiche basato su radar doppler (stazione pluviometrica).

9.1.4.2 Sistema di monitoraggio di ADB Alpi Orientali

L'Autorità di bacino distrettuale delle Alpi Orientali (DAO) gestisce una propria rete di misura in telecontrollo per il monitoraggio ambientale, che integra le reti di monitoraggio regionale esistenti nel territorio del Distretto. La rete DAO si compone delle seguenti componenti:

- 1 centrale di controllo, installata presso la sede di TN dell'Autorità di bacino, per l'acquisizione e l'elaborazione dei dati misurati delle stazioni, per la gestione remota delle stesse e dei sistemi di telecomunicazione;
- 33 stazioni in telecontrollo:
 - 14 stazioni per il monitoraggio idrometrico nella UoM Brenta-Bacchiglione (di cui 1 anche per il monitoraggio delle portate)

- 8 stazioni per il monitoraggio meteorologico nella UoM Brenta-Bacchiglione
- 5 stazione per il monitoraggio idrometrico nella UoM Piave (di cui 2 anche per il monitoraggio delle portate)
- 2 stazioni per il monitoraggio idrometrico nella UoM Lemene
- 4 stazione per il monitoraggio idrometrico nella UoM Tagliamento (di cui 3 anche per il monitoraggio delle portate)
- 87 aste graduate
 - 72 aste idrometriche nella UoM Brenta-Bacchiglione
 - 6 aste nivometriche nella UoM Brenta-Bacchiglione
 - 4 aste idrometriche nella UoM Tagliamento
 - 5 aste idrometriche nella UoM Piave

Le stazioni sono dotate di un'unità di acquisizione (con microprocessore multitasking) in grado di garantire un funzionamento in continuo h24. La frequenza di acquisizione dei dati è di 15 minuti su chiamata automatica da parte della centrale. È possibile in ogni caso interrogare le singole stazioni dal centro di controllo in qualsiasi istante. L'unità di acquisizione è in grado di gestire contemporaneamente più apparecchiature di comunicazione, fra cui un dispositivo idoneo per la comunicazione 4G e uno satellitare, ed è predisposta per l'integrazione di moduli radio in banda UHF.

Il sistema di alimentazione di ogni stazione è del tipo a celle solari con batteria tampone. Il sistema è dimensionato in modo da garantire il funzionamento della stazione periferica per almeno 20 giorni con 96 chiamate giornaliere (in assenza totale di insolazione o alimentazione da rete elettrica).

Ciascuna stazione è dotata di modulo di comunicazione basato sulla connettività 4G. Il modulo provvede a connettersi autonomamente alla rete 4G e a comunicare tramite socket con il centro di controllo, trasmettendo i dati archiviati in stazione. Ogni stazione è dotata di un sistema di back-up satellitare della trasmissione dei dati. Il datalogger, attraverso procedure software automatiche, in caso di assenza/errore nella trasmissione dei dati via GSM/GPRS/UMTS/4G, invia i dati tramite connessione satellitare bidirezionale.

I modem 4G e satellitari per il loro funzionamento necessitano di apposite schede SIM per la connessione che viene fornita da un provider in servizio nell'area di installazione della stazione.

Le stazioni montano le seguenti tipologie di sensori:

- Sensore idrometrico Radar LPR: corpo in resina; grado di protezione IP67; risoluzione 1 mm; precisione ± 2 mm; range di misura [0.5, 35] m; angolo fascio antenna minore 12°; intervallo di operatività [-40, +60] °C e [0, 100] % U.R.; tempo misura massimo 10 s; collegamento con datalogger RS-485 con protocollo SDI-12 o 4-20 mA;
- Idrometro a pressione PLM20: risoluzione 0.002% FS; precisione $\pm 0.1\%$ FS; range di misura [0, 30] m (estendibile in caso di necessità); intervallo di operatività [-30, +80] °C; stabilità di lungo termine standard $\pm 0.1\%$ FS per l'applicazione;
- Profilatore di velocità orizzontale ADCP SonTek SL500 per misurare tramite effetto doppler la velocità dell'acqua con 2 fasci ultrasonici a frequenza nota e il livello dell'acqua tramite un terzo fascio. La differenza di frequenza rispetto ai segnali di ritorno è proporzionale alla velocità delle particelle solide in sospensione nella zona di riflessione, assunta equivalente a quella dell'acqua e convertita in velocità media. Caratteristiche principali del sensore: profilatura della velocità fino a 10 celle con misura indipendente; sensore di temperatura integrato, tilt sensor per il corretto posizionamento in tempo reale, sensore di pressione; range di misura della velocità ± 6 m/s; risoluzione 0.1 cm/s e accuratezza ± 0.005 m/s ($\pm 1\%$ misura); classe di protezione IP68; intervallo di operatività [- 5, +60] °C; range di campionamento orizzontale [1.5, 120] m.
- Sensore RADAR per la misura della velocità superficiale RVM20 che misura la velocità superficiale del fluido in movimento sulla base dell'effetto Doppler. Caratteristiche principali del sensore: corpo in alluminio; grado di protezione IP67; range di velocità $\pm 0.3 - 15$ m/s; risoluzione 1 mm/s; precisione ± 0.02 m/s ($\pm 1\%$ misura); distanza operativa [0.5, 130] m; altezza minima del disturbo superficiale 3 mm; apertura radar 12°; intervallo di operatività [- 35, +60] °C; frequenza radar 24 GHz; compensazione automatica dell'angolo di inclinazione $\pm 1^\circ$ accuratezza e $\pm 0.1^\circ$ risoluzione.
- Sensore Pluviometrico di tipo a bascula con riscaldatore. Ad ogni ribaltamento della bascula corrisponde ad un quantitativo di pioggia caduta pari a 0,2 mm. Il sensore è dotato di capacità di

elaborazione interna, basata su microprocessore dedicato, in grado di attuare la correzione delle misure sugli impulsi acquisiti, in funzione della diversa intensità di pioggia caduta. Il sensore fornisce sia la misura della quantità (mm) di pioggia caduta cumulata che l'intensità di pioggia (mm/h), imbuto di sezione 200 cm²; logica integrata per la correzione della misura; campo di misura intensità di pioggia [0, 500] mm/h; risoluzione pioggia corretta 0,1 mm; risoluzione intensità 0,1 mm/h; risoluzione temporale minima 1 min; intervallo di operatività temperatura [-10, +60] °C; accuratezza migliore del 3% certificata Classe A norma UNI 11452:2012.

- Termoisigrometro THS: termometro PT100, classe 1/3 norma DIN 43760, e un igrometro a polimero dielettrico. Caratteristiche tecniche termometro: campo di misura [-50, +60] °C; risoluzione ≤ 0,1°C; precisione ≤ 0,2°C. Caratteristiche tecniche igrometro: campo di misura [0, 100] % U.R.; risoluzione 0,0015 % U.R.; precisione 1.5% U.R. (a 23°C).

Sono in corso di elaborazione scale di deflusso su 10 stazioni idrometriche fra quelle sopra descritte, attraverso l'esecuzione di campagne di misura a campo della portata (3 su Brenta, 4 Tagliamento, 5 su Piave).

Le aste graduate sono in acciaio inox così da non risentire di problemi di corrosione e sono installate e progettate in modo tale da rendere possibile la lettura del livello idrometrico da terra, anche durante eventi di piena notevole entità (risoluzione ±2 cm). In corrispondenza di ogni asta idrometrica è installato un pannello informativo che informa i cittadini della possibilità, attraverso un QR code che rimanda ad un'interfaccia web appositamente sviluppata, di comunicare il livello idrometrico letto dall'asta.

I costi di manutenzione ammontano a 4.250 €/anno per ogni stazione.

10 10. DATI SATELLITARI

Il dato satellitare è diventato una sorgente di informazione importantissima e lo sviluppo della ricerca nelle tecniche e nelle strumentazioni di osservazione della Terra da spazio ha reso disponibili innumerevoli tipologie di dati a disposizione. Il dato satellitare è di primaria importanza perché permette di ottenere delle informazioni continue su aree estese, contrariamente a quanto accade con misurazioni in situ. Inoltre, omogeneizza la disponibilità di informazioni su tutto il globo, anche nelle aree in cui non è possibile ottenere misurazioni in situ. Le informazioni provenienti da satellite svolgono un ruolo principale nel monitoraggio ambientale, sia superficiale che atmosferico. Essi rappresentano una fondamentale sorgente di informazione per diversi ambiti. Ad esempio, essi permettono di migliorare l'osservazione delle variabili atmosferiche per ottenere una migliore rappresentazione dello stato iniziale dell'atmosfera. Sono presenti molti sensori che forniscono anche informazioni sulla qualità dell'aria, svolgendo un ruolo fondamentale nel monitoraggio e nella previsione dell'inquinamento atmosferico. Il dato satellitare fornisce anche moltissime informazioni sulla superficie terrestre, in termini di movimenti del suolo, coperture ed uso del suolo. Quindi hanno anche un ruolo fondamentale nell'agricoltura di precisione, fornendo, con buona risoluzione spaziale e temporale, diverse informazioni sulla salute e sull'accrescimento delle colture. Prima di riportare una panoramica generale delle diverse missioni spaziali, vengono introdotti gli asset principali a disposizione degli utenti nazionali, in particolare il programma Copernicus dell'Unione Europea e le missioni OT dell'Agenzia Spaziale Italiana.

10.1 Il programma Copernicus

Copernicus è il programma di osservazione della Terra dell'Unione europea, dedicato a monitorare il nostro pianeta e il suo ambiente a beneficio di tutti i cittadini europei. Il programma utilizza enormi quantità di dati globali provenienti dai satelliti e da sistemi di misurazione terrestri, aerei e marittimi per fornire informazioni che aiutino i prestatori di servizi, le autorità pubbliche e altre organizzazioni internazionali a migliorare la qualità della vita dei cittadini europei. I servizi di informazione forniti sono accessibili agli utenti del programma in modo libero e gratuito. Copernicus è servito da una serie di satelliti dedicati (le famiglie Sentinel i cui dettagli si trovano alle voci relative nelle tabelle riportate in seguito). I satelliti Sentinel sono stati specificamente progettati per soddisfare le esigenze dei servizi di Copernicus e dei loro utenti. Il lancio di Sentinel-1A nel 2014 da parte dell'Unione europea ha segnato l'avvio di un processo che prevede la messa in orbita di una costellazione di quasi 20 ulteriori satelliti entro il 2030. Analizzandoli ed elaborandoli, i servizi Copernicus trasformano questa ricchezza di dati raccolti da satelliti e in situ in informazioni a valore aggiunto. Le serie di dati acquisiti nel corso

di anni e decenni sono indicizzate e rese comparabili garantendo così il monitoraggio dei cambiamenti; i modelli strutturali sono esaminati e utilizzati per aumentare la capacità di previsione, ad esempio, nell'analisi degli oceani e dell'atmosfera. Dalle immagini satellitari sono create mappe, individuate caratteristiche ed anomalie ed estrapolate informazioni statistiche. Queste attività a valore aggiunto sono poi organizzate in sei servizi Copernicus: Atmosfera, Ambiente Marino, Territorio, Cambiamenti Climatici, Sicurezza, Emergenze. (<https://www.copernicus.eu/it/servizi>). Per quanto riguarda in particolare i servizi in ambito atmosferico, va infine segnalato lo stretto legame tra Copernicus e la serie di satelliti per osservazioni meteorologiche gestite da EUMETSAT.

10.2 Missioni OT Agenzia Spaziale Italiana

L'Italia è sempre stata una delle principali nazioni in campo spaziale e in particolare con riferimento alle missioni di Osservazione della Terra. Ne è prova il fatto che sono italiane due delle missioni satellitari più tecnologicamente avanzate di cui viene data una breve descrizione.

10.2.1 Cosmo – SkyMed

Sviluppato dall'Agenzia Spaziale Italiana in cooperazione con il Ministero della Difesa, COSMO SkyMed si basa su una costellazione di satelliti identici, dotati di radar ad apertura sintetica (SAR) che lavorano in banda X (in grado quindi di vedere attraverso le nuvole e in assenza di luce solare). Il sistema è in grado di effettuare fino a 450 riprese al giorno della superficie terrestre, pari a 1.800 immagini radar, ogni 24 ore. Il vero punto di forza di COSMO-SkyMed è la straordinaria flessibilità di utilizzo. L'acquisizione del radar può operare in modalità spotlight (concentrandosi su un'area di pochi km quadrati, e osservandola con risoluzione fino al singolo metro), stripmap (osservando una striscia continua di superficie terrestre) o scanSAR (coprendo una regione di 200 km di lato). Brevissimi sono anche i tempi di risposta, cioè il tempo necessario per configurare la costellazione in modo da ottenere immagini dell'area desiderata: da 72 ore quando si opera in condizioni di routine, fino a meno di 18 ore in condizioni di emergenza. Altro punto di forza è il breve tempo di rivista (l'intervallo tra due passaggi sullo stesso punto), inferiore alle 12 ore, che consente di monitorare costantemente l'evoluzione della situazione in una particolare area. Di recente l'Agenzia ha comunicato la produzione dei dati CSG (Cosmo Second Generation). L'operatività dei satelliti di seconda generazione consentirà di assicurare la piena continuità operativa dell'intera missione COSMO-SkyMed, andando a sostituire gradualmente i satelliti di prima generazione messi in orbita 15 anni fa. Un passo che ha permesso un notevole incremento delle capacità complessive.

10.2.2 Prisma

PRISMA (PRecursorre IperSpettrale della Missione Applicativa), è un sistema di osservazione della Terra all'avanguardia che integra un sensore iperspettrale con una macchina fotografica media risoluzione sensibile a tutti i colori (pancromatica). Grazie all'elevato numero di bande e all'altissima risoluzione spettrale il satellite è in grado di acquisire significative informazioni sulla composizione chimico-fisica della superficie terrestre. Inoltre PRISMA è caratterizzato da una risoluzione spaziale che permette applicazioni anche alla scala urbana. PRISMA è stato lanciato il 22 marzo 2019.

Prima di entrare nel dettaglio specifico delle missioni si vuole qui inoltre menzionare il progetto italiano IRIDE, una costellazione satellitare che diventerà il più importante programma spaziale satellitare europeo di Osservazione della Terra a bassa quota, realizzata in Italia e completata entro cinque anni con il supporto dell'ESA – European Space Agency e dell'Agenzia Spaziale Italiana grazie alle risorse del Pnrr. La costellazione supporterà anche la Protezione Civile e altre Amministrazioni per contrastare il dissesto idrogeologico e gli incendi, tutelare le coste, monitorare le infrastrutture critiche, la qualità dell'aria e le condizioni meteorologiche. Fornirà, infine, dati analitici per lo sviluppo di applicazioni commerciali da parte di startup, piccole e medie imprese e industrie di settore.

10.3 Report Missioni Spaziali

Data la molteplicità delle missioni spaziali esistenti, di seguito verranno riportate le principali missioni, descrivendo il relativo dato messo a disposizione. La tabella 1.3.1 riporta le principali missioni, facendo particolare riferimento all'agenzia responsabile della missione e alla disponibilità del dato (se pubblico o commerciale).

Tabella 37 - Elenco delle principali missioni spaziali con relativa agenzia di riferimento e disponibilità del dato

MISSIONE	AGENZIA	DATA DI LANCIO	NAZIONE/REGIONE	PUBBLICO / COMMERCIALE
ALOS-2	JAXA (Japanese Aerospace Exploration Agency)	24 maggio 2014	Giappone	Commerciale
BlackSky Constellation	BlackSky Global	26 settembre 2016	USA	Commerciale
COSMO (Constellation of Small Satellites for Mediterranean basin Observation) - SkyMed - Second Generation	ASI	18 dicembre 2019	Italia	Commerciale
Deimos-2/GEOSAT-2	Elecnor-Deimos/GEOSAT	16 settembre 2014	Spain	Commerciale
DEGIS	Teledyne Brown Engineering (TBE) e German Aerospace Center (DLR)	29 giugno 2018	USA e Germania	Commerciale
DMC constellation	DMC International Imaging, SSTL, UKSA	28 novembre 2002	UK	Commerciale
ECOSystem Spaceborne Thermal Radiometer Experiment on Space Station (ECOSTRESS)	JPL NASA	29 giugno 2018	USA	Pubblico
EnMAP	DLR	1° aprile 2022	Germania	Pubblico
Formosat-5	NSPO	24 agosto 2017	Taiwan	Commerciale
Gaofen-1	CNSA (China National Space Administration)	26 aprile 2013	Cina	Commerciale
Gaofen-12	CNSA (China National Space Administration)	27 novembre 2019	Cina	Commerciale
Gaofen-2	CNSA (China National Space Administration)	19 agosto 2014	Cina	Commerciale

Gaofen-3	CNSA (China National Space Administration)	9 agosto 2016	Cina	Commerciale
Gaofen-5	CNSA (China National Space Administration)	8 maggio 2018	Cina	Commerciale
GCOM	JAXA	18 maggio 2012	Japan	Pubblico
GEMS (Geo-KOMPSAT-2)	BATC, NIER, KIOST, Harris, KMA, KARI	4 dicembre 2018	Korea	Pubblico
GeoEye-1	DigitalGlobe	6 settembre 2008	USA	Commerciale
GHGSAT	GHGSAT	22 giugno 2016	Canada	Commerciale
HIMAWARI	JMA (Japanese Meteorological Agency)	7 ottobre 2014	Giappone	Pubblico
Jilin-1 GXA (Guangxe-A — Optical-A)	Chang Guang Satellite Technology Co. Ltd (CGSTL)	7 ottobre 2015	Cina	Commerciale
Landsat-9	USGS/NASA	27 settembre 2021	USA	Pubblico
Meteosat 1st Gen (MFG)	EUMETSAT/ESA	23 novembre 1977	Europa	Pubblico
Meteosat 2nd Gen (MSG)	EUMETSAT/ESA	28 agosto 2002	Europa	Pubblico
Meteosat 3rd Gen (MTG)	EUMETSAT/ESA	13 dicembre 2022	Europa	Pubblico
Modis (Satelliti Terra e Aqua)	Aqua: NASA / JAXA / INPE, Terra: NASA / METI / CSA	Terra: 18 settembre 1999, Aqua: 4 maggio 2002	Terra: USA, Japan and Canada. Aqua: USA, Japan and Brazil	Pubblico
OMI (Satellite Aura)	UKSA, NSO, FMI, NIVR, NASA	15 luglio 2004	USA	Pubblico
PAZ	Hispasat	22 febbraio 2018	Spagna	Commerciale
PlanetScope	Planet	21 novembre 2013	USA	Commerciale
Pléiades	CNES	17 dicembre 2011	Francia	Commerciale

Pleiades Neo	Airbus	28 aprile 2021		Commerciale
PRISMA	ASI	22 marzo 2019	Italia	Pubblico
RADARSAT Constellation mission	Canadian Space Agency (CSA) e MacDonald Dettwiler Associates Ltd. (MDA)	12 giugno 2019	Canada	Commerciale
RADARSAT-2	Canadian Space Agency (CSA) e MacDonald Dettwiler Associates Ltd. (MDA)	14 dicembre 2007	Canada	Commerciale
SAOCOM (Satélite Argentino de Observación CO n Microondas)	Argentinian Space Agency CONAE (Comisión Nacional de Actividades Espaciales)	7 ottobre 2018	Argentina	Commerciale
Sentinel-1	ESA	3 aprile 2014	Europa	Pubblico
Sentinel-2	ESA	23 giugno 2015	Europa	Pubblico
Sentinel-3	ESA/EUMETSAT	16 febbraio 2016	Europa	Pubblico
Sentinel-4	ESA/EUMETSAT	31 marzo 2024	Europa	Pubblico
Sentinel-5P (Sentinel-5 Precursor)	ESA	13 ottobre 2017	Europa	Pubblico
Sentinel-6	ESA/EUMETSAT/NA SA/NOAA/CNES	21 novembre 2020	Europa	Pubblico
Skysat	Planet	21 novembre 2014	USA	Commerciale
SPOT-6	CNES	9 settembre 2012	Francia	Commerciale

SPOT-7	CNES	30 giugno 2014	Francia	Commerciale
SuperView-1 (GaoJing-1)	Beijing Space View Tech Co Ltd	28 dicembre 2016	Cina	Commerciale
TanDEM-X	German Aerospace Centre (DLR) e Airbus Defence and Space	21 giugno 2010	Germania	Commerciale
TerraSAR-X	German Ministry of Education and Science (BMBF) e German Aerospace Centre (DLR)	15 giugno 2007	Germania	Commerciale
TripleSat	SSTL	10 luglio 2015	India	Commerciale
VIIRS (Satelliti SUOMI-NPP, NOAA-20)	NOAA, NASA	28 ottobre 2011	USA	Pubblico
Vision-1	Airbus	16 settembre 2018	Germania	Commerciale
Worldview-3	Maxar/DigitalGlobe	13 agosto 2014	USA	Commerciale

Dalla Tabella precedente emerge che i dati satellitari sono moltissimi e la politica odierna è sempre più orientata al potenziamento del loro sfruttamento per massimizzare il più possibile le informazioni che da essi ne possono derivare. Quindi diventa fondamentale comprendere cosa offre ogni missione e che tipologia di dato fornisce. La Tabella 38 fornisce anche indicazioni sulle risoluzioni spaziali e temporali orientative del dato, inoltre descrive la copertura e lo scopo principale della missione, ove espressamente indicato dall'Agenzia responsabile della missione.

Tabella 38 - Elenco delle missioni spaziali con associata tipologia di sensore e relativo scopo principale

MISSIONE	SENSORE	TIPOLOGIA DI DATO	RISOLUZIONE SPAZIALE	RISOLUZIONE TEMPORALE	COPERTURA	SCOPO MISSIONE
PRISMA	HYC (Hyperspectral Camera): sensore iperspettrale	PAN HYP	PAN: 5 m - HYP: 30 m	~7 giorni	Globale (con limitazioni)	monitoraggio fenomeni geologici, incendi, mappatura delle colture, qualità acque interne, degrado del suolo
EnMAP	HSI (Hyperspectral Imager): sensore iperspettrale		30 m	~4 giorni	Globale (con limitazioni)	diagnosi parametri geochimici, biochimici e biofisici per descrizione dinamiche degli ecosistemi

Meteosat 2nd Gen (MSG)	SEVIRI (Spinned Enhanced Visible and Infrared Imager): sensore ottico a media risoluzione; GERB (Geostationary Earth Radiation Budget): radiometro	MS SEVIRI: VIS GERB: SW, LW solar bands	VIS: 1.4 km - MS: 4.8 km	15 min (geostazionari o)	Europa - Africa - Oceano Atlantico - Oceano Indiano	meteorologia, precipitazioni, cloud type, vegetazione
Meteosat 3rd Gen (MTG)	FCI (Flexible Combined Imager): sensore ottico a media risoluzione; LI (Lightning Imager): sensore ottico	MS: VIS, IR	FCI: 1-2 km (500 m in zoom mode) - LI: 4.5 km	10 min, 2.5 min in zoom mode (geostazionari o)	Europa - Africa - Oceano Atlantico - Oceano Indiano	meteorologia, rilevamento di fulmini, neve e copertura ghiaccio
Landsat-9	OLI-2 (Operational Land Imager-2): sensore ottico ad alta risoluzione, TIRS-2 (Thermal Infrared Sensor-2): sensore ottico ad alta risoluzione	MS OLI-2: VIS, IR TIRS-2: TIR	OLI-2: 30 m - PAN: 15 m - TIRS-2: 100 m	16 giorni (8 giorni insieme a L-8)	Globale	acque interne, copertura neve e ghiaccio (spessore)
Modis (Terra + Aqua)	MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer): sensore ottico a media risoluzione	MS: VIS	bande 1-2: 250 m - bande 3-7: 500 m - bande 8-36: 1000 m	1-2 giorni	Globale	aerosol, venti, vegetazione, ozono, temperatura superficiale, ozono e gas in tracce
ECOSTRESS (ECOSystem Spaceborne Thermal Radiometer Experiment on Space Station)	ECOSTRESS: radiometro multispettrale infrarosso termico a bordo della ISS	MS: shortwave IR	~70 m	giornaliera	CONUS (Contiguous United States), biomi principali nel mondo, zone agricole di Europa e Sud Asia, siti selezionati di validazione FLUXNET	Temperatura superficiale terrestre

DESI	DESI (DLR Earth Sensing Imaging Spectrometer): spettrometro iperspettrale a bordo della ISS	HYP: VNIR	~30 m	dipende dalla latitudine (10-12 giorni)	lat comprese tra 55° N e 52° S (~ 90% della Terra abitata)	rilevamento degli incendi, rilevamento dei cambiamenti, dominio marittimo e ricerca atmosferica
RADARSAT-2	SAR	banda C	3-100 m	24 giorni	globale	Immagini multiuso (oceano e terra), Copertura nevosa, Vegetazione, Topografia oceanica/correnti, Venti atmosferici, Venti superficiali oceanici, Albedo e riflettanza, Altezza e spettro delle onde oceaniche, Topografia della calotta glaciale, Umidità del suolo, Topografia del paesaggio, Copertura del ghiaccio marino
RADARSAT Constellation mission	SAR-RCM (Synthetic Aperture Radar for RADARSAT Constellation Mission)	banda C	3-100 m	4 giorni	globale	Albedo e riflettanza, Venti atmosferici, Topografia del paesaggio, Vegetazione, Temperatura superficiale (terra), Immagini multiuso (terra e oceano), Topografia oceanica/correnti, Venti superficiali oceanici, Altezza e spettro delle onde oceaniche, Topografia della calotta glaciale, Copertura nevosa, Copertura del ghiaccio marino
TerraSAR-X	TSX-SAR	banda X	1-16 m	11 giorni	globale	Copertura nevosa, Topografia del paesaggio, Topografia oceanica/correnti, Copertura del ghiaccio marino, Campi di umidità atmosferica, Campi di temperatura atmosferica, Albedo e riflettanza, Vegetazione
TanDEM-X	SAR-X	banda X	1-16 m	11 giorni	globale	Albedo e riflettanza, Topografia del paesaggio, Vegetazione, Immagini multiuso (terra, oceano), Topografia oceanica/correnti, Immagini multiuso (oceano), Copertura nevosa, Copertura del ghiaccio marino

COSMO (Constellation of Small Satellites for Mediterranean basin Observation) - SkyMed - Second Generation	CSG-SAR (COSMO-SkyMed Second Generation Synthetic Aperture Radar)	banda X	(az. x ra.) 0.3x0.5 m - 40x6 m	16 giorni	globale	copertura nevosa (terra e mare), topografia, movimento ghiacciai, vegetazione, umidità del suolo
Worldview-3	WV110 (World View 110 camera): sensore ottico ad alta risoluzione	MS: VIS, NIR, SWIR, PAN, CAVIS (Clouds, Aerosols, Vapors, Ice and Snow)	VIS + NIR: 1.24 m - SWIR: 3.7 m - CAVIS: 30 m - PAN: 31 cm	< 1 giorno (per le aree più richieste)	Globale	difesa e sicurezza nazionale, trasporti aerei e marittimi, cartografia, monitoraggio risorse naturali
PlanetScope	FLOCK: sensore ottico ad alta risoluzione	MS: VIS, NIR	3 m	~1 giorno	Globale	difesa e sicurezza nazionale, trasporti aerei e marittimi, cartografia, monitoraggio risorse naturali
Skysat	SKYSAT: sensore ottico ad alta risoluzione	MS: VIS, NIR, PAN	~ cm	6-7 immagini al giorno (in media), max 12 immagini	Globale	difesa e sicurezza nazionale, trasporti aerei e marittimi, cartografia, monitoraggio risorse naturali
HIMAWARI	AHI (Advanced Himawari Imager): sensore ottico a media risoluzione	MS: VIS, NIR, SWIR, MWIR, TIR	0.5-2 km	10 min	Asia orientale e regioni del Pacifico occidentale	Servizio meteorologico
Sentinel-1	SAR-C	banda C	5 m	12 giorni (coppia di 1A e 1B: 6 giorni)	Globale	umidità del suolo, topografia, vegetazione, neve, copertura ghiaccio
Sentinel-2	MSI (Multispectral Instrument): sensore ottico ad alta risoluzione	MS: VIS, NIR, SWIR	VIS (3 bande): 10 m - NIR (3 bande): 20 m - VIS (1 banda) e SWIR (6 bande): 60 m	5 giorni all'Equatore	Terre emerse tra lat 56° S e 82.8° N - Acque costiere fino a 20 km dalla costa - Mar Mediterraneo e isole europee	vegetazione, suolo, acque interne, zone costiere
Sentinel-3	OLCI (Ocean and Land Colour Imager): sensore ottico a media risoluzione; SLSTR (Sea and Land Surface Temperature Radiometer): sensore ottico a media risoluzione;	MS OLCI: 21 bande (400-1020 nm) SLSTR: 9 bande (550-12000 nm) SRAL: banda Ku e banda C	OLCI Full Resolution: 300 m Reduced Resolution: 1.2 km. SLSTR VIS e NIR: 500 m TIR: 1 km SRAL 300 m	OLCI: ~2 giorni - SLSTR: ~1 giorno - SRAL: 27 giorni	Terre e aree costiere con SZA <80°	oceano, clorofilla, temperatura superficiale dell'acqua, copertura e spessore ghiaccio

	SRAL (Synthetic Aperture Radar Altimeter): altimetro radar; MWR (Microwave Radiometer): radiometro a microonde					
Sentinel-4	UVN (Ultraviolet-Visible-Near-Infrared): spettrometro	MS: UV, VIS, NIR	N/S: 8.9 km - E/W: 11.7 km a 45° N	1 ora	lat 30-65°N e lon 30°W-45°E (Europa, parte del Nord Africa e parte dell'Atlantico)	atmosfera, aerosol, ozono, gas in traccia
Sentinel-5P (Sentinel-5 Precursor)	TROPOMI (Tropospheric Monitoring Instrument): spettrometro	HYP: UV, VIS, NIR, SWIR	fino a 5.5 km	giornaliera	Globale	qualità dell'aria, aerosol, tipi di nuvole, ozono, diossido di azoto
Sentinel-6	POSEIDON4: altimetro radar; AMR-C (Advanced Microwave Radiometer for Climate): radiometro a microonde	MS: banda C, banda Ku	300 m	10 giorni	Globale	livello del mare, topografia, umidità, vapore acqueo, aerosol
SAOCOM (Satélite Argentino de Observación COn Microondas)	SAR-L	banda L	(az. x ra.) 30x50 m - 50x100 m	giornaliera	Globale	vegetazione, topografia oceani e correnti, venti atmosferici, umidità del suolo, topografia, copertura e spessore ghiaccio
GCOM (Satelliti GCOM-W1 e GCOM-C1)	GCOM-C1: AMSR2 (Advanced Microwave Scanning Radiometer - 2): radiometro a microonde , GCOM-W1: SGLI (Second-generation Global Imager): sensore ottico a media risoluzione	GCOM-W1 16 canali nel range 6.9 - 89 GHz GCOM- C1MS: VIS, NIR, SWIR, TIR	GCOM-W1: 5- 10 km, GCOM- C1: 250 m-1 km	1 giorno	Globale	acque interne, aerosol, albedo e riflettanza, tipi di nubi, umidità del suolo, copertura nevosa e ghiaccio

Gaofen-1	PMS (Panchromatic and Multispectral CCD Camera): sensore ottico ad alta risoluzione; WFI (Wide Field Imager): sensore ottico ad alta risoluzione	NIR, VIS	2-16 m	4 giorni	Globale	Vegetazione, Albedo e riflettanza, Topografia del paesaggio, Immagini multiuso (terreno)
Gaofen-2	PMS-2(Panchromatic and Multispectral CCD Camera-2): sensore ottico ad alta risoluzione;	MS: VIS, IR, imager ottici ad alta risoluzione	0.81-3.24 m	5 giorni	Globale	Vegetazione, Albedo e riflettanza, Topografia del paesaggio, Immagini multiuso (terreno)
Gaofen-3	SAR-C	banda C	1-25 m	NA	Globale	Topografia del paesaggio, Immagini multiuso (terreno)
Gaofen-5	telecamera iperspettrale a raggi infrarossi visibili e a onde corte, imager spettrale, rilevatore di gas a effetto serra, rilevatore di infrarossi per ambienti atmosferici ad altissima risoluzione spettrale, spettrometro di assorbimento differenziale per gas in traccia atmosferici e rilevatore di polarizzazione multiangolare				Globale	Pianificazione agricola, soccorso in caso di calamità, protezione dell'ambiente e sicurezza.
Gaofen-12	SAR-C	NA	sub metro	NA	globale	censimento del territorio, pianificazione urbana, progettazione della rete stradale, stima delle colture, prevenzione e mitigazione dei disastri

Jilin-1 GXA (Guangxe-A — Optical-A)	PAN, MSI	MS video	1-4 m	da 1 a 2 volte al giorno (dipende da lat)	globale	acquisizione di dati continua, per tutte le stagioni e a tutto spettro, per fornire prodotti e servizi di informazione geospaziale con la massima risoluzione temporale e spaziale a livello globale
GEMS (Geo-KOMPSAT-2)	AMI (Advanced Meteorological Imager): radiometro multispettrale; GEMS (Geostationary Environmental Monitoring Spectrometer): spettrometro a media risoluzione; GOCI2 (Geostationary Ocean Color Imager): sensore ottico a media risoluzione	AMI MS: VIS, NIR, SWIR, MWIR, TIR GEMS MS: UV, VIS GOCI-2 MS: UV, VIS e NIR	AMI: 0.5 km - 1 km - 2 km GEMS: 7 km GOCI-2: 300 m	AMI: 10 min, GEMS: 8 volte al giorno, GOCI-2: 10 volte al giorno	Penisola Coreana e regione Asiatica-Pacifica	Venti atmosferici, Aerosols, Neve, Topografia oceanica e correnti, Albedo e riflettanza, Tipologia nubi, Temperatura nubi, Temperatura superficiale oceano, Precipitazioni, Temperatura superficiale suolo, Ozono, Immagini, Spessore ghiaccio, colore oceano, Gas traccia
OMI (Satellite Aura)	OMI (Ozone Monitoring Instrument): sensore iperspettrale	HYP: UV, VIS	da 13x48 km a 13x12 km	giornaliera	Globale	Aerosols, Umidità atmosferica, Tipo di nubi, nubi e temperatura nubi, Temperatura atmosferica, Cloud particle properties and profile, Temperatura superficiale suolo, Ozono, Surface temperature (land), Ozono, Gas traccia
VIIRS (Satelliti SUOMI-NPP, NOAA-20)	VIIRS (Visible/Infrared Imager Radiometer Suite): radiometro multispettrale	MS: VIS, NIR, SWIR, MWIR, TIR	400 m	bigiornaliero	Globale	Aerosols, detection incendi e uragani, temperatura superficiale acqua, nubi, radiazione terrestre, superficie terrestre, ocean color
GHGSAT	WAF-P(Wide-Angle Fabry-Perot): spettrometro; VIS-1: sensore ottico ad alta risoluzione	WAF-P HYP: SWIR VIS-1 MS: VIS	WAF-P: ~30 m VIS-1: <20 m		Globale	Monitoraggio gas serra. Densità della colonna verticale di CO2 and CH4, immagini ad alta risoluzione
GeoEye-1	GIS (GeoEye Imaging System): sensore ottico	MS PAN	MS: 2 m PAN: 0.5 m	3 giorni	globale	difesa e sicurezza nazionale, trasporti aerei e marittimi, cartografia, monitoraggio risorse naturali

	ad alta risoluzione					
Pléiades	HiRI (High-Resolution Imager): sensore ottico ad alta risoluzione	MS: VIS, NIR PAN	MS: 2.8 m PAN: 0.7 m	giornaliera	globale	vegetazione, ghiaccio marino, topografia
TripleSat	sensore ottico ad alta risoluzione	MS: VIS, NIR PAN	MS: 3.2 m PAN: 0.8 m	giornaliera	globale	difesa, sicurezza e gestione delle emergenze, pianificazione urbana, marittima, agricoltura, silvicoltura e ambiente
ALOS-2	CIRC (Compact InfraRed Camera): sensore ottico ad alta risoluzione; PALSAR-2 (Phased Array type L-band Synthetic Aperture Radar-2): SAR-L	VIS, IR e radar in banda L	PALSAR-2: 1-100 m - CIRC: <200 m	14 giorni	globale	Immagini multiuso (oceano e Terra), Copertura nevosa, Vegetazione, Venti atmosferici, Venti superficiali dell'oceano, Albedo e riflettanza, Misure gravitazionali, magnetiche e geodinamiche, Topografia della calotta glaciale, Umidità del suolo, Temperatura superficiale (terra), Topografia del paesaggio, Copertura del ghiaccio marino
BlackSky Constellation	SV-24 (SpaceView 24™) imaging telescope	VIS PAN	1 m	poche ore	globale	immagini ad alta risoluzione spaziale e temporale per applicazioni commerciali e aziendali, monitoraggio dei disastri naturali
Pleiades Neo	Pleiades Neo imager: sensore ottico ad alta risoluzione	MS: VIS, NIR PAN	MS: 1.2 m PAN: 0.3 m	giornaliera - bi-giornaliera	globale	difesa, sicurezza e gestione delle emergenze, pianificazione urbana, marittima, agricoltura, silvicoltura e ambiente

SPOT-6	NAOMI (New AstroSat Optical Modular Instrument): sensore ottico ad alta risoluzione	MS: VIS, NIR PAN	MS: 8 m PAN: 2 m	giornaliera	globale	difesa, protezione civile, gestione del rischio, cartografia urbana, agricoltura di precisione e amministrazione di reti e infrastrutture
SPOT-7	NAOMI (New AstroSat Optical Modular Instrument): sensore ottico ad alta risoluzione	MS: VIS, NIR PAN	MS: 8 m PAN: 2 m	giornaliera	globale	difesa, protezione civile, gestione del rischio, cartografia urbana, agricoltura di precisione e amministrazione di reti e infrastrutture
Vision-1	Vision-1 instrument: sensore ottico ad alta risoluzione	MS: VIS, NIR PAN	MS: 3.5 m PAN: 0.9 m	1-8 giorni	globale	difesa, sicurezza, mare e agricoltura
DMC constellation	seniore ottico ad alta risoluzione	MS: VIS, NIR PAN	MS: 22-24 m PAN:12 m	1-2 giorni	globale	difesa, sicurezza e gestione delle emergenze, pianificazione urbana, marittima, agricoltura, silvicoltura e ambiente
PAZ	Paz SAR-X	SAR banda X	1-15 m	11 giorni	globale	Vegetazione, Venti atmosferici, Immagini multifunzionali (terreno)
SuperView-1 (GaoJing-1)	PMS-3 (Panchromatic and Multi-spectral CCD Camera - 3): sensore ottico ad alta risoluzione	MS: VIS, NIR PAN	MS: 2 m PAN: 0.5 m	4 giorni	globale	cartografia, uso del suolo, pianificazione urbana, agricoltura, petrolio e gas, applicazioni marittime e di sicurezza, difesa e intelligence
Formosat-5	RSI (Remote Sensing Imager): sensore ottico	MS: VIS, NIR PAN	MS: 4 m PAN: 2 m	2 giorni	globale	osservazione della terra ad alta risoluzione

	ad alta risoluzione					
Deimos-2/GEOSAT-2	HiRAS (High Resolution Advanced Imaging System) sensore ottico ad alta risoluzione	MS: VIS, NIR PAN	MS: 4 m PAN: 1 m	4 giorni	globale	misure riguardo a processi naturali, biomassa, land cover, stato vegetazione

11 11. BIBLIOGRAFIA

- Zängl, G., Reinert, D., Rípodas, P., & Baldauf, M. (2015). The ICON (ICOsahedral Non-hydrostatic) modelling framework of DWD and MPI-M: Description of the non-hydrostatic dynamical core. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 141(687), 563-579.
- Trigila A., Iadanza C., Lastoria B., Bussetini M., Barbano A. (2021) Dissesto idrogeologico in Italia: pericolosità e indicatori di rischio - Edizione 2021. ISPRA, Rapporti 356/2021
- Dei Cas L., Trigila A., Iadanza C. (eds) Linee Guida per il monitoraggio delle frane. Linee Guida SNPA 32/2021
- Galkate, R.V., Jaiswal, R.K., Thomas, T. & Nayak, T.R. RAINFALL RUNOFF MODELING USING CONCEPTUAL NAM MODEL - International Conference on Sustainability and management strategy (ICSMS-2014).
- Todini, E. & Ciarapica, L. (2002). The TOPKAPI Model.
- Berteni, F., Luca Milanese, L., Tomirotti, M. & Barontini, S. (2017). Introduzione all'uso del software HEC-RAS in moto stazionario.
- Savenije, H.H.G., (2005). *Salinity and Tides in Alluvial Estuaries*. Elsevier, Amsterdam, 197pp.
- BALENZANO, Anna, et al. Sentinel-1 soil moisture at 1 km resolution: a validation study. *Remote Sensing of Environment*, 2021, 263: 112554.
- BISAGLIA, C. Agricoltura di precisione in Italia: un'opportunità di aggiornamento delle agrotecniche, di sviluppo professionale e di efficienza del settore. *Agriregioneuropa*, 2018, 14.53.
- BLASI, G., et al. Linee guida per lo sviluppo dell'agricoltura di precisione in Italia. Rome, Italy, 2017.
- EPIFANI, Chiara; ALILLA, Roberta; DAL MONTE, Giovanni. La banca dati fenologica nazionale. Atti del XV Convegno Nazionale di Agrometeorologia. Nuovi scenari agro ambientali: fenologia, produzioni agrarie ed avversità, 2012.
- ISPRA, *Annuario dei Dati Ambientali-Edizione. 89/2020*. 2020. 2019.
- MONTANARELLA, Luca. The global soil partnership. In: *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. IOP Publishing, 2015. p. 012001.
- MUNAFÒ, M.; MARINOSCI, I. Territorio. Processi e trasformazioni in Italia. ISPRA, Rapporti, 2018, 296: 2018.
- REBMANN, Corinna, et al. ICOS eddy covariance flux-station site setup: a review. *International Agrophysics*, 2018, 32.4: 471-494.
- ROMANO, D., et al. Italian Greenhouse Gas Inventory 1990–2019. *National Inventory Report*, 2021.
- WEGENER, Jens Karl, et al. Developing new cropping systems—which innovative techniques are required?. *Landtechnik*, 2017, 72.2: 91-100.
- WGIC, GEO. GHG monitoring from space: A mapping of capabilities across public, private, and hybrid satellite missions. 2021.
- Bencivenga, M., Nardone, G., Ruggiero, F., & Calore, D. (2012). The Italian data buoy network (RON). *Adv. Fluid Mech.* IX, 74(321), 305.
- Bondoni, M., Fattorini, M., Taddei, S., & Brandini, C. (2022). High-resolution downscaling of CMEMS oceanographic reanalysis in the area of the Tuscany Archipelago (Italy). *Ocean Dynamics*, 72(5), 295-312.
- Blondeau-Patissier, D., Schroeder, T., Irving, P., Witte, C., & Steven, A. (2020). Satellite detection of oil spills in the Great Barrier Reef using the Sentinel-1,-2 and-3 satellite constellations.

- Bruschi, A., Lisi, I., De Angelis, R., Querin, S., Cossarini, G., Di Biagio, V., ... & Silvestri, C. (2021). Indexes for the assessment of bacterial pollution in bathing waters from point sources: The northern Adriatic Sea CADEAU service. *Journal of Environmental Management*, 293, 112878.
- Byrnes, Troy A., and Ryan JK Dunn. "Boating-and shipping-related environmental impacts and example management measures: A review." *Journal of Marine Science and Engineering* 8.11 (2020): 908.
- Chiggiato, J., & Oddo, P. (2008). Operational ocean models in the Adriatic Sea: a skill assessment. *Ocean Science*, 4(1), 61-71.
- Cossarini, G., Querin, S., Solidoro, C., Sannino, G., Lazzari, P., Di Biagio, V., & Bolzon, G. (2017). Development of BFMCOUPLER (v1. 0), the coupling scheme that links the MITgcm and BFM models for ocean biogeochemistry simulations. *Geoscientific Model Development*, 10(4), 1423-1445.
- De Dominicis, M., Pinardi, N., Zodiatis, G., & Archetti, R. J. G. M. D. (2013). MEDSLIK-II, a Lagrangian marine surface oil spill model for short-term forecasting—Part 2: Numerical simulations and validations. *Geoscientific Model Development*, 6(6), 1871-1888.
- De Dominicis, M., Bruciaferri, D., Gerin, R., Pinardi, N., Poulain, P. M., Garreau, P., ... & Manganiello, C. (2016). A multi-model assessment of the impact of currents, waves and wind in modelling surface drifters and oil spill. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 133, 21-38.
- De Dominicis, M., Falchetti, S., Trotta, F., Pinardi, N., Giacomelli, L., Napolitano, E., ... & Cocco, M. (2014). A relocatable ocean model in support of environmental emergencies. *Ocean Dynamics*, 64(5), 667-688.
- Deudero, S., & Alomar, C. (2015). Mediterranean marine biodiversity under threat: reviewing influence of marine litter on species. *Marine pollution bulletin*, 98(1-2), 58-68.
- Erbe, C., Marley, S. A., Schoeman, R. P., Smith, J. N., Trigg, L. E., & Embling, C. B. (2019). The effects of ship noise on marine mammals—a review. *Frontiers in Marine Science*, 606.
- European Environment Agency, European Maritime Safety Agency, European maritime transport environmental report 2021, Publications Office of the European Union, 2021, <https://data.europa.eu/doi/10.2800/3525>
- Ferrarin, C., Roland, A., Bajo, M., Umgieser, G., Cucco, A., Davolio, S., ... & Drofa, O. (2013). Tide-surge-wave modelling and forecasting in the Mediterranean Sea with focus on the Italian coast. *Ocean Modelling*, 61, 38-48.
- Ferrarin, C., Davolio, S., Bellafiore, D., Ghezzi, M., Maicu, F., Mc Kiver, W., ... & Manfè, G. (2019). Cross-scale operational oceanography in the Adriatic Sea. *Journal of Operational Oceanography*, 12(2), 86-103.
- Fossi, M. C., Pedà, C., Compa, M., Tsangaris, C., Alomar, C., Claro, F., ... & Bains, M. (2018). Bioindicators for monitoring marine litter ingestion and its impacts on Mediterranean biodiversity. *Environmental Pollution*, 237, 1023-1040.
- Galgani, F., Deidun, A., Liubartseva, S., Gauci, A., Doronzo, B., Brandini, C., & Gerigny, O. (2015). Monitoring and assessment guidelines for marine litter in Mediterranean MPAs. Technical report of the Interreg/MED/AMARE project.
- Galgani, F., Hanke, G., Werner, S. D. V. L., & De Vrees, L. (2013). Marine litter within the European marine strategy framework directive. *ICES Journal of marine Science*, 70(6), 1055-1064.
- Gall, S. C., & Thompson, R. C. (2015). The impact of debris on marine life. *Marine pollution bulletin*, 92(1-2), 170-179.
- King, M. D., Elliott, J. E., & Williams, T. D. (2021). Effects of petroleum exposure on birds: A review. *Science of The Total Environment*, 755, 142834.
- Korres, G., Ravdas, M., & Zacharioudaki, A. (2019). Mediterranean sea waves analysis and forecast (CMEMS MED-Waves).
- Kuczenski, B., Vargas Poulsen, C., Gilman, E. L., Musyl, M., Geyer, R., & Wilson, J. (2022). Plastic gear loss estimates from remote observation of industrial fishing activity. *Fish and Fisheries*, 23(1), 22-33.
- Inghilesi, R., Orasi, A., & Catini, F. (2016). The ISPRA Mediterranean coastal wave forecasting system: Evaluation and perspectives. *Journal of Operational Oceanography*, 9(sup1), s89-s98.
- Iskandarani, M., Wang, S., Srinivasan, A., Carlisle Thacker, W., Winokur, J., & Knio, O. M. (2016). An overview of uncertainty quantification techniques with application to oceanic and oil-spill simulations. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 121(4), 2789-2808.
- Liubartseva, S., Federico, I., Coppini, G., & Lecci, R. (2021). Stochastic oil spill modeling for environmental protection at the Port of Taranto (southern Italy). *Marine Pollution Bulletin*, 171, 112744.
- Liubartseva, S., Smaoui, M., Coppini, G., Gonzalez, G., Lecci, R., Creti, S., & Federico, I. (2020). Model-based reconstruction of the Ulysse-Virginia oil spill, October–November 2018. *Marine Pollution Bulletin*, 154, 111002.

- Lupo, C., Bougeard, S., Le Bihan, V., Blin, J. L., Allain, G., Azema, P., ... & Le Bouquin, S. (2021). Mortality of marine mussels *Mytilus edulis* and *M. galloprovincialis*: systematic literature review of risk factors and recommendations for future research. *Reviews in Aquaculture*, 13(1), 504-536.
- Helm, R. C., Costa, D. P., DeBruyn, T. D., O'Shea, T. J., Wells, R. S., & Williams, T. M. (2014). Overview of effects of oil spills on marine mammals. *Handbook of oil spill science and technology*, 455-475.
- Milazzo, M., Badalamenti, F., Ceccherelli, G., & Chemello, R. (2004). Boat anchoring on *Posidonia oceanica* beds in a marine protected area (Italy, western Mediterranean): effect of anchor types in different anchoring stages. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 299(1), 51-62.
- Morucci, S., Picone, M., Nardone, G., & Arena, G. (2016). Tides and waves in the Central Mediterranean Sea. *Journal of Operational Oceanography*, 9(sup1), s10-s17.
- Napolitano, E., Iacono, R., Palma, M., Sannino, G., Carillo, A., Lombardi, E., ... & Struglia, M. V. (2022). MITO: A new operational model for the forecasting of the Mediterranean sea circulation. *Frontiers in Energy Research*, 1296.
- Peirano, A., Damasso, V., Montefalcone, M., Morri, C., & Bianchi, C. N. (2005). Effects of climate, invasive species and anthropogenic impacts on the growth of the seagrass *Posidonia oceanica* (L.) Delile in Liguria (NW Mediterranean Sea). *Marine Pollution Bulletin*, 50(8), 817-822.
- Pörtner, H. O., Roberts, D. C., Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Tignor, M., Poloczanska, E., & Weyer, N. M. (2019). The ocean and cryosphere in a changing climate. *IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate*.
- Salon, S., Cossarini, G., Bolzon, G., Feudale, L., Lazzari, P., Teruzzi, A., ... & Crise, A. (2019). Marine Ecosystem forecasts: skill performance of the CMEMS Mediterranean Sea model system. *Ocean Sci. Discuss.*, <https://doi.org/10.5194/os-2018-145>, in review.
- Trotta, F., Federico, I., Pinardi, N., Coppini, G., Causio, S., Jansen, E., ... & Masina, S. (2021). A relocatable ocean modeling platform for downscaling to shelf-coastal areas to support disaster risk reduction. *Frontiers in Marine Science*, 8, 642815.
- Van Sebille, E., Aliani, S., Law, K. L., Maximenko, N., Alsina, J. M., Bagaev, A., ... & Wichmann, D. (2020). The physical oceanography of the transport of floating marine debris. *Environmental Research Letters*, 15(2), 023003.
- Poteri autorizzatori e poteri di controllo della pubblica amministrazione. Profili generali e di tutela dell'ambiente. ISPRA, Manuali e Linee Guida 160/2017.
- Commissione europea, Direzione generale dell'Ambiente, Contrasto dei reati ambientali e delle violazioni correlate: guida riassuntiva, Ufficio delle pubblicazioni dell'Unione europea, 2021
- Responsabilità civile e azione risarcitoria in sede amministrativa per danno ambientale. Tomaso Galletto, *Foro Padano*, 2/2014, II, 32
- Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici. Edizione 2021. Report SNPA 22/21. Munafò, M. (a cura di), 2021
- Indirizzi guida per il monitoraggio dei terreni in applicazione della direttiva "nitrati" 676/91/CE. ERSAF
- L'attuazione della direttiva 91/676/CEE del Consiglio relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole. Relazione della Commissione al Consiglio e al Parlamento Europeo, 1997
- Manuale per il trattamento degli appezzamenti con risposta non conclusiva – versione 1 del 5 novembre 2021. Agea
- PSR 2007-2013 - Indirizzi per l'applicazione della condizionalità e degli ulteriori requisiti minimi nel contesto delle misure (214) "Pagamenti agroambientali", (215) "Pagamenti per il benessere degli animali" e (225) "Pagamenti per interventi silvoambientali" Dipartimento delle Politiche di Sviluppo Direzione Generale dello Sviluppo Rurale - POSR 2
- Manuale operativo dei controlli di condizionalità 2020. Regione Lombardia
- L'inventario forestale nazionale: obiettivi, aspetti normativi e struttura organizzativa. Comando Carabinieri per la tutela della biodiversità e dei parchi ufficio studi e progetti ten. col. Giancarlo Papitto responsabile nazionale infc2015, 2018
- Operational Forecast and Daily Assessment of the Air Quality in Italy: A Copernicus-CAMS Downstream Service Atmosphere 2020, 11(5),447
- Il programma Copernicus e le nuove frontiere per l'ambiente dall'osservazione della terra da satellite un supporto a monitoraggio e controllo i servizi e le molteplici applicazioni in sviluppo in campo ambientale. *Rivista di Arpa Agenzia regionale prevenzione, ambiente ed energia dell'Emilia-Romagna* N° 5 ottobre 2021, Anno XII

- Bastia S., D'Andrea M., Gollini A., Fiorucci P., Gualtieri S., Negro D., Severino M. (a cura di), Manuale d'uso del sistema previsionale della pericolosità potenziale degli incendi boschivi Ris.I.Co, Presidenza del Consiglio dei Ministri – Dipartimento della protezione civile e Fondazione CIMA – 2° aggiornamento Luglio 2018
- Carcia Vincenzo, Miglioramento e Validazione della Metodologia RST-FIRES per i grandi incendi, Università degli studi di Basilicata - 2016
- DPC, Ufficio del Direttore Operativo per il coordinamento delle emergenze, Concorso della Flotta Aerea dello Stato nella Lotta Attiva agli Incendi Boschivi, Indicazioni operative – Edizione 2022
- Ioannilli Maria, Realizzazione di modelli e di analisi a supporto della redazione del Piano Regionale Anti Incendi Boschivi 2019-2021 Metodologia relativa al calcolo dell'Indice di rischio connesso agli incendi boschivi, Università Roma Tor Vergata, 2019
- Lasaponara Rosa, Fattore Carmen, Abate Nicodemo, Aromando Angelo, Cardettini Gianfranco, Loperte Guido, FIRE-SAT: un sistema satellitare integrato Monitoraggio e salvaguardia del territorio lucano dalla minaccia degli incendi boschivi, Novembre 2021
- Mazzoleni Stefano, Giannino Francesco, Rego Francisco, Heathfield Ducan e AA.VV., Ingegneria antincendio, tecnologie dell'informazione e pianificazione dell'emergenza nel sistema integrato di video sorveglianza e telerilevamento degli incendi boschivi nelle regioni Puglia e Calabria, Dipartimento dei Vigili del Fuoco-2014
- Pergola Nicola, Monitoraggio degli incendi boschivi Tecnologie e metodologie satellitari avanzate per l'identificazione tempestiva dei principi di incendio, Istituto di Metodologie per l'Analisi Ambientale (IMAA)
- Regione Abruzzo, Piano di previsione, prevenzione e lotta attiva contro gli incendi boschivi Aree Protette, DPGR n. 25 del 29.06.2022
- Regione Abruzzo, Piano Regionale per la programmazione delle attività di previsione e lotta contro gli incendi boschivi - Anno 2011-2012 (D.G.R. 438/2011)
- Regione Basilicata, Piano antincendio regionale (P.A.R.) 2021-2023 e schema di Accordo Quadro con il Corpo Nazionale dei vigili del fuoco, Deliberazione 28 giugno 2021, n.258 – 2021
- Regione Emilia-Romagna, Piano di previsione, prevenzione e lotta attiva contro gli incendi boschivi ex L.353/00. Periodo 2022-2026 - DGR
- Regione Liguria, Piano regionale di previsione, prevenzione e lotta attiva contro gli incendi boschivi - revisione 2020, DGR n.1540 del 29 dicembre 2015 ed aggiornato con DGR n. 825 del 5 agosto 2020
- Regione Lombardia Piano regionale delle attività di previsione, prevenzione e lotta attiva contro gli incendi boschivi 2020-2022 – DGR 18546-2019
- Regione Piemonte, Piano straordinario di interventi di ripristino del territorio percorso dagli incendi boschivi dell'autunno 2017 ai sensi dell'art. 17 della L.R. 4/2009 - 2017
- Papitto Giancarlo, Quatrini Valerio, Cindolo Claudia, Cocciufa Cristiana (a cura di), Rete NEC Italia Monitoraggio degli Ecosistemi Terrestri - Lo stato delle foreste italiane Rete di Livello II del programma ICP Forests - CON.ECO.FOR. Rapporto su 20 anni di studi degli ecosistemi forestali, Pubblicato da Arma dei Carabinieri, Comando Unità Forestali Ambientali e Agroalimentari. Roma, 2021
- DPCM del 30 aprile 2021 (GU n. 160 del 6 luglio 2021), Indirizzi di predisposizione dei piani di Protezione Civile ai diversi livelli territoriali
- Direttiva PCM 23 ottobre 2020 (GU n. 36 del 12 febbraio 2021), Direttiva del Presidente del Consiglio dei ministri in materia di allertamento di protezione civile e sistema di allarme pubblico IT - Alert
- D.Lgs 6 febbraio 2020, n. 4 (GU n.35 del 12-02-2020), Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 2 gennaio 2018, n. 1, recante: «Codice della protezione civile»
- DPCM del 12 giugno 2020 (GU n. 239 del 25 settembre 2020), Direttiva concernente la formazione e la standardizzazione delle conoscenze del personale delle Sale operative unificate permanenti (SOUP)
- D.Lgs 2 gennaio 2018, n. 1 (GU n. 17 del 22 gennaio 2018), Codice della protezione civile
- Legge n. 100 del 12 luglio 2012 - Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 15 maggio 2012, n. 59, Disposizioni urgenti per il riordino della protezione civile
- DPCM del 14 settembre 2012 (GU n. 38 del 14 febbraio 2013), Definizione dei principi che individuano i centri di competenza e stabiliscono le finalità.
- DPCM del 3 dicembre 2008 (GU n. 41 del 19 febbraio 2009), Organizzazione e funzionamento di Sistema presso la Sala Situazione Italia del Dipartimento della protezione civile
- Direttiva PCM del 3 dicembre 2008 (GU n. 41 del 19 febbraio 2009), Indirizzi operativi per la gestione delle emergenze
- DPCM del 27 febbraio 2004 (GU n. 59 dell'11 marzo 2004), Indirizzi operativi per la gestione del sistema di allertamento nazionale per il rischio idrogeologico e idraulico

- Direttiva PCM 25 febbraio 2005 (GU n. 55 dell'8 marzo 2005), Ulteriori indirizzi operativi per la gestione organizzativa e funzionale del sistema di allertamento nazionale, statale e regionale per il rischio idrogeologico ed idraulico ai fini di protezione civile, recanti modifiche ed integrazioni alla Dir.P.C.M. 27 febbraio 2004.
- DPCM - Dipartimento della Protezione Civile del 20 dicembre 2001 (GU n. 48 del 26 febbraio 2002), Linee guida relative ai piani regionali per la programmazione delle attività di previsione, prevenzione e lotta attiva contro gli incendi boschivi
- Direttiva PCM 27 febbraio 2004 e successive modifiche (GU n. 59 dell'11 marzo 2004), indirizzi operativi per la gestione organizzativa e funzionale del sistema di allertamento nazionale e regionale per il rischio idrogeologico ed idraulico ai fini di protezione civile
- Direttiva PCM 6 aprile 2006 (GU n. 87 del 13 aprile 2006), Coordinamento delle iniziative e delle misure finalizzate a disciplinare gli interventi di soccorso e di assistenza alla popolazione in occasione di incidenti stradali, ferroviari, aerei ed in mare, di esplosioni e crolli di strutture e di incidenti con presenza di sostanze pericolose
- Direttiva PCM 14 gennaio 2014 (GU n. 79 del 4 aprile 2014), "Programma nazionale di soccorso per il rischio sismico"
- D.Lgs. 23 febbraio 2010, n. 49 (G.U. n. 77 del 2 aprile 2010), Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni
- DECRETO 12 gennaio 2012, Adozione dell'intesa tra il Dipartimento della protezione civile e le Regioni e le Province autonome di Trento e di Balzano e la Regione autonoma della Valle d'Aosta prevista dall'art. 5 del decreto del 13 aprile 2011 e condivisione di indirizzi comuni per l'applicazione delle altre misure contenute nel medesimo decreto. (12A03987)
- Direttiva PCM 8 luglio 2014 (GU n. 256 del 4 novembre 2014), Indirizzi operativi inerenti all'attività di protezione civile nell'ambito dei bacini in cui siano presenti grandi dighe
- Direttiva PCM 17 febbraio 2017, Istituzione del Sistema d'Allertamento nazionale per i Maremoti generati da sisma - SiAM
- Direttiva PCM 12 agosto 2019 (GU n. 231 del 2 ottobre 2019), Indirizzi operativi per la gestione organizzativa e funzionale del sistema di allertamento nazionale e regionale e per la pianificazione di protezione civile territoriale nell'ambito del rischio valanghe
- Direttiva PCM del 10 gennaio 2020 (GU n. 56 del 05 marzo 2020), Definizione, funzioni, formazione e qualificazione della direzione delle operazioni di spegnimento degli incendi boschivi
- Testo coordinato del decreto-legge 8 settembre 2021, n. 120 (GU n. 216 del 9 settembre 2021) con la legge di conversione 8 novembre 2021, n. 155 (GU n.266 del 08 novembre 2021), Disposizioni per il contrasto agli incendi boschivi e altre misure urgenti di protezione civile." Direttiva 2007/2/CE, che istituisce un'infrastruttura per l'informazione territoriale nella Comunità europea (Direttiva INSPIRE).
- D.Lgs 26 giugno 2015, n. 105, (GU 161 del 14-07-2015 - Suppl. Ordinario n. 38), Attuazione della direttiva 2012/18/UE relativa al controllo del pericolo di incidenti rilevanti connessi con sostanze pericolose. (15G00121)
- DECRETO PCM 25 febbraio 2005, Linee Guida per la predisposizione del piano d'emergenza esterna di cui all'articolo 20, comma 4, del decreto legislativo 17 agosto 1999, n. 334.
- D.Lgs 31 luglio 2020, n. 101, Attuazione della direttiva 2013/59/Euratom, che stabilisce norme fondamentali di sicurezza relative alla protezione contro i pericoli derivanti dall'esposizione alle radiazioni ionizzanti, e che abroga le direttive 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom e 2003/122/Euratom e riordino della normativa di settore in attuazione dell'articolo 20, comma 1, lettera a), della legge 4 ottobre 2019, n. 117.
- DIRETTIVA PCM 17 febbraio 2017 (GU n.128 del 05-06-2017), Istituzione del Sistema d'Allertamento nazionale per i Maremoti generati da sisma - SiAM. (17A03755)
- Decreto ministeriale del 13 febbraio 2001 (GU n. 81 del 6 aprile 2001), Criteri di massima per i soccorsi sanitari nelle catastrofi

12 12.SITOGRAFIA

- <https://www.cosmo-model.org/>
- <https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/meteo/scopri-di-piu/il-modello-meteorologico-cosmo-lami>
- <https://code.mpimet.mpg.de/projects/iconpublic>
- <http://www.meteoam.it/modelli-di-previsione-numerica>
- <https://code.mpimet.mpg.de/projects/iconpublic>
- <https://www.mmm.ucar.edu/models/wrf>

- <https://www.isac.cnr.it/en/content/weather-forecasts>
- <https://www.ecmwf.int>
- <http://www.alpiorientali.it/>
- <https://www.adbpo.it/>
- <https://www.appenninosettentrionale.it/itc/>
- <https://www.autoritadistrettoac.it/ente>
- <https://www.distrettoappenninomeridionale.it/>
- <https://www.regione.sardegna.it/autoritadibacino/>
- <https://www.regione.sicilia.it/istituzioni/regione/strutture-regionali/presidenza-regione/autorita-bacino-distretto-idrografico-sicilia>
- <https://www.beniculturali.it/>
- <https://www.mistralportal.it/it/>
- <https://meteomont.carabinieri.it/home>
- https://www.mydewetra.org/wiki/index.php/Pagina_principale
- <https://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/rapporti/Rapporto-sulle-frane-in-Italia>
- <https://idrogeo.isprambiente.it/app/>
- <http://www.rendis.isprambiente.it/rendisweb/>
- <https://www.igmi.org/it/direzione-geodetica>
- <https://www.igmi.org/it/dbsn-database-di-sintesi-nazionale>
- <https://dgspatrimonioculturale.beniculturali.it/attivita-direzione-generale-sicurezza-del-patrimonio-culturale/securart-web/>
- <https://dgspatrimonioculturale.beniculturali.it/attivita-direzione-generale-sicurezza-del-patrimonio-culturale/il-sistema-informativo-della-carta-del-rischio/>
- <http://sitap.beniculturali.it/>
- https://www.arpalombardia.it/Pages/ARPA_Home_Page.aspx
- <http://www.arpa.piemonte.it/>
- <https://www.arpal.liguria.it/>
- <https://www.isprambiente.gov.it/it/progetti/cartella-progetti-in-corso/acque-interne-e-marino-costiere-1/progetti-conclusi/progetto-annali>
- https://www.isprambiente.gov.it/pre_meteo/idro/BIGBANG_ISPRA.html
- <http://www.pcn.minambiente.it/mattm/>
- <http://www.protezionecivile.tn.it/territorio/FraneMonitoraggio/>
- <https://www.geoportale.regione.lombardia.it/>
- <http://www.innovazione.provincia.tn.it/azioni/territorio/-Infrastrutturazione/pagina9.html>
- <https://geoportale.regione.vda.it/>
- <https://www.snpambiente.it/2021/09/21/linee-guida-per-il-monitoraggio-delle-frane/>
- https://itaca.mi.ingv.it/ItacaNet_32/#/home
- <https://land.copernicus.eu/pan-european/european-ground-motion-service>
- <https://www.rheticus.eu/>
- <http://ring.gm.ingv.it/>
- <https://frednet.crs.ogs.it/ItalianSite/XFReDNetHome.htm>
- <https://www.igmi.org/it/descrizione-prodotti/elementi-geodetici-1/rete-di-livellazione-di-alta-precisione>
- <https://www.asi.it/>
- www.spingnss.it
- <https://rischi.protezionecivile.gov.it/it/sismico/attivita/rete-accelerometrica-nazionale>
- <https://rischi.protezionecivile.gov.it/it/sismico/attivita/osservatorio-sismico-delle-strutture>
- <http://terremoti.ingv.it/instruments>
- <https://www.ct.ingv.it/index.php/monitoraggio-e-sorveglianza/reti-di-monitoraggio/rete-sismica/rete-accelerometrica-permanente>
- <http://www.protezionecivile.tn.it/territorio/Sismologia/-Reteaccelerometrica/pagina4.html>

- <https://www.ogs.it/it/reti-di-monitoraggio-geodetico-di-fenomeni-franosi>
- <https://www.trentinodigitale.it/Infrastrutture/Reti-Tlc/Tetranet/Cos-e-TETRA>
- https://www.mydewetra.org/wiki/images/7/7c/Manuale_FloodPROOFs.pdf
- <https://www.pgt.comune.milano.it/gall09-relazione-aree-esondabili-e-della-pericolosita/allegato-1-descrizione-del-codice-di-calcolo-mike-11-hd>
- <http://www.progea.net/prodotti.php?c=Software&p=TOPKAPI>
- <https://www.cesdb.com/hecras.html>
- <https://www.hec.usace.army.mil/software/hecras/features.aspx>
- <https://wiki.ewater.org.au/display/SD41/Sacramento+Model+-+SRG>
- <https://www.deltares.nl/en/software/sobek/>
- <https://www.deltares.nl/en/software/ribasim/>
- https://deltares.github.io/hydromt_delwaq/latest/index.html
- <http://www.mesohabsim.org/>
- https://www.euspa.europa.eu/system/files/reports/gnss_market_report_2017_-_agriculture.pdf
- https://agriculture.ec.europa.eu/common-agricultural-policy/cap-overview/new-cap-2023-27_en
- <https://www.crea.gov.it/en/home>
- <https://www.fao.org/global-soil-partnership/en/>
- <https://www.icos-italy.it/>
- <http://www.irea.cnr.it/>
- <https://www.isprambiente.gov.it>
- http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/note/join/2014/529049/IPOL-AGRI_NT%282014%29529049_EN.pdf
- <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/it/sheet/103/la-politica-agricola-comune-pac-e-il-trattato>
- https://www.politicheagricole.it/flex/FixedPages/Common/miepfy200_reteAgrometeorologica.php/L/IT
- <http://cma.entecra.it/iphen/>
- <https://www.reterurale.it/agrometeo>
- www.isprambiente.gov.it/
- www.snpambiente.it/
- www.enea.it/it
- www.arpae.it/it/temi-ambientali/meteo/scopri-di-piu/il-modello-meteorologico-cosmo-lami
- impatti.sostenibilita.enea.it/research/FORAIR-IT
- www.guardiacostiera.gov.it/
- www.copernicus.eu
- www.inventarioforestale.org/
- www.carabinieri.it/
- www.cae.it
- <https://effis.jrc.ec.europa.eu/>
- www.cimafoundation.org/
- www.gazzettaufficiale.it
- www.geoportale.incendiboschivi.it
- www.imaa.cnr.it
- <https://land.copernicus.eu/>
- www.mydewetra.org/wiki
- www.normattiva.it
- www.protezionecivile.gov.it/it/
- <https://protezionecivile.regione.abruzzo.it/agenzia/agenzia-regionale-di-protezione-civile-abruzzo/prevenzione-dei-rischi-di-protezione-civile/ufficio-fenomeni-valanghivi-incendi-boschivi-e-rischi-antropici/piani-regionali-rischio-incendi-boschivi/>
- www.pcn.minambiente.it/mattm/
- www.pcn.minambiente.it/mattm/progetto-incendi/
- www.peser.serviziprotciv.regione.piemonte.it

- www.politicheagricole.it
- www.regione.liguria.it/homepage/protezione-civile-liguria/
- www.regione.lombardia.it/wps/portal/istituzionale/HP/DettaglioServizio/servizi-e-informazioni/Enti-e-Operatori/protezione-civile/rischi-naturali/siab-sistema-informativo-antincendio-boschivo/siab-sistema-informativo-antincendio-boschivo
- www.simontagna.it
- www.sian.it
- www.undrr.org
- www.vigilidelfuoco.it