



MINISTERO DELL'AMBIENTE
E DELLA SICUREZZA ENERGETICA

Sistema Integrato di Monitoraggio (SIM)

Progetto Esecutivo

ALLEGATO _V3_C.U.3.4

Richiesta di dati di monitoraggio della Strategia Marina



**Finanziato
dall'Unione europea**
NextGenerationEU

Storia del documento

| Versione | Data | Autore | Autorizzato da | Descrizione delle modifiche |
|----------|------------|---------|----------------|--------------------------------|
| 1.0 | 24/11/2023 | RTI DXC | MASE | Rilascio prima versione |
| | | | | |
| | | | | |

Sommario

| | | |
|---------|--|----|
| 1 | CU.V3.4 – Richiesta di dati di monitoraggio della Strategia Marina.... | 8 |
| 1.1 | Obiettivo del servizio applicativo..... | 8 |
| 1.1.1 | Introduzione..... | 8 |
| 1.1.2 | Scopo generale | 9 |
| 1.1.3 | Esigenze e Requisiti Chiave | 9 |
| 1.1.4 | Tematiche e Obiettivi Correlati..... | 9 |
| 1.1.4.1 | Acquisizione dei dati | 9 |
| 1.1.4.2 | Pre-elaborazione dei dati..... | 9 |
| 1.1.4.3 | Catalogazione dei dati | 11 |
| 1.1.4.4 | Pubblicazione dei dati..... | 11 |
| 1.1.5 | Benefici attesi..... | 12 |
| 1.1.6 | Vincoli e limitazioni..... | 12 |
| 1.1.7 | Stakeholder coinvolti | 12 |
| 1.1.8 | Conclusione e riepilogo | 12 |
| 1.2 | Requisiti Funzionali..... | 12 |
| 1.2.1 | Elenco dei requisiti funzionali..... | 15 |
| 1.3 | Architettura logico-applicativa del sistema..... | 32 |
| 1.3.1 | Requisiti Non-Funzionali | 32 |
| 1.3.2 | Diagramma Architetture | 33 |
| 1.3.3 | Piattaforme SIM utilizzate..... | 35 |
| 1.4 | Dati di input..... | 39 |
| 1.4.1 | Introduzione ai dati di Input | 39 |
| 1.4.2 | Catalogo delle fonti di dati..... | 39 |
| 1.4.3 | Specifiche di Contenuto | 44 |
| 1.5 | Sistemi federati..... | 53 |
| 1.5.1 | Introduzione ai Sistemi Federati..... | 53 |
| 1.6 | Funzioni, Algoritmi e Modelli | 53 |

| | | |
|-------|--|----|
| 1.6.1 | Introduzione e panorama generale..... | 53 |
| 1.6.2 | Criteri di selezione..... | 54 |
| 1.6.3 | Dettagli sugli Algoritmi | 54 |
| 1.6.4 | Dettagli sui Modelli | 62 |
| 1.6.5 | Interazione tra Algoritmi e Modelli..... | 62 |
| 1.6.6 | Casistica di Utilizzo | 62 |
| 1.7 | Dati di output..... | 63 |
| 1.7.1 | Introduzione..... | 63 |
| 1.7.2 | Elenco Dati di Output | 63 |

Acronimi

AIS: Automatic Identification System – Guardia Costiera

AMP: Area Marina Protetta

CP: Corpo delle Capitanerie di Porto

EMODnet: Rete europea di osservazione e di dati dell'ambiente marino

ENEA: Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo sostenibile

GC: Guardia Costiera

HNS: *Hazardous and Noxious Substances* – Sostanze pericolose e nocive

ISPRA: Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale

SIC: Sistema Informativo Centralizzato di ISPRA per la *Marine Strategy*

SNPA: Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente

ZEE: Zona Economica Esclusiva

ZPE: Zona di Protezione Ecologica

ZPS: Zona di Protezione Speciale

Definizioni

ALTO MARE: mare aperto, specificatamente quello che non rientra in nessuna giurisdizione nazionale (Convenzione Montego Bay, 1982).

AREE MARINE PROTETTE: aree istituite ai sensi delle Leggi n. 979/82 e n. 394/91; sono costituite da ambienti marini, acque, fondali e tratti costieri prospicienti, che presentano un rilevante interesse per le caratteristiche naturali, geomorfologiche, fisiche, biochimiche con particolare riguardo alla flora ed alla fauna marine e costiere e per l'importanza scientifica, ecologica, culturale, educativa ed economica che rivestono. Possono essere costituite anche da un ambiente marino avente rilevante valore storico, archeologico ambientale e culturale.

CAPPING: tecnica utilizzata per coprire un inquinante affondato con materiale, inerte e impermeabilizzante, che impedisce o riduce il suo contatto con l'ambiente marino.

COMMON EMERGENCY COMMUNICATION AND INFORMATION SYSTEM (CECIS): piattaforma informatica comunitaria in grado di comunicare e di scambiare informazioni, tra l'ERCC e i punti di contatto nazionali degli Stati membri.

CONTENIMENTO: operazione effettuata mediante la disposizione di barriere galleggianti o complesso tangone-barriera, finalizzato a contenere la chiazza di contaminazione e agevolare le successive operazioni di rimozione.

COSTA: si intende, ai sensi del presente Piano, il tratto di territorio ricadente in terra, là dove, per azione di marea, risacca o mareggiata, può arrivare il prodotto inquinante sversato in mare.

DANNO AMBIENTALE: qualsiasi deterioramento significativo e misurabile, diretto o indiretto, di una risorsa naturale o dell'utilità assicurata da quest'ultima, come indicato ai sensi dell'art. 300, del D. Lgs 152/2006.

EUROPEAN RESPONSE AND COORDINATION CENTRE (ERCC): Centro di coordinamento della risposta all'emergenza nell'ambito del Meccanismo unionale di protezione civile.

HAZARDOUS AND NOXIOUS SUBSTANCES (HNS) – Sostanze pericolose e nocive: ogni sostanza diversa da un idrocarburo che, se introdotta nell'ambiente marino, rischia di mettere in pericolo la salute umana, nuocere alle risorse biologiche e alla flora e alla fauna marine, recare pregiudizio alle attrattive dell'ambiente marino o ostacolare qualsiasi altro utilizzo legittimo del mare. (ex art. 1 Protocollo relativo alla cooperazione in materia di prevenzione dell'inquinamento provocato dalle navi e, in caso di situazione critica, di lotta contro l'inquinamento del Mare Mediterraneo. Gazzetta ufficiale n. L 261 del 06/08/2004 pag. 0041 – 0046).

IN-SITU BURNING: tecnica che prevede la combustione volontaria degli idrocarburi galleggianti per eliminare l'inquinante dalla superficie del mare.

INQUINAMENTO MARINO: introduzione diretta o indiretta, da parte umana, di sostanze o energia nell'ambiente marino, che provochi effetti deleteri quali: danno alle risorse viventi, rischio per la salute umana, ostacolo alle attività marittime compresa la pesca, deterioramento della qualità dell'acqua per gli usi dell'acqua marina e riduzione delle attrattive (FONTE: Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Pollution – GESAMP).

LUOGO RIFUGIO: il porto o parte di esso o altro luogo di ancoraggio o ormeggio protetto o altra area riparata individuata per accogliere una nave che necessita di assistenza.

NAVE CHE NECESSITA DI ASSISTENZA: nave che si trova in una situazione che potrebbe comportarne il naufragio o un pericolo per l'ambiente o la navigazione (fatte salve le disposizioni della Convenzione SAR sul salvataggio delle persone).

PIANO DPC: Piano 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, Edizione 2022.

PIANO MITE: Piano di pronto intervento per la difesa del mare e delle zone costiere da inquinamenti di idrocarburi e da altre sostanze pericolose e nocive, del Ministero della Transizione Ecologica – MITE, Edizione 2022.

RIMOZIONE: operazione che può avvenire con azione meccanica (a mezzo di skimmer) oppure manuale (mediante l'impiego di materiali assorbenti).

STAZIONE: apparato, boa, o dispositivo sensorizzato in campo per il rilevamento di specifici dati meteo-marini ed ambientali

VESSEL TRAFFIC MANAGEMENT AND INFORMATION SYSTEM (VTMIS): sistema integrato di monitoraggio e gestione del traffico marittimo e delle emergenze in mare in dotazione alle Autorità competenti come definite dalla lettera n) del comma 1 dell'art. 2 del Dlgs n. 196/2005.

WEATHERING: il termine, riferito agli idrocarburi sversati in mare, indica un processo di invecchiamento, indotto da agenti fisici, chimici e ambientali che si manifesta in un cambiamento della composizione chimica e del volume dei prodotti sversati (per approfondimenti: Quaderno ISPRA n. 5 La valutazione della contaminazione del litorale a seguito di oil spill, Allegato 9).

ZONA COSTIERA: zona di mare, adiacente alla costa, dove possono operare i battelli antinquinamento ed i mezzi nautici idonei ad azioni di contenimento e recupero meccanico.

ZONA ECONOMICA ESCLUSIVA (ZEE): zona di mare circostante il mare territoriale e ad essa adiacente, che può estendersi fino a 200 miglia dalle linee di base dalle quali è misurata l'ampiezza del mare territoriale, come definita dalla convenzione delle Nazioni Unite sul diritto del mare, istituita in Italia con la Legge 14 giugno 2021, n. 91.

ZONA MARITTIMA: suddivisione amministrativa del litorale italiano; è l'ambito di competenza della direzione marittima, quale ufficio periferico del MIMS, a cui è preposto il Direttore Marittimo.

ZONA DI PROTEZIONE ECOLOGICA (ZPE): corrispondente a zone di particolare sensibilità ricadenti nell'area di mare compresa tra il limite esterno del mare territoriale e fino ai limiti determinati sulla base di accordi con gli stati interessati, come definito dalla Convenzione delle Nazioni Unite sul diritto del mare (UNCLOS), autorizzata in Italia con la Legge 8 febbraio 2006, n. 61 (Allegato 10).

1 CU.V3.4 – Richiesta di dati di monitoraggio della Strategia Marina

1.1 Obiettivo del servizio applicativo

1.1.1 Introduzione

Come *inquinamento marino da idrocarburi* si definiscono eventi diversi, originati per motivi operativi, accidentali o volontari, da una pluralità di fonti: navi, impianti petroliferi di estrazione e di raffinazione, condotte sottomarine, cisterne di combustibile per impianti industriali, ecc. L'idrocarburo può essere sversato direttamente in mare oppure essere veicolato al mare da fiumi, canali, condotte nonché arrivare a mare dopo essersi infiltrato nel terreno della costa.

Le cause che hanno determinato l'inquinamento, la sua origine ed il fatto che la fonte sia nota o sconosciuta sono variabili che influenzano i tempi di inizio delle attività antinquinamento, le strategie di contrasto, le attività di polizia giudiziaria messe in atto per perseguire gli eventuali responsabili e la successiva attività di recupero crediti.

Altre variabili determinano, in maniera più stringente, il livello di emergenza:

- Le caratteristiche chimico fisiche del prodotto — densità, viscosità, e *pour point* — che determinano la persistenza, la tossicità ed il comportamento in mare.
- Il quantitativo sversato.
- L'area interessata sia dal punto di vista ambientale — presenza di AMP, SIC, ZSC, ZPS, aree di particolare pregio naturalistico, aree di nidificazione di specie protette — sia socioeconomico — aree di mitilicoltura, itticultura, zone con alto valore turistico, presenza di dissalatori, prese a mare per il raffreddamento di impianti industriali.
- La distanza dalla costa, che limita i mezzi che possono intervenire, determinando i tempi di risposta in mare.
- Le condizioni meteo-marine, che determinano i processi di invecchiamento (*weathering*) del prodotto in mare, modificando il suo comportamento e le tecniche di intervento.
- Le condizioni meteo-marine compresa la circolazione, la temperatura del mare la densità e le condizioni di moto ondoso che determinano tutte assieme il trasporto della macchia in mare, la sua dispersione in superficie e nella colonna d'acqua, i processi di emulsificazione lungo la colonna d'acqua.
- Le condizioni marine al fondo in caso di incidenti di fuoriuscite in profondità.
- La tipologia di costa che determina i processi di beaching.
- L'idrologia dell'area interessata e la presenza di fiumi e canali che scaricano a mare.
- Il periodo dell'anno: a parità di area colpita, la variabilità stagionale incide in maniera determinante, dal punto di vista dell'impatto sia ambientale che socioeconomico.

Scopo dell'applicativo è, in tale contesto, l'acquisizione le fonti dati necessarie all'elaborazione e gestione di una strategia marina. Tali dati saranno resi disponibili agli utenti quali Guardia Costiera, MASE, Protezione Civile, ARPA e SNPA, enti locali ed istituzioni che governano le politiche territoriali, ISPRA, ENEA, nonché gli enti di ricerca che intendano utilizzare i dati acquisiti (previa approvazione del MASE).

1.1.2 Scopo generale

Lo scopo principale del servizio è, quindi, quello di acquisire ed elaborare in termini continuativi dati di monitoraggio — satellitari-spaziali, e meteo-marino-ambientali — al fine di permettere l'elaborazione di una strategia di controllo proattiva.

Le complessità comportamentali degli idrocarburi sversati, le condizioni meteo-marine mutevoli, la scarsità di dati osservazionali, il ritardo nella trasmissione di tali dati osservativi, il discontinuo e non coordinato impiego di modelli addestrati di *computer vision* di immagini satellitari per la *oil spill detection* e di modelli predittivi di circolazione, meteorologici, di moto ondoso e di *oil-spill* possono compromettere le operazioni di risposta all'emergenza da parte degli enti coinvolti. Il sistema integrato proposto si pone quindi l'obiettivo di colmare i gap esistenti e fornire strumentazione operativa per agevolare il coordinamento operativo e l'intervento da parte degli stakeholder coinvolti.

1.1.3 Esigenze e Requisiti Chiave

In tale contesto, tale componente applicativa è dedicata ai processi di **acquisizione** (*data ingestion*), **pre-elaborazione** (*data preparation*), **catalogazione** (*data cataloging*), e **pubblicazione** (*data publishing & querying*) dei dati — satellitari-spaziali, e meteo-marini-ambientali — che alimenteranno i modelli di rilevazione dello sversamento (*oil-spill*), di predizione della suo trasporto e trasformazione in mare (*oil-drift*), di elaborazione delle mappe di rischio ambientale e socioeconomico.

1.1.4 Tematiche e Obiettivi Correlati

| Tematica | Obiettivo |
|---------------------------|---|
| Acquisizione dei dati | Processi continuativi di <i>data ingestion</i> dei dati satellitari-spaziali, e meteo-marini-ambientali. |
| Pre-elaborazione dei dati | Processi continuativi di <i>data preparation</i> dei dati satellitari-spaziali, e meteo-marini-ambientali. |
| Catalogazione dei dati | Processi di <i>data cataloging</i> dei dati satellitari-spaziali, e meteo-marini-ambientali. |
| Pubblicazione dei dati | Funzionalità di <i>data publishing & querying</i> dei dati satellitari-spaziali, e meteo-marini-ambientali. |

1.1.4.1 Acquisizione dei dati

I processi di acquisizione dei dati saranno strutturati come processi *batch* a cadenze temporali predefinite, e/o come processi di *stream ingestion* di flussi di dati in modalità *real time*. Si procederà anche all'acquisizione iniziale, laddove disponibile, delle serie temporali dei dati con profondità storica opportunamente ampia.

1.1.4.2 Pre-elaborazione dei dati

I processi di pre-elaborazione dei dati satellitari-spaziali sono funzionali alla gestione di:

- **Apply Orbit File** — Poiché i dati di stato dell'orbita forniti nei metadati SAR non sono accurati, tali dati saranno perfezionati con i file orbitali precisi disponibili nei giorni successivi, che forniscono informazioni d'orbita precise sulla posizione e sulla velocità del satellite.
- **Border Noise Removal** — Si applicheranno algoritmi che permettono di mascherare e/o correggere i disturbi ai bordi delle immagini tipici del processamento dei dati SAR grezzi.
- **Thermal Noise Removal** — Si applicheranno algoritmi che permettono la rimozione del rumore termico in un'immagine SAR, dovuto essenzialmente alla temperatura delle componenti elettroniche dei sensori.
- **Radiometric Calibration** — Si applicheranno algoritmi di calibrazione per correggere gli errori radiometrici nei dati SAR. Tali errori possono essere causati da una serie di fattori, quali la risposta del radar, l'attenuazione atmosferica e il rumore. L'obiettivo della calibrazione SAR è fornire immagini in cui i valori dei pixel possano essere direttamente correlati al *backscatter* radar della scena. Sebbene le immagini SAR non calibrate siano sufficienti per l'uso qualitativo, le immagini SAR calibrate sono essenziali invece per l'uso quantitativo dei dati SAR. La tipica elaborazione dei dati SAR (immagini di *livello 1*) non include correzioni radiometriche, e pertanto sarà necessario applicare tali correzioni in modo che i valori dei pixel rappresentino realmente il *backscatter* radar della superficie riflettente. La correzione radiometrica è necessaria anche per il confronto di immagini SAR acquisite con sensori diversi, oppure acquisite dallo stesso sensore ma in tempi diversi, in modalità diverse, o elaborate da processori diversi.
- **Gap-Filling**: Si applicheranno diverse metodologie utilizzate per colmare gap dei pixel in una serie temporale di immagini: interpolazione lineare, quadratica e/o *spline*.
- **Slice Assembly** — Poiché un'acquisizione completa di *Sentinel-1* è distribuita in prodotti *L0* o *L1* che rappresentano le diverse *slice* del prodotto totale, si applicheranno algoritmi che consentono di ricostruire l'immagine dell'acquisizione totale.
- **Terrain Correction** — Si applicheranno algoritmi di *correzione del terreno* per correggere le distorsioni geometriche causate dalla topografia del terreno. Tali distorsioni possono rendere difficile l'interpretazione dei dati SAR e possono causarne errori di calcolo nelle elaborazioni quantitative.
- **Filtraggio dello speckle** — Si applicheranno algoritmi di filtraggio dello *speckle*, ovvero del rumore che si presenta nei dati SAR a causa della natura interferometrica del radar.

I processi di pre-elaborazione dei dati meteo-marini-ambientali sono funzionali alla gestione di:

- **Dati anomali ed outlier** — Gli *outlier* sono dati che si discostano in modo significativo dal resto del set di dati. Possono essere causati da errori di misurazione, dati mancanti o eventi imprevisti. Gli algoritmi per gestire gli outlier saranno utilizzati per identificare e rimuovere questi dati, oppure per modellarli in modo da non influenzare l'analisi dei dati.
- **Dati mancanti** — I dati mancanti possono essere causati da errori di raccolta, problemi tecnici o semplicemente dal fatto che non è possibile raccogliere tutti i dati. Gli algoritmi per gestire i dati mancanti saranno utilizzati per riempire i dati mancanti con valori stimati, o per utilizzare i dati disponibili per ottenere risultati comunque attendibili.
- **Dati incompleti** — I dati incompleti sono dati che non contengono tutte le informazioni necessarie per essere utilizzati. Gli algoritmi per gestire i dati incompleti saranno utilizzati per

completare i dati incompleti con informazioni esterne, o per adoperare le informazioni disponibili per ottenere risultati comunque attendibili.

- **Dati eterogenei** — I dati eterogenei sono dati che provengono da diverse fonti e sono formattati in modo diverso. Gli algoritmi per gestire i dati eterogenei saranno utilizzati per unificare i dati in un formato comune, in modo da poterli adoperare in modo efficiente.

1.1.4.3 Catalogazione dei dati

I processi di catalogazione garantiranno di:

- Governare il ciclo di vita dei dati, la loro permanenza all'interno del *data lake*, le informazioni analitiche delle trasformazioni che li hanno interessati.
- Garantire i livelli opportuni di sicurezza e *privacy*, definendo politiche di accesso ai dati, mascherando dati sensibili, garantendo il rispetto più complessivo del *GDPR*.
- Favorire l'integrazione dei dati, anche a fronte della eterogeneità della loro struttura, della loro provenienza, della loro diversa granularità in termini tanto temporali che di georeferenziazione.

1.1.4.4 Pubblicazione dei dati

I processi di pubblicazione renderanno disponibili agli *stakeholder* fornitori dei dati, nonché a tutti gli attori del sistema SIM opportunamente abilitati e profilati (come utenti operativi o esperti), servizi di interrogazione, correlazione, aggregazione, sintesi dei dati.

Nello specifico, gli **utenti operativi** disporranno di servizi di interrogazione e *query* dei dati di monitoraggio marino, con filtri di periodo temporale, e perimetro georeferenziato attraverso interfaccia *web-GIS*: potranno selezionare manualmente un'area di interesse tramite *bounding-box* o poligono, o inserire un perimetro di ricerca attraverso dati vettoriali in formati predefiniti come *KML* – *Keyhole Markup Language* o *WKT* – *Well-Known Text*.

Tali utenti potranno inoltre:

- Accedere al catalogo dei dati, ed ai suoi metadati.
- Localizzare e selezionare su mappa i punti di monitoraggio dei dati di interesse.
- Ricercare le stazioni di monitoraggio e di rilevamento presenti in un'area localizzata, e disporre delle informazioni di riferimento: posizione, tipologia di dati raccolti, eventuale sensoristica installata.
- Accedere ai dati esterni al SIM resi disponibili dai sistemi federati.

Infine, saranno disponibili funzionalità di *downloading* dei dati.

Gli **utenti esperti** disporranno di ulteriori funzionalità specifiche di correlazione, aggregazione, sintesi, ed elaborazione dei dati: l'applicativo permetterà la progettazione di funzioni personalizzate per elaborare i dati provenienti dalla stazione selezionata, e l'implementazione di funzioni che potranno elaborare e aggregare i dati in modi diversi per scopi statistici e d analitici.

Infine, altri **servizi applicativi** — interni o esterni al SIM — potranno accedere ai dati disponibili raccolti attraverso specifiche *API* applicative accessibili via *end-point* applicativo.

1.1.5 Benefici attesi

I benefici attesi dall'utilizzo dell'applicativo includono:

- Maggiore accessibilità ai dati di monitoraggio ambientale.
- Miglior comprensione delle condizioni marine attraverso rappresentazioni visive e confronti di dati.
- Supporto alle decisioni basate su dati concreti e aggiornati.

1.1.6 Vincoli e limitazioni

Vincolo potenziale è la disponibilità di dati esterni che potrebbero essere soggetti a limitazioni di tipo normativo o di classificazione del dato.

1.1.7 Stakeholder coinvolti

I principali stakeholder coinvolti sono la Guardia Costiera, il MASE, gli enti locali ed istituzioni che governano le politiche territoriali, ISPRA, ENEA, nonché gli enti di ricerca che intendano utilizzare i dati acquisiti (previa approvazione del MASE), attivi nell'ambito del monitoraggio marino.

Gli stakeholder sono anche utenti del sistema e possono essere profilati con ruoli diversi.

Saranno profilati anche utenti esperti che disporranno di ulteriori funzionalità specifiche di correlazione, aggregazione, sintesi, ed elaborazione dei dati.

1.1.8 Conclusione e riepilogo

In conclusione, l'applicativo rappresenta un passo significativo verso l'accesso semplificato e l'analisi efficiente dei dati di monitoraggio marino. La sua interfaccia intuitiva e le funzionalità avanzate lo rendono uno strumento prezioso per gli *stakeholder* coinvolti nella strategia marina, fornendo dati affidabili, certificati e validati per decisioni informate.

1.2 Requisiti Funzionali

Tale componente applicativa acquisisce ed elabora in termini continuativi dati di monitoraggio satellitari-spaziali, e meteo-marino-ambientali. Denominata 3.4, essa compone con le applicazioni 3.1, 3.2, 3.3 e 3.5 uno *stack* applicativo — denominato appunto *Verticale 3* — strutturato come *pipeline* unitaria di processo in cui ciascun componente alimenta il successivo, in questa sequenza:

- **Acquisizione continuativa dei dati di monitoraggio satellitari-spaziali, e meteo-marino-ambientali** (3.4).
- **Oil Slick Detection**, da algoritmi addestrati di *computer vision* delle immagini satellitari, ed **Oil Drift Prediction** da modelli open source di simulazione *del trasporto e trasformazione* degli idrocarburi in mare (3.1, 3.2, 3.3).
- Elaborazione delle **mappe di rischio** (3.5).

La figura seguente rappresenta ad alto livello tale *pipeline* di processo:

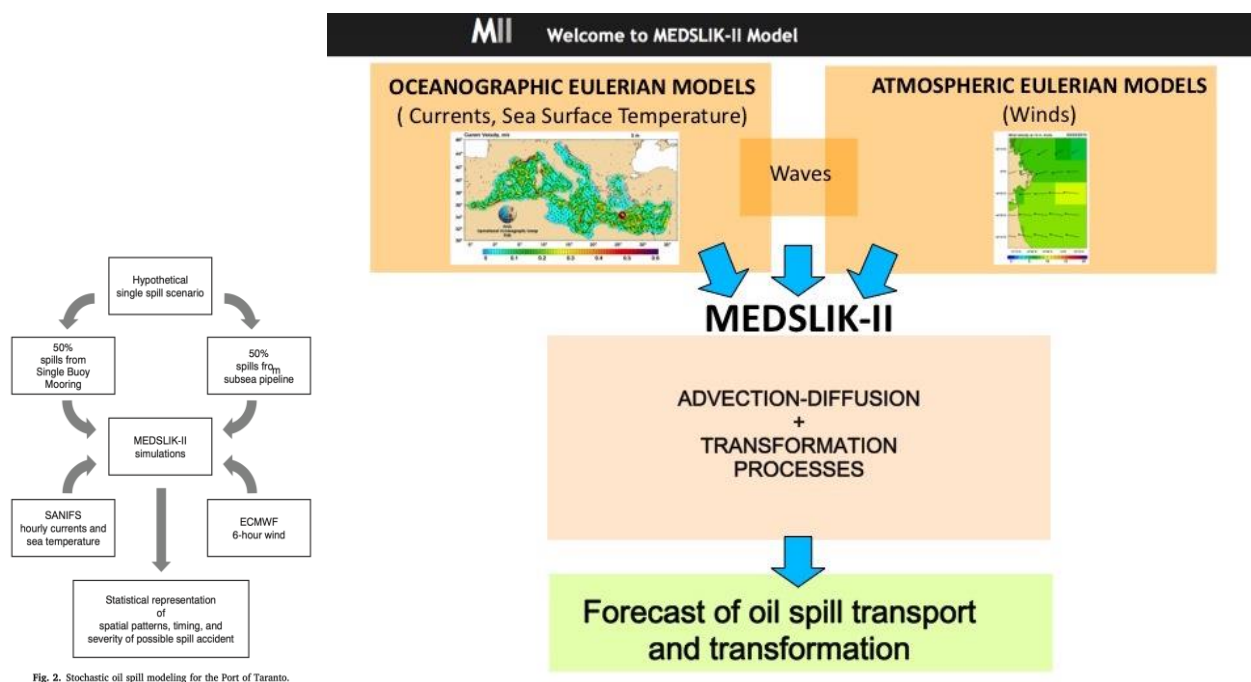


Figura 1- Pipeline di processo del Verticale 3

In termini sintetici la *pipeline* applicativa acquisisce flussi continui ed eterogenei di dati satellitari-spaziali, e meteo-marino-ambientali (meteoceanografici, geomorfologici, ecosistemici, di traffico navale, ...), li pre-processa (con specifici processi di *enrichment*, *completion*, *resampling*, ...), e li dispone ad essere *consumati* dai modelli detettivi e predittivi che infine renderanno disponibili le informazioni occorrenti alla elaborazione delle mappe di rischio.

La componente di oil drift prediction è composta dal modello di oil spill.

Il modello di oil spill simula il trasporto della chiazza di petrolio in superficie e in profondità, influenzato dalle correnti d'acqua e dal vento. Le particelle di petrolio sono anche disperse da componenti di fluttuazione turbolenta, parametrizzate con uno schema di random walk. Il modello dovrà avere anche una componente di plume/Jet per simulare le dispersioni di idrocarburi dal conduttore sul fondo del mare o da navi affondate.

Oltre agli spostamenti advettivi e diffusivi, le particelle di fuoriuscita di petrolio cambiano a causa di vari processi fisici e chimici che trasformano il petrolio (evaporazione, emulsificazione, dispersione nella colonna d'acqua, adesione alla costa). Il Modello di oil spill deve includere una rappresentazione adeguata delle correnti ad alta frequenza e dei campi di vento negli elementi advettivi del modello di traiettoria lagrangiana, l'introduzione della velocità di deriva di Stokes e il collegamento con i dati di rilevamento da satellite ottenuti dal modulo di detection.

I forzanti oceanografici dovranno essere quelli del Copernicus Marine Service o modelli costieri 3D annidati in Copernicus a più alta risoluzione anche a griglia non strutturata.

Per i forzanti meteo si potranno utilizzare i forzanti del Centro Europeo ECMWF e in aggiunta modelli operativi a più alta risoluzione dell'Aeronautica Militare o di altri Enti Meteo.

Tabella Esempi di Sistemi di previsione meteo-oceanica offerti sulla piattaforma

| Sistemi di previsione oceanica offerti dalla piattaforma | | | |
|--|---------------------|----------------------|---|
| Nome | Risoluzione | Copertura Geografica | Descrizione |
| Copernicus Marine Environment Monitoring Service (CMEMS) GLOBAL OCEAN 1/12° PHYSICS ANALYSIS AND FORECAST UPDATED DAILY | 1/12 grado (~9km) | Globale | <p>Previsione oceanica globale tridimensionale per i prossimi 10 gg e con aggiornamento giornaliero.</p> <p>Correnti superficiali indotte dal moto di onda e maree sono previste.</p> <p>Sistema di previsione con assimilazione operativa di osservazioni satellitari e in-situ.</p> |
| Copernicus Marine Environment Monitoring Service (CMEMS) MEDITERRANEAN SEA PHYSICS ANALYSIS AND FORECAST | 1/24 grado (~4,5km) | Bacino Mediterraneo | <p>Previsione oceanica tridimensionale per i prossimi 10 gg e con aggiornamento giornaliero.</p> <p>Correnti superficiali indotte dal moto di onda e maree sono previste.</p> <p>Sistema di previsione con assimilazione operativa di osservazioni satellitari e in-situ.</p> |

| Sistemi di previsione atmosferica offerti dalla piattaforma | | | |
|--|--------------------|---------|---|
| European Center of Mid-Range Weather Forecasting (ECMWF) High Resolution Atmospheric Forecast | 1/10 grado (~11km) | Globale | <p>Previsioni dei venti a 10m, tra altre variabili, per i prossimi 10 gg con aggiornamenti ogni 6 ore.</p> <p>La qualità delle previsioni ECMWF è valutata continuamente dalla ECMWF stessa e dalla Organizzazione Mondiale della Meteorologia (WMO) ottenendo punteggio superiore agli altri sistemi in forma consistente.</p> |

Input e Output. Il modello di oil spill richiede come input i dati della fuoriuscita di petrolio, il campo del vento, la temperatura della superficie del mare e le correnti marine tridimensionali. Il modello

può utilizzare campi di vento atmosferico e oceanografico (cioè correnti, temperatura e onde) da diverse fonti. I dati della fuoriuscita di petrolio necessari per definire una condizione iniziale numerica sono: posizione, tempo e area della fuoriuscita, nonché l'età della fuoriuscita di petrolio dall'arrivo iniziale in mare. Queste informazioni possono essere facilmente fornite al modello di oil spill dal modulo di monitoraggio satellitare. Il modello di oil spill produce in output l'evoluzione delle proprietà del petrolio e la posizione, ogni ora e per i giorni successivi, della chiazza di petrolio in superficie, dispersa e arrivata sulle coste.

I dati satellitari-spaziali, e meteo-marino-ambientali sono comunque disponibili agli utenti applicativi attraverso un *web-GIS layer* e rilasciati tramite servizi API e WMS.

Oltre che simulazioni automatiche di oil drif da immagini da satellite la piattaforma dovrà permettere simulazioni on demand con condizioni iniziali puntiformi e poligoni.

In caso l'utente lanci dei drifter per il monitoraggio delle correnti superficiali dovrà essere possibile caricare e visualizzare la posizione del drifer assieme ai risultati delle simulazioni.

Mappe di rischio.

Le mappe di rischio saranno ottenute attraverso la valutazione della pericolosità della dispersione di idrocarburi in mare. Le sorgenti considerate saranno le raffinerie costiere, le piattaforme estrattive in mare e il traffico marittimo.

Saranno condotte simulazioni stocastiche di fuoriuscite virtuali di petrolio da navi nei mari italiani per un periodo di almeno 5 anni nel passato, utilizzando le densità di navigazione della European Marine Observation and Data Network come proxy e le posizioni delle raffinerie e piattaforme estrattive per le posizioni iniziali delle fuoriuscite operative. Il modello di fuoriuscita di petrolio dovrà essere eseguito utilizzando correnti ad alta risoluzione fornite dal Copernicus Marine Service e dai venti del Centro Europeo per le Previsioni a Medio Termine o sistemi nazionali a più alta risoluzione. L'esposizione cronica alle fuoriuscite operative dovrà essere valutata in termini di indici di rischio per cinque gruppi di navi: navi da diporto e passeggeri, navi da carico e servizio, flotta da pesca, petroliere e altre navi, per le raffinerie e per le piattaforme estrattive.

1.2.1 Elenco dei requisiti funzionali

Di seguito vengono descritti i requisiti funzionali e le relazioni tra questi e le specifiche, i vincoli ed assunzioni e test di validazione del prodotto finito.

| id_applicativo_id_rf | descrizione_rf | progettazione_rf | implementazione_rf |
|----------------------|--|---|--|
| V3AP04_RF001 | Acquisizione dei dati satellitari e di monitoraggio marino Il SIM interroga i sistemi federati e/o in | Richieste tramite opportune API / download informazioni | Implementazioni delle API per l'interoperabilità o degli ETL per il download |

| id_applicativo_id_rf | descrizione_rf | progettazione_rf | implementazione_rf |
|----------------------|--|--|---|
| | interoperabilità per le acquisizioni dei dati | | |
| V3AP04_RF002 | Accesso ai dati di monitoraggio marino (1): I dati di monitoraggio marino potranno essere fruibili dall'utente esterno che accederà mediante profilazione all'interfaccia GIS dedicata | Visualizzazione su interfaccia operativa | Funzionalità web-GIS integrata nell'interfaccia operativa del verticale con lo scopo di visualizzare i dati |
| V3AP04_RF003 | Accesso ai dati di monitoraggio marino (2): I dati di monitoraggio marino potranno essere fruibili da altre applicazioni integrate | Fruibilità tramite le funzioni di interoperabilità interne | Le applicazioni integrate accederanno al data-lake dell'applicativo tramite funzioni di interoperabilità interne (con API) |
| V3AP04_RF004 | Download dei dati: Nella GUI saranno presenti funzionalità per il download dei dati provenienti sia dal SIC che da altri sistemi federati e/o in interoperabilità (es. EMODNET) | Funzione di download nella GUI tramite apposita sezione | Funzione di download su protocolli standard (HTTPS, SFTP, ecc) |
| V3AP04_RF005 | Punti di monitoraggio dei parametri di interesse: L'applicativo consentirà di localizzare e visualizzare su mappa i punti di monitoraggio dei parametri di interesse | Visualizzazione su interfaccia operativa | Funzionalità web-GIS integrata nell'interfaccia operativa del verticale con lo scopo di visualizzare i dati. Selezionando un parametro di interesse vengono visualizzati su mappa i punti di monitoraggio |
| V3AP04_RF006 | Ricerca delle stazioni di monitoraggio: L'applicativo consente di ricercare le stazioni di monitoraggio in situ presenti in un'area localizzata tramite inserimento manuale di un poligono o caricamento di un'area d'interesse in formato vettoriale | Visualizzazione su interfaccia operativa | Funzionalità web-GIS integrata nell'interfaccia operativa del verticale con lo scopo di visualizzare i dati. Selezionando manualmente un'area di interesse (BBox, Poligono) o caricando un formato vettoriale (e.g. KML, WKT) vengono |

| id_applicativo_id_rf | descrizione_rf | progettazione_rf | implementazione_rf |
|----------------------|--|---|--|
| | | | visualizzati su mappa i punti di monitoraggio |
| V3AP04_RF007 | <p>Tool di analisi:</p> <p>L'applicativo consentirà di selezionare la stazione di monitoraggio desiderata per visualizzare:</p> <ul style="list-style-type: none"> - informazioni di riferimento della stazione (posizione, tipologia di dati raccolti, eventuale sensoristica installata); - grafico della serie storica dei parametri selezionati secondo un range temporale definito dall'utente; - raffronto grafico delle misure di uno o più parametri tra 2 diverse stazioni | <p>Progettazione di opportune funzioni di elaborazione dei dati. Visualizzazione su interfaccia operativa</p> | <p>Implementazione di opportune funzioni di elaborazione ed aggregazione statistica dei dati. Implementazione su interfaccia operativa dei tool di analisi</p> |
| V3AP04_RF008 | <p>AAA (Accesso, Autenticazione e Autorizzazione):</p> <p>L'applicativo deve consentire l'Accesso, l'Autenticazione e l'Autorizzazione agli utenti secondo i ruoli definiti</p> | <p>Sistema di IAM con definizione dei ruoli</p> | <p>Gestione degli accessi e della profilazione per l'applicazione nel contesto IAM del SIM</p> |

Di seguito, la rappresentazione grafica, sintetica, dei flussi di processo, dai dati, dei modelli:

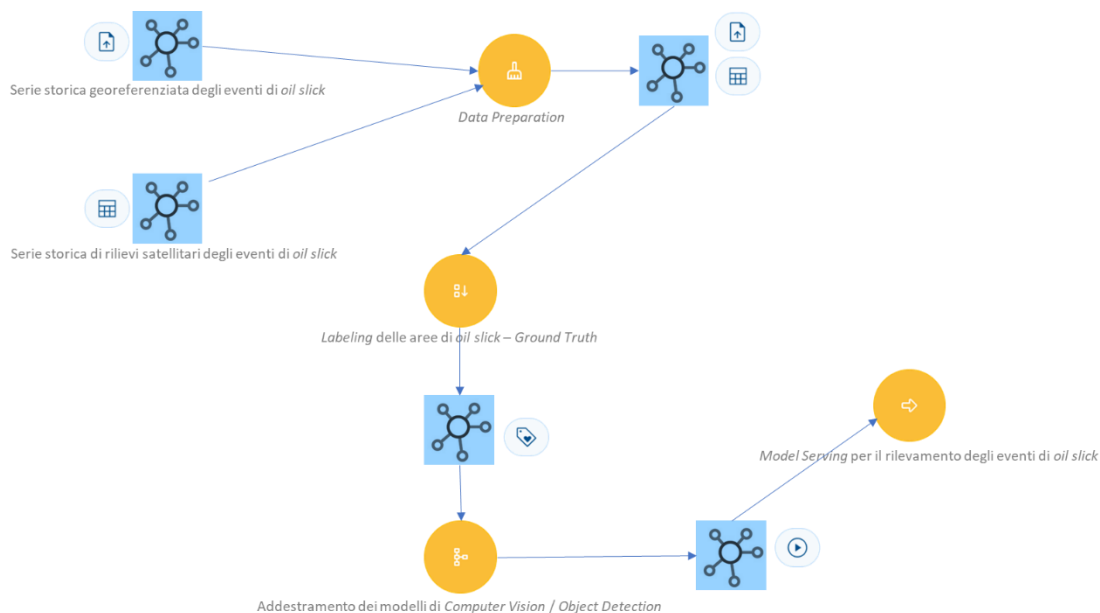


Figura 2 - Pipeline di Oil Spill Detection

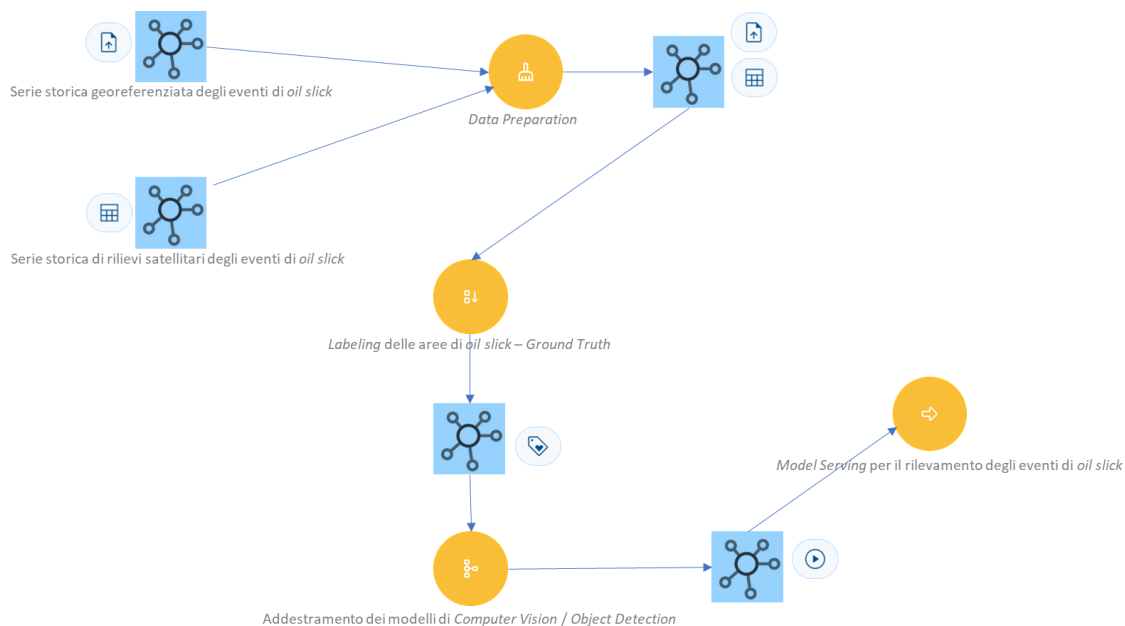


Figura 3 - Pipeline di Oil Drift Prediction

Requisito funzionale V3AP04_RF001

Il SIM interagisce con i sistemi federati e/o in interoperabilità per rilevare o trasmettere informazioni specifiche.

Quando tali sistemi mettono a disposizione delle API, il SIM può utilizzarle per effettuare richieste in modo strutturato e standardizzato. Le API consentono una comunicazione efficiente tra sistemi

diversi e semplificano l'accesso ai dati e alle funzionalità dei sistemi federati. Altrimenti, se le API non sono disponibili o se il SIM necessita di ulteriori dettagli o funzionalità non esposte tramite API, potrebbe essere necessario effettuare una verifica diretta sugli applicativi federati/ in interoperabilità, attraverso l'accesso diretto a tali sistemi o l'esecuzione di operazioni manuali per ottenere le informazioni necessarie.

| CODICE WBS | V3AP04_RF001 |
|-------------------------------|---|
| Area | Ingestion dei dati di monitoraggio marino dal SIC e dagli altri sistemi federati e/o in interoperabilità per le necessità specifiche legate alle applicazioni del SIM. |
| Descrizione del lavoro | <p>Si implementeranno le procedure di ETL per l'acquisizione a sistema dei dati.</p> <p>Quando i sistemi federati/in interoperabilità rendono disponibili delle API (Interfacce di Programmazione Applicativa), il SIM le adopererà per effettuare richieste in modo strutturato e standardizzato. Le API consentono una comunicazione efficiente tra il SIM e gli altri sistemi, semplificando l'accesso ai dati e alle funzionalità.</p> <p>Nel caso in cui le API non siano invece rese disponibili o se il SIM necessiti di ulteriori dettagli o funzionalità non esposte tramite API, sarà necessario implementare un accesso diretto ai dati definito nelle modalità tecniche ed operative con gli stakeholder, owner di tali dati.</p> |
| Presupposti e Vincoli | <p>Presupposti:</p> <p>Comunicazione tramite richieste: Il SIM interagisce con il SIC e sistemi federati e/o in interoperabilità inviando richieste specifiche per ottenere dati o eseguire operazioni.</p> <p>Vincoli:</p> <p>Dipendenza dalle API: Il SIM dipende dalla disponibilità delle API fornite dai sistemi per una comunicazione efficiente. In assenza, saranno implementate funzionalità ad hoc.</p> |
| Deliverables | Procedure applicative di acquisizione e pre-elaborazione dei dati. |

| CODICE WBS | V3AP04_RF001 |
|--------------------------------|--|
| Criteri di accettazione | Il SIM utilizzerà le API del SIC e degli altri sistemi per effettuare richieste in modo strutturato e standardizzato al fine di garantire una comunicazione efficiente tra sistemi diversi e semplificare l'accesso ai dati. |

Requisito Funzionale V3AP04_RF002

I dati territoriali georeferenziati saranno accessibili dagli utenti attraverso un'interfaccia *web-GIS* profilata per ruoli e funzioni:

- **Accesso attraverso profilazione** — L'utente esterno sarà in grado di accedere al sistema attraverso una procedura di profilazione. Questo significa che gli utenti autorizzati accederanno al sistema inserendo le proprie credenziali e ottenendo un accesso personalizzato basato sui loro ruoli e privilegi.
- **Visualizzazione dei dati** — L'interfaccia GIS consentirà la visualizzazione chiara e dettagliata dei dati marini. Gli utenti potranno selezionare quali dati visualizzare sulla mappa, ad esempio dati meteo, dati sulle correnti marine, dati sulla biodiversità marina, ecc.
- **Web-GIS Integrato** — Il sistema includerà una funzionalità web-GIS integrata nell'interfaccia operativa. Ciò significa che gli utenti potranno visualizzare i dati direttamente sulla mappa senza dover utilizzare software GIS separati. Questo renderà l'accesso ai dati più immediato e conveniente.
- **Verifica delle funzionalità** — L'utente sarà in grado di verificare direttamente sull'applicativo le funzionalità offerte. Ciò includerà la possibilità di testare le diverse funzioni di visualizzazione, selezione e analisi dei dati per assicurarsi che soddisfino le proprie esigenze.

| CODICE WBS | V3AP04_RF002 |
|-------------------------------|--|
| Area | Ingestion dei dati di monitoraggio marino dal SIC e dagli altri sistemi federati e/o in interoperabilità per le necessità specifiche legate alle applicazioni del SIM. |
| Descrizione del lavoro | Si procederà nell'implementazione di un sistema di monitoraggio marino che utilizza un'interfaccia GIS (Sistema Informativo Geografico). Gli utenti avranno la possibilità di accedere a dati di monitoraggio marino tramite un'interfaccia utente accessibile mediante la profilazione. L'accesso attraverso la profilazione implica che gli utenti autorizzati potranno accedere al sistema inserendo le proprie credenziali |

| CODICE WBS | V3AP04_RF002 |
|---------------------------------------|--|
| | <p>e ottenendo un accesso personalizzato basato sui loro ruoli e privilegi.</p> <p>L'interfaccia GIS garantirà una visualizzazione chiara e dettagliata dei dati marini, consentendo agli utenti di selezionare i dati da visualizzare sulla mappa, come dati meteo, dati sulle correnti marine, dati sulla biodiversità marina, e altro ancora. Inoltre, il sistema includerà una funzionalità web-GIS integrata nell'interfaccia operativa, il che significa che gli utenti potranno visualizzare i dati direttamente sulla mappa senza dover utilizzare software GIS separati. Questo rende l'accesso ai dati più immediato e conveniente.</p> |
| <p>Presupposti e Vincoli</p> | <p>Accesso tramite Profilazione: Gli utenti autorizzati possono accedere al sistema attraverso la profilazione, utilizzando le proprie credenziali per ottenere un accesso personalizzato basato sui loro ruoli e privilegi.</p> <p>Visualizzazione dei Dati: L'interfaccia GIS deve consentire una chiara e dettagliata visualizzazione dei dati marini. Gli utenti possono selezionare i dati da visualizzare sulla mappa, inclusi dati meteo, dati sulle correnti marine, dati sulla biodiversità marina, e altri.</p> <p>Funzionalità Web-GIS Integrata: Il sistema integra una funzionalità web-GIS nell'interfaccia operativa, permettendo agli utenti di visualizzare i dati direttamente sulla mappa senza la necessità di software GIS separati, migliorando l'accesso e la comodità.</p> <p>Verifica delle Funzionalità: Gli utenti possono verificare direttamente sull'applicativo le funzionalità offerte, compresa la possibilità di testare diverse funzioni di visualizzazione, selezione e analisi dei dati per soddisfare le proprie esigenze.</p> |
| <p>Deliverables</p> | <p>Componente applicativa web-GIS per l'accesso, profilato, ai dati.</p> |
| <p>Criteri di accettazione</p> | <p>L'utente sarà in grado di verificare direttamente sull'applicativo le funzionalità implementate. Ciò</p> |

| CODICE WBS | V3AP04_RF002 |
|------------|--|
| | includerà la possibilità di testare le diverse funzioni di visualizzazione, selezione e analisi dei dati per assicurarsi che soddisfino le proprie esigenze. |

Requisito Funzionale V3AP04_RF003

I dati di monitoraggio marino saranno fruibili da altre applicazioni integrate attraverso funzioni di interoperabilità interne, come API per svolgere determinate funzioni o fornire informazioni aggiuntive.

| CODICE WBS | V3AP04_RF003 |
|--------------------------------|--|
| Area | Ingestion dei dati di monitoraggio marino dal SIC e dagli altri sistemi federati e/o in interoperabilità per le necessità specifiche legate alle applicazioni del SIM. |
| Descrizione del lavoro | L'applicativo renderà disponibili delle API per accedere ai dati di monitoraggio marino tramite funzioni di interoperabilità interne, per svolgere specifiche operazioni o fornire dati aggiuntivi che saranno disponibili per altre applicazioni integrate. |
| Presupposti e Vincoli | È necessario aver acquisito i dati dai sistemi federati e/o in interoperabilità ed averli opportunamente catalogati, al fine di renderli disponibili ad utenti profilati. |
| Deliverables | Servizi applicativi di accesso attraverso API Gateway ai dati. Manuale utente. |
| Criteri di accettazione | Si verificheranno le funzionalità esposte dalle API implementate. |

Requisito Funzionale V3AP04_RF004

Il sistema prevede la funzionalità di *download* dei dati attraverso una applicazione GUI che interagisce con diversi sistemi federati e/o in interoperabilità attraverso protocolli standard.

| CODICE WBS | V3AP04_RF004 |
|-------------|--|
| Area | Ingestion dei dati di monitoraggio marino dal SIC e dagli altri sistemi federati e/o in interoperabilità per le necessità specifiche legate alle applicazioni del SIM. |

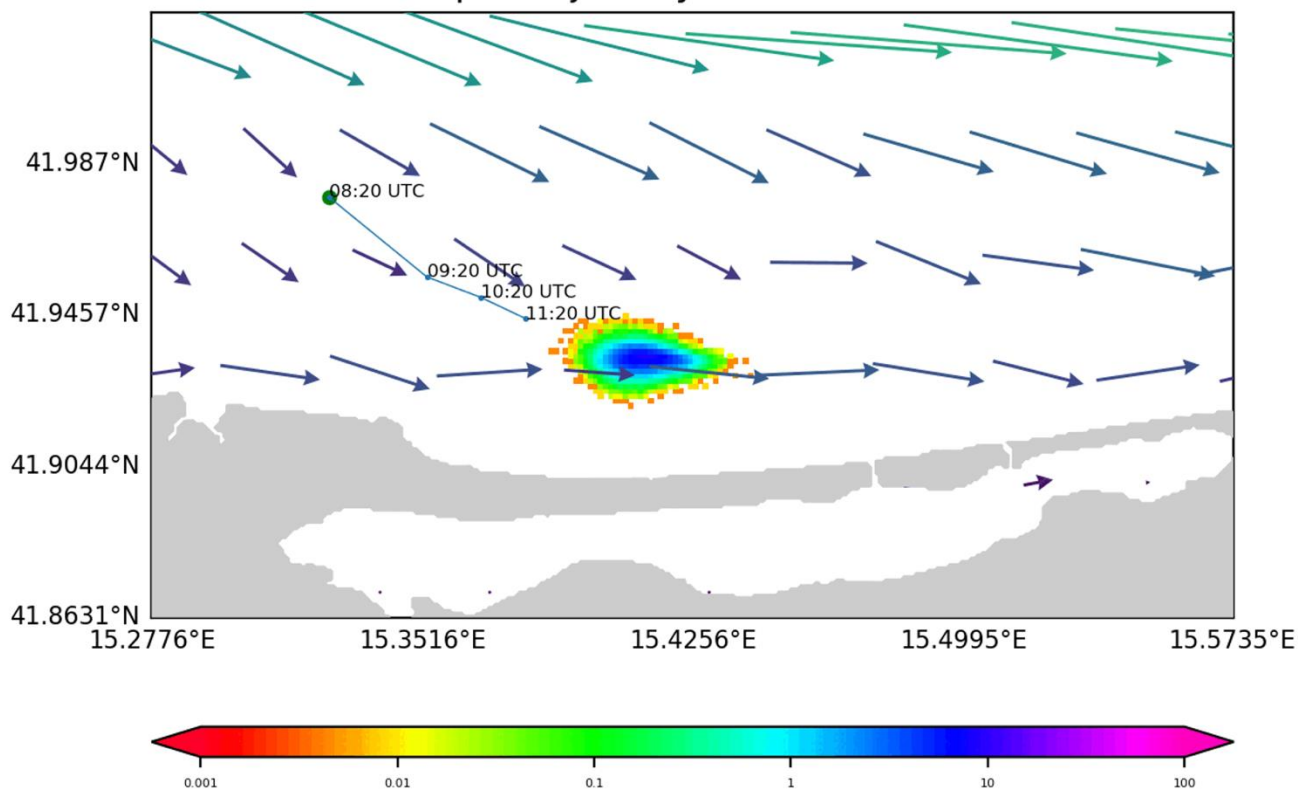
| CODICE WBS | V3AP04_RF004 |
|--------------------------------|---|
| Descrizione del lavoro | L'applicativo disporrà di un sistema con funzionalità di download dati tramite un'interfaccia grafica utente (GUI). |
| Presupposti e Vincoli | È necessario aver acquisito i dati dai sistemi federati e/o in interoperabilità ed averli opportunamente catalogati, al fine di renderli disponibili ad utenti profilati in modalità download |
| Deliverables | Funzionalità di <i>data downloading</i> |
| Criteri di accettazione | Verifica diretta sull'applicativo relativamente alla funzionalità offerta. |

Requisito Funzionale V3AP04_RF005

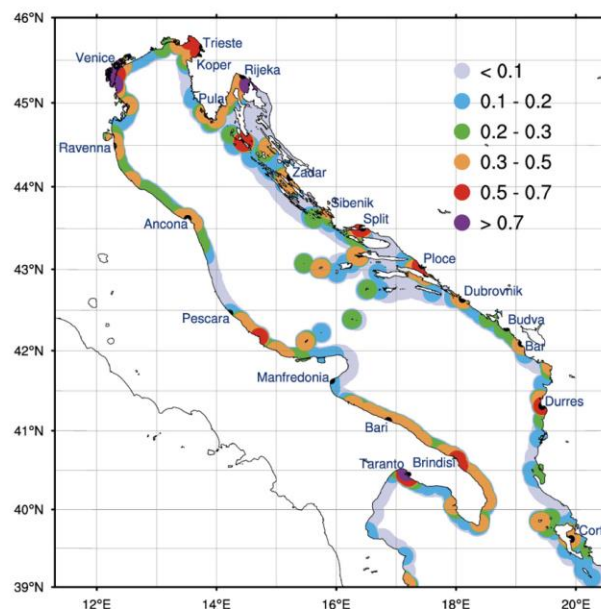
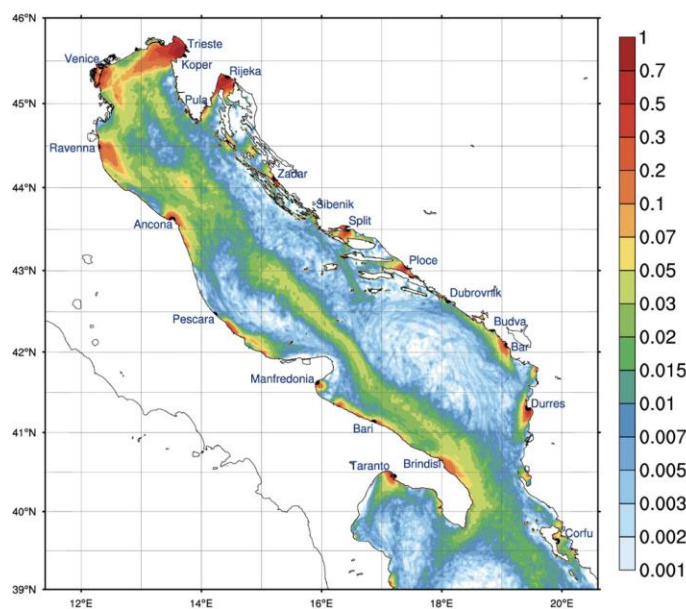
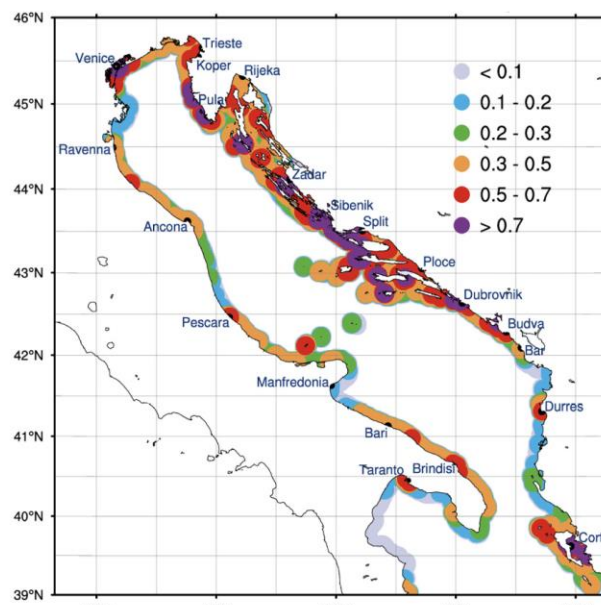
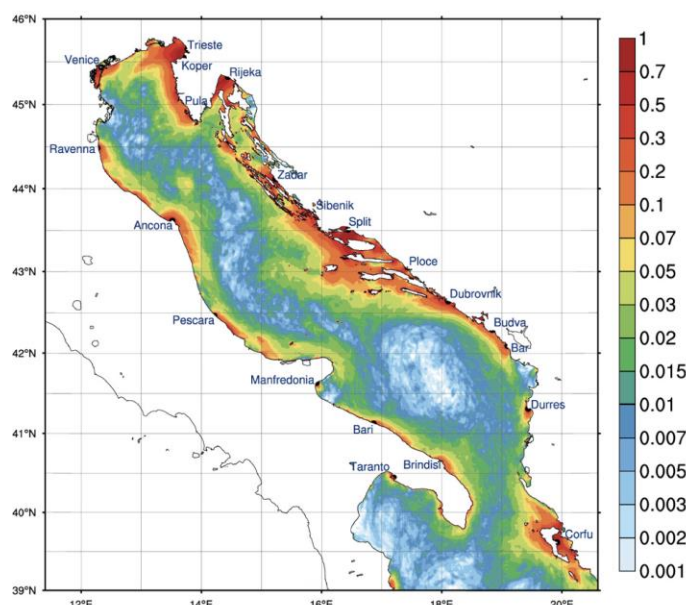
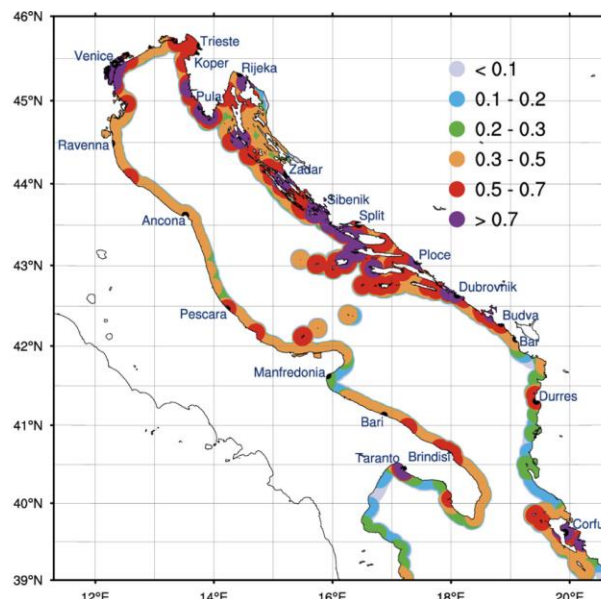
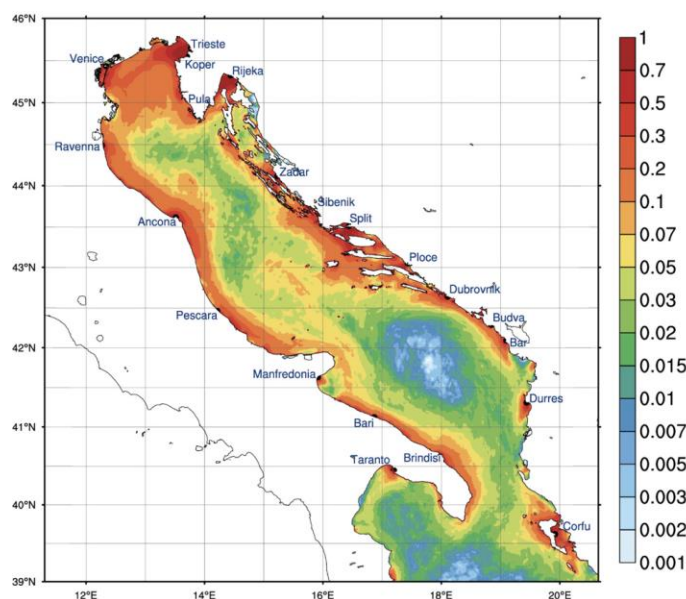
L'applicativo permetterà di individuare e visualizzare su una mappa geografica i punti di monitoraggio relativi ai parametri di interesse:

- **Visualizzazione sull'interfaccia operativa** — L'applicativo offrirà un'interfaccia operativa che consentirà agli utenti di interagire con i dati geografici e i parametri di interesse. Questa interfaccia sarà utilizzata per visualizzare le informazioni sulla mappa e gestire le funzionalità dell'applicativo.
- **Funzionalità Web-GIS Integrata** — Sarà possibile accedere ai dati geografici tramite un browser web senza dover installare software aggiuntivi. Il Web-GIS consentirà di sfruttare le potenzialità della geolocalizzazione e della visualizzazione dei dati geografici in tempo reale.
- **Visualizzazione dei dati dai sistemi federati** — L'applicativo sarà in grado di recuperare e visualizzare dati direttamente dal Sistema Informatico Centralizzato.
- **Verifica delle funzionalità** — Gli utenti potranno testare e assicurarsi che l'applicativo stia effettivamente svolgendo le operazioni previste in modo corretto.

Esempio di visualizzazioni dei risultati di simulazioni predittive.



Esempi di visualizzazioni di mappe di pericolosità di dispersioni di idrocarburi in mare (Liubartseva et al 2023).



In figura le Mappe medie di rischio per il periodo 2017-2020 in superficie del mare (sinistra) e sulle coste (destra) per (a) tutte le navi, (b) navi da diporto e passeggeri e (c) navi da carico e servizio.

| CODICE WBS | V3AP04_RF005 |
|------------------------|--|
| Area | Ingestion dei dati di monitoraggio marino dal SIC e dagli altri sistemi federati e/o in interoperabilità per le necessità specifiche legate alle applicazioni del SIM. |
| Descrizione del lavoro | <p>L'applicativo consentirà agli utenti di individuare e visualizzare punti di monitoraggio su una mappa in base ai parametri di interesse. L'interfaccia operativa consentirà l'interazione con i dati e la gestione delle funzioni.</p> <p>Il sistema integrerà funzionalità web-GIS, consentendo l'accesso ai dati geografici tramite browser senza installare software aggiuntivi. Ciò abiliterà la geolocalizzazione e la visualizzazione in tempo reale dei dati geografici. Inoltre, recupera dati dal Sistema Informatico Centralizzato.</p> <p>L'applicativo permetterà agli utenti di verificare direttamente le sue funzionalità, garantendo il corretto svolgimento delle operazioni previste.</p> |
| Presupposti e Vincoli | <p>Presupposti:</p> <p>Individuazione e Visualizzazione dei Dati Geografici: Il sistema ha la capacità di individuare e visualizzare su una mappa geografica i punti di monitoraggio relativi ai parametri di interesse, implicando che i dati geografici sono disponibili e pertinenti per l'applicativo.</p> <p>Interfaccia Operativa Utente: l'applicativo mette a disposizione degli utenti un'interfaccia operativa che permette loro di interagire con i dati geografici e i parametri di interesse, incluso l'accesso alla mappa e la gestione delle funzionalità dell'applicativo.</p> <p>Funzionalità Web-GIS Integrata: L'applicativo integra le funzionalità di un sistema di informazione geografica basato sul web (Web-GIS), rendendo i</p> |

| CODICE WBS | V3AP04_RF005 |
|--------------------------------|--|
| | <p>dati geografici accessibili tramite un browser web senza richiedere l'installazione di software aggiuntivi.</p> <p>Visualizzazione dei Dati dal Sistema Informatico Centralizzato: L'applicativo è in grado di recuperare e visualizzare dati direttamente dal Sistema Informatico Centralizzato.</p> <p>Verifica delle Funzionalità: Gli utenti hanno la possibilità di testare e verificare direttamente le funzionalità dell'applicativo, il che implica una certa flessibilità e trasparenza nell'uso del sistema.</p> <p>Vincoli:</p> <p>Integrazione Verticale: L'applicativo è progettato per essere utilizzato in un contesto verticale specifico, il che potrebbe limitarne l'uso in altre situazioni o settori.</p> <p>Dipendenza dai Dati Geografici: L'efficacia dell'applicativo dipende dalla disponibilità di dati geografici pertinenti e aggiornati.</p> <p>Accesso tramite Browser Web: L'uso del sistema è vincolato all'accesso tramite un browser web, il che potrebbe implicare limitazioni di compatibilità o requisiti di connessione internet.</p> <p>Integrazione con il Sistema Informatico Centralizzato: L'applicativo deve essere integrato con il Sistema Informatico Centralizzato per accedere ai dati, il che potrebbe richiedere una configurazione specifica e una connettività stabile.</p> <p>Test e Verifica: Nonostante offra la possibilità di verificare le funzionalità, l'efficacia dell'applicativo dipenderà dalla corretta configurazione e utilizzo da parte degli utenti.</p> |
| Deliverables | Componente applicativa web-GIS per l'accesso, profilato, ai dati, nonché per la loro correlazione, aggregazione, sintesi. |
| Criteri di accettazione | L'applicativo offre la possibilità di verificare direttamente la sua funzionalità. Ciò significa che gli |

| CODICE WBS | V3AP04_RF005 |
|------------|---|
| | utenti possono testare e assicurarsi che l'applicativo stia effettivamente svolgendo le operazioni previste in modo corretto. |

Requisito Funzionale V3AP04_RF006

L'applicativo consentirà agli utenti di cercare stazioni di monitoraggio in un'area specifica utilizzando un poligono inserito manualmente o un'area d'interesse caricata in formato vettoriale. Questo sistema offrirà anche un'interfaccia operativa che integra funzionalità web-GIS, consentendo agli utenti di visualizzare i dati già presenti nel Sistema Informatico Centralizzato e sistemi federati e/o in interoperabilità. Gli utenti potranno selezionare manualmente un'area di interesse tramite BBox (Bounding Box) o poligono, o caricare dati vettoriali in formati come KML (Keyhole Markup Language) o WKT (Well-Known Text).

| CODICE WBS | V3AP04_RF006 |
|-------------------------------|---|
| Area | Ingestion dei dati di monitoraggio marino dal SIC e dagli altri sistemi federati e/o in interoperabilità per le necessità specifiche legate alle applicazioni del SIM. |
| Descrizione del lavoro | <p>L'applicativo consentirà agli utenti di individuare stazioni di monitoraggio in una zona specifica. Questa applicazione offrirà diverse funzionalità chiave, tra cui la possibilità per gli utenti di definire manualmente un'area di ricerca utilizzando un poligono o di caricare un'area d'interesse in formato vettoriale. Inoltre, l'applicazione sarà dotata di un'interfaccia utente che integrerà funzioni di web-GIS, permettendo agli utenti di visualizzare i dati già presenti nel SIC e sistemi federati e/o in interoperabilità.</p> <p>Gli utenti avranno la possibilità di selezionare manualmente un'area di interesse utilizzando il concetto di Bounding Box (BBox) o disegnando un poligono personalizzato. Alternativamente, potranno caricare dati vettoriali in formati come KML (Keyhole Markup Language) o WKT (Well-Known Text). In entrambi i casi, l'applicazione visualizzerà i punti di monitoraggio associati all'area specifica sull'apposita mappa.</p> |
| Presupposti e Vincoli | Presupposti: |

| CODICE WBS | V3AP04_RF006 |
|--------------------------------|---|
| | <p>Presenza di stazioni di monitoraggio: si presume che ci siano stazioni di monitoraggio previamente registrate nel Sistema Informatico Centralizzato e nei sistemi federati e/o in interoperabilità, alle quali gli utenti potranno accedere attraverso l'applicativo.</p> <p>Disponibilità di dati vettoriali: gli utenti dovranno avere accesso a dati vettoriali in formati come KML o WKT, o la possibilità di disegnare manualmente un'area di interesse.</p> <p>Vincoli:</p> <p>Utilizzo dell'applicativo: gli utenti potranno utilizzare l'applicativo per cercare stazioni di monitoraggio.</p> <p>Confronto tra dati: per verificare l'efficacia e il corretto funzionamento dell'applicativo, gli utenti dovranno confrontare i dati visualizzati nell'applicativo con quelli presenti nel Sistema Informatico Centralizzato.</p> <p>Formati dati supportati: gli utenti potranno caricare dati vettoriali solo nei formati specifici menzionati, ovvero KML o WKT.</p> <p>Scelta dell'area di interesse: gli utenti potranno selezionare manualmente un'area di interesse utilizzando una BBox (Bounding Box) o un poligono.</p> |
| Deliverables | Componente applicativa web-GIS per l'accesso, profilato ai dati di monitoraggio marino. |
| Criteri di accettazione | Utilizzando l'applicativo e confrontando i dati visualizzati nell'applicativo con i dati presenti nel SIC. |

Requisito Funzionale V3AP04_RF007

L'applicativo consentirà agli utenti di selezionare una stazione di monitoraggio specifica per visualizzare i dati:

- L'applicativo permetterà la progettazione di funzioni personalizzate per elaborare i dati provenienti dalla stazione selezionata.

- L'applicativo supporterà l'implementazione di funzioni che potranno elaborare e aggregare i dati in modi diversi per scopi statistici.
- Le funzioni di analisi saranno implementate su un'interfaccia utente operativa, rendendo l'accesso e l'utilizzo delle funzionalità di analisi più semplici per gli utenti.

| CODICE WBS | V3AP04_RF007 |
|-------------------------------|---|
| Area | Ingestion dei dati di monitoraggio marino dal SIC e dagli altri sistemi federati e/o in interoperabilità per le necessità specifiche legate alle applicazioni del SIM. |
| Descrizione del lavoro | L'applicazione offrirà agli utenti la possibilità di selezionare una stazione specifica al fine di accedere e analizzare i dati associati. Inoltre, sarà responsabile di garantire che l'applicativo supporti diverse funzioni per l'elaborazione e l'aggregazione dei dati per scopi statistici. |
| Presupposti e Vincoli | <p>Presupposti:</p> <p>L'applicativo consentirà agli utenti di selezionare una stazione specifica per visualizzare i dati relativi.</p> <p>L'applicativo permetterà la progettazione di funzioni personalizzate per elaborare i dati provenienti dalla stazione selezionata. L'applicazione offre agli utenti la possibilità di creare funzioni personalizzate per manipolare i dati provenienti dalla stazione scelta garantendo flessibilità nell'elaborazione dei dati.</p> <p>L'applicativo supporterà l'implementazione di funzioni che possono elaborare e aggregare i dati in modi diversi per scopi statistici: si consente agli utenti di utilizzare diverse funzioni per analizzare e aggregare i dati in modo statistico, garantendo un'ampia gamma di possibilità di analisi.</p> <p>Le funzioni di analisi saranno implementate su un'interfaccia utente operativa, rendendo l'accesso e l'utilizzo delle funzionalità di analisi più semplici per gli utenti. L'interfaccia utente dell'applicazione sarà progettata per rendere l'analisi dei dati accessibile e user-friendly, facilitando così l'utilizzo delle funzionalità di analisi.</p> <p>Vincoli:</p> |

| CODICE WBS | V3AP04_RF007 |
|--------------------------------|---|
| | Verifica Diretta Sull'Applicativo: l'applicazione sarà progettata in modo che gli utenti possano testare e convalidare le funzionalità offerte. |
| Deliverables | Componente applicativa web-GIS per l'accesso, profilato, ai dati provenienti dalle stazioni di monitoraggio marino, nonché per la loro correlazione, aggregazione, sintesi. |
| Criteri di accettazione | Gli utenti possono verificare direttamente sull'applicativo se le funzionalità offerte funzionano come previsto. |

Requisito Funzionale V3AP04_RF008

L'applicativo prevederà un sistema di gestione delle identità e degli accessi (IAM) per gestire l'accesso, l'autenticazione e l'autorizzazione degli utenti secondo i ruoli definiti.

| CODICE WBS | V3AP04_RF008 |
|-------------------------------|--|
| Area | Ingestion dei dati di monitoraggio marino dal SIC e dagli altri sistemi federati e/o in interoperabilità per le necessità specifiche legate alle applicazioni del SIM. |
| Descrizione del lavoro | L'applicativo prevederà un sistema di gestione delle identità e degli accessi (IAM) per controllare in modo efficace l'accesso, l'autenticazione e le autorizzazioni degli utenti in base ai ruoli assegnati. Inoltre, è richiesta la verifica che gli utenti accedano esclusivamente alle funzionalità associate al loro profilo |
| Presupposti e Vincoli | <p>Presupposti:</p> <p>Sistema IAM: l'applicativo si baserà sull'implementazione di un sistema di gestione delle identità e degli accessi (IAM).</p> <p>Ruoli definiti: nel contesto di IAM, saranno definiti ruoli specifici che gli utenti possono assumere all'interno dell'applicazione. I ruoli determinano quali azioni o funzionalità un utente può svolgere.</p> |

| CODICE WBS | V3AP04_RF008 |
|--------------------------------|---|
| | <p>Vincoli:</p> <p>Accesso degli utenti: gli utenti potranno accedere all'applicazione, ma il loro accesso è limitato e controllato in base ai ruoli definiti.</p> <p>Autenticazione e autorizzazione: l'applicazione richiederà che gli utenti si per l'accesso ai servizi e che siano autorizzati solo a svolgere le azioni consentite per il loro ruolo.</p> |
| Deliverables | Componente applicativa per l' <i>identity</i> e l' <i>access management</i> . |
| Criteri di accettazione | Verifica che gli utenti accedano esclusivamente alle funzionalità associate al loro profilo. |

1.3 Architettura logico-applicativa del sistema

Questo paragrafo contiene informazioni relative a specifiche applicative e funzionali del sistema, con l'obiettivo di trasmettere al lettore le logiche applicative del servizio.

1.3.1 Requisiti Non-Funzionali

L'architettura di questo applicativo si basa sui seguenti requisiti non funzionali:

| REQUISITO | Descrizione |
|--------------------|--|
| general | Le immagini radar da satellite (SAR) delle sorgenti degli stakeholder devono essere ad alta risoluzione con frequenza di aggiornamento giornaliera |
| general | Le procedure di ingestion devono prevedere un'acquisizione minima di 170 immagini al giorno per un totale di flusso dati di input pari a circa 500 Gb giornalieri |
| scalabilità | I servizi implementati nell'Application Platform e nell'Intelligence Platform devono poter avere una infrastruttura scalabile sia verticalmente che orizzontalmente per venire incontro ai requisiti prestazionali che i modelli deterministici e i modelli di machine learning richiedano |
| scalabilità | I moduli software devono poter essere mandati in esecuzione in parallelo senza causare collisioni di processo o di dati |
| alta disponibilità | Il deployment dei servizi deve avvenire in continuous delivery o in continuous deployment mantenendo la disponibilità del servizio a front end durante i rilasci |
| alta disponibilità | I servizi devono garantire auto recovery mantenendo la consistenza dei dati ad ogni riavvio |
| performance | I tempi di risposta delle request API eseguite da interfaccia webGIS nel caso di funzionamento in modalità sincrona, devono rientrare nei tempi accettabili alle esigenze dell'utente |

| | |
|---------------------|--|
| sicurezza | L'accesso all'interfaccia deve avvenire secondo le regole definite nel documento "classi di utenza" del SIM |
| interoperabilità | Lo scambio dei dati tra il SIM e gli stakeholder avviene secondo protocolli di interoperabilità definiti negli accordi di servizio tra il MASE e gli stakeholder |
| microservizi | L'interazione tra i servizi e l'utente può avvenire in modalità sincrona nel momento in cui l'interfaccia utente aspetta l'esito del risultato, tipicamente in questo caso il controllo delle invocazioni delle request e delle relative response sono ad appannaggio del GIS Server. Oppure in modalità asincrona nel momento in cui l'interfaccia utente non attende l'esito del microservizio invocato, ma il risultato viene notificato all'utente tramite messaggio al termine dell'elaborazione. Nella modalità asincrona viene invocato il servizio di elaborazione che, a sua volta invia un messaggio a un message broker per notificare l'esito dell'elaborazione. |
| content sharing | I dati prodotti dalle applicazioni del SIM, utili tra diverse applicazioni vengono memorizzate nel repository del SIM a meno di diverse indicazioni degli stakeholder |
| policy di ingestion | In linea con la definizione di data mesh, i dati degli stakeholder vengono importati nel SIM su aree di storage temporanee solo nel momento in cui servono alla richiesta dell'utente. |
| logging | I log applicativi devono poter essere accessibili tramite interfaccia unica per facilitare le attività di operation nella ricerca delle cause di errore |
| logging | I log devono essere categorizzati e ordinabili per priorità (es: FATAL, ERROR, WARNING, ...), ordinabili per data e riconoscibili univocamente |
| compatibility | L'interfaccia webGIS deve essere compatibile con i browser più utilizzati (Google Chrome, Safari, Microsoft Edge, Firefox, Opera, Internet Explorer) |

1.3.2 Diagramma Architettuale

Di seguito viene presentato il diagramma architettuale dell'applicativo mappato sull'architettura di riferimento del SIM.

L'accesso all'applicativo avviene tramite la piattaforma di Digital Experience che consente di gestire la presentazione sui diversi device (pc, mobile) e di definire le regole di accesso in funzione delle classi di utenza definite nel SIM, quali l'utenza di portale, di geo processing e di monitoraggio. L'utente è in grado di visualizzare la mappa cartografica dell'Italia e di selezionare le stazioni di monitoraggio ambientale dislocate sulla mappa allo scopo di visualizzarne i dati ed eseguire delle analisi di confronto. Le mappe sono fruibili tramite il discovery and access broker GEO DAB del SIM in funzione delle caratteristiche geospaziali necessarie al loro utilizzo o alla loro visualizzazione su interfaccia web GIS.

I dati di monitoraggio marino sono fruibili:

- da interfaccia webGIS: l'applicativo carica la cartografia di base nazionale e la distribuzione delle stazioni di monitoraggio ambientali dove l'utente effettua la selezione delle stazioni interessate
- tramite request API invocate da applicativi interni ed esterni al SIM

Le informazioni di accesso ai dati delle stazioni di monitoraggio ambientale sono registrate nel database "Master Catalog", in particolare le informazioni tecniche di "accordo di servizio" tra gli stakeholder e il SIM, come per esempio:

- formato del dato
- qualità del dato
- modalità di accesso
- API esposte
- modalità di refresh dei dati

L'interoperabilità tra SIM e stakeholder è garantita dall'integration platform ipotizzando che l'accesso ai dati degli stakeholder avvenga tramite GIS server per i dati cartografici e tramite servizi di accesso specifici ai database SQL e NOSQL per i dati ambientali strutturati e non strutturati.

Le richieste verso i servizi degli stakeholder o verso servizi all'interno del SIM vengono veicolati tramite l'API Gateway e il Master Catalog, l'API associata allo stakeholder viene storicizzato nel Master Catalog e caricato ciclicamente nella cache del API Gateway. Si presentano due scenari, se l'API dello stakeholder è presente nella cache dell'API Gateway allora quest'ultimo veicola la richiesta verso lo stakeholder, se l'API dello stakeholder non è presente nella cache dell'API Gateway allora quest'ultimo esegue una richiesta al Master Catalog per recuperare l'API dello stakeholder. Sia il db management del Master Catalog che l'API Gateway si preoccupano di eseguire un'analisi sintattica dell'API request.

I servizi della application platform si occuperanno di eseguire l'ingestion dei dati in funzione delle stazioni di monitoraggio selezionate da interfaccia webGIS utente, di memorizzarli temporaneamente e di generare dei datamart per costruire metriche di analisi. Questi servizi possono essere richiamati tramite request REST API.

Il flusso dei dati avviene secondo le seguenti fasi:

1. Estrazione dei dati di monitoraggio dal SIC di ISPRA pertinenti alla singola richiesta di elaborazione delle stazioni selezionate e memorizzazione in aree di storage temporanee all'interno del SIM
2. Estrazione dei dati delle serie storiche di monitoraggio da EMODNET pertinenti alle stazioni selezionate e memorizzazione in aree di storage temporanee all'interno del SIM
3. I servizi costruiti nella application platform leggono i dati ambientali memorizzati nelle aree temporanee al punto 1 e 2 e li elaborano popolando i datamart
4. I dati elaborati sono fruibili all'esterno del SIM tramite API costruite sui servizi dell'application platform
5. creazione dei layer GIS contenenti le informazioni elaborate dai modelli dell'application platform
6. Visualizzazione tramite interfaccia webGIS dei layer al punto 5

Si identificano le seguenti interconnessioni tra le componenti:

- l'interfaccia webGIS invoca request verso i servizi GIS che gestiscono le mappe cartografiche a livello nazionale del SIM

- l'interfaccia webGIS gestisce la selezione delle stazioni di monitoraggio di interesse su mappa cartografica
- l'interfaccia webGIS richiede, tramite request al Master Catalog, la lista delle sorgenti a disposizione in modo che l'utente possa farne una scelta
- l'utente, tramite interfaccia webGIS, avvia il processo di elaborazione dei dati invocando i servizi esposti dall'application platform
- I servizi dell'application platform invocano la richiesta di estrazione e pre processamento dei dati ambientali relativi all'area selezionata
- I servizi dell'application platform preparano i dati per l'analisi e per la visualizzazione su interfaccia webGIS

I punti contrassegnati in verde nel diagramma danno evidenza della sequenza temporale di come avviene la richiesta di fruizione dei dati tramite le componenti software di backend.

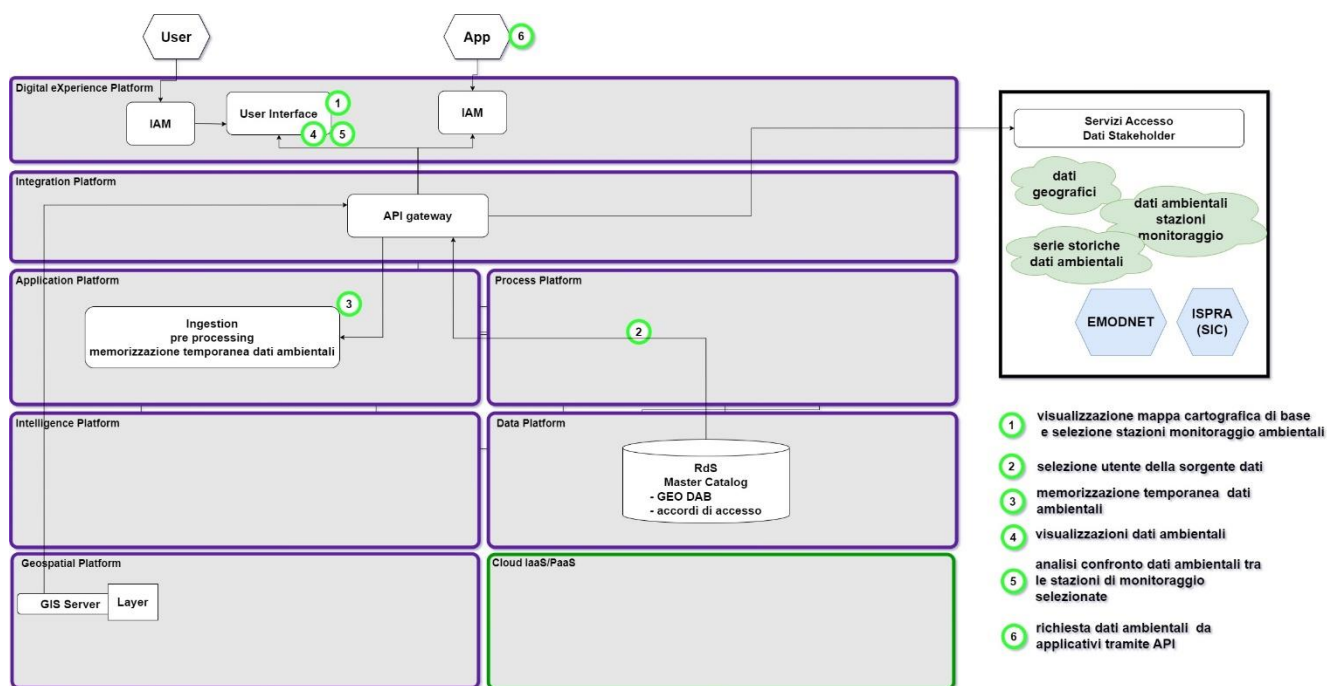


Figura 4 - Pipeline di processo di richiesta dei dati

1.3.3 Piattaforme SIM utilizzate

| MODULO | SERVIZIO | UTILIZZO | NOTE |
|----------------------------------|-----------------------|----------|--|
| Application Platform (DevSecOps) | Pipeline CI/CD Engine | SI | Il codice software dei microservizi che eseguono l'ingestion e la preparazione dei dati ambientali alla visualizzazione vengono sviluppati tramite tool di sviluppo, successivamente il codice viene versionato sul repository di progetto e deployato in collaudo e produzione tramite tool di pipeline automatizzate |

| MODULO | SERVIZIO | UTILIZZO | NOTE |
|------------------|---------------------------------------|----------|---|
| | Software Forge | SI | Il focus principale dell'applicativo è lo sviluppo di servizi che permettano la consultazione aggregata e il confronto tra i dati delle stazioni di monitoraggio ambientale. La gestione del versioning di tali sviluppi, del tracciamento dei problemi, la collaborazione tra gli sviluppatori ha impatti principalmente sull'application platform e su tutte le piattaforme coinvolte nel disegno architetturale come da paragrafo precedente |
| | Application Defined Storage Engine | NO | |
| | Service Mesh | SI | È necessario un framework di Service Mesh per semplificare la comunicazione, monitorare e gestire i servizi, avere un'applicazione ad alta affidabilità, e gestire la sicurezza e la resilienza del sistema. |
| | Observability | SI | La capacità di misurare, monitorare e comprendere il comportamento di un sistema software in esecuzione, in modo da poter diagnosticare problemi, tracciare le prestazioni e ottenere informazioni dettagliate sullo stato del sistema impatta tutte le piattaforme coinvolte nel disegno architetturale come da paragrafo precedente |
| Process Platform | Business Process Modelling | NO | |
| | Workflow Engine | NO | |
| | Business Rule Engine | NO | |
| | Analytics and Reporting | NO | |
| | Integration and Connectivity | NO | |
| | Collaboration and Communication tools | NO | |
| | Security and Access Control | NO | |
| | Complex Event Processing | NO | |
| Data Platform | Extract, Transform, Load (ETL) tools | NO | |
| | Data Modelling tools | SI | I dati ambientali attuali e storici delle stazioni di monitoraggio appartengono a sistemi diversi e quindi hanno bisogno di essere modellati e standardizzati |

| MODULO | SERVIZIO | UTILIZZO | NOTE |
|-----------------------|-------------------------------------|----------|---|
| | Business Intelligence tools | NO | |
| | Metadata Management tools | SI | Le informazioni utili al reperimento dei dati ambientali vengono inserite nel master catalog tramite tool di metadata management |
| | Data Governance tools | SI | Prima di essere utilizzati, i dati ambientali vengono sottoposti a verifiche e controlli che ne assicurano la qualità e la conformità perché è condizione necessaria per essere censite nel master catalog. Allo stesso tempo quest'ultimo garantisce che i dati siano utilizzati solamente dagli utenti autorizzati. |
| | Data modeling and Preparation tools | NO | |
| | Report creation/generation | NO | |
| | Data Visualization engines | NO | |
| | Indexing, search | SI | I metadati relativi alle stazioni di monitoraggio registrati nel master catalog vengono indicizzati per migliorarne le performance in situazioni di ricerca da parte dell'utente nel momento in cui esegue la scelta della fonte dati da utilizzare |
| Intelligence Platform | AI/ML Frameworks catalog | NO | |
| | AI/ML Flows | NO | |
| | AI Models Lifecycle Management | NO | |
| | AI Data Preparation | NO | |
| | Model Deployment | NO | |
| | Model Monitoring | NO | |
| | ML Scaling Framework | NO | |
| Integration Platform | Integration Flows (Scenarios) | SI | Il flusso di integrazione tra i componenti delle piattaforme avviene sempre tramite l'integration platform |
| | Connectors | SI | L'applicativo predispone i connettori per il reperimento dei dati ambientali in accordo con ISPRA ed EMODNET |
| | Data mapping and transformation | SI | L'applicativo esegue un controllo sintattico e semantico sui dati letti dagli stakeholder e applicata una prima fase di trasformazione in modo da omogeneizzare i dati in input alle elaborazioni successive |

| MODULO | SERVIZIO | UTILIZZO | NOTE |
|-----------------------------|---|----------|---|
| | Integration workflow automation | NO | |
| | API management | SI | Si implementa il routing delle richieste API tra le varie componenti delle piattaforme |
| | API gateway | SI | Viene gestito il routing delle richieste API tra le varie componenti |
| | Policies, monitoring and analytics | SI | Le richieste API tra le varie component vengono monitorate per analizzarne le performance |
| | Security and compliance | SI | I dati in transito vengono gestiti secondo criteri di integrità e confidenzialità e l'accesso sicuro ai servizi è garantito tramite token di autenticazione |
| Digital Experience Platform | Content Management Service | NO | |
| | Mobile Devices Support | NO | |
| | Content Personalization | NO | |
| | Content and Service Analytics | NO | |
| | Identity Management Support Integration | SI | |
| | Service Access Policies | SI | |
| | Single Page Apps | NO | |
| | Forms | NO | Non è previsto l'utilizzo di formulari per la raccolta di informazioni sui profili o sui contatti degli utenti |
| | Asset Publisher | NO | |
| | Search | NO | |
| | Fragments and Pages | SI | E' previsto l'utilizzo di componenti software riutilizzabili all'interno di più pagine web |
| | SEO and Page Analytics | NO | |
| Geospatial Platform | Data Integration | SI | L'applicativo integra i dati ambientali delle stazioni di monitoraggio |
| | Remote Sensing | NO | |
| | GIS base services | SI | L'applicativo fornisce servizi e formati in standard OGC |
| | Spatial Analysis | SI | L'utente deve avere la possibilità di identificare e selezionare una zona di interesse sui layer dell'interfaccia webGIS predisposti per l'applicativo |

| MODULO | SERVIZIO | UTILIZZO | NOTE |
|--------|---------------------------------|----------|---|
| | Risk Assessment | NO | |
| | Predictive Modeling | NO | |
| | Climate Change Analysis | NO | |
| | Environmental Impact Assessment | NO | |
| | Reporting and Visualization | SI | Tramite interfaccia webGIS l'utente ha la possibilità di visualizzare e confrontare i dati ambientali delle stazioni di monitoraggio secondo metriche temporali di dettaglio e di aggregato |
| | Historical Data Analysis | SI | L'utente visualizza le serie storiche fornite da EMODNET |
| | Scenario Planning | NO | |

1.4 Dati di input

1.4.1 Introduzione ai dati di Input

Il servizio applicativo richiede una varietà di dati di input provenienti da diverse fonti, ed è inoltre predisposto alla futura integrazione dei dati provenienti dalla costellazione satellitare IRIDE, e di eventuali altre fonti-dati. Tra le fonti principali citiamo le immagini radar ad alta risoluzione da satelliti SAR, con aggiornamenti variabili.

Gli utenti potranno:

- Specificare diverse opzioni di selezione delle immagini SAR.
- Definire anche un'area di interesse e scegliere la modalità di acquisizione e la risoluzione spaziale.

Questi dati saranno resi disponibili attraverso protocolli di interoperabilità e requisiti specifici che sono fondamentali per il funzionamento efficace del servizio applicativo.

1.4.2 Catalogo delle fonti di dati

Si riportano di seguito le specificità delle fonti dati:

- **Proprietà e responsabilità** — La gestione dei dati acquisiti è un aspetto cruciale dell'applicativo. L'ente che fornisce i dati è proprietario e responsabile della loro qualità iniziale. La qualità dei dati elaborati, invece, diretta responsabilità dell'applicativo. Questo implica l'adozione delle migliori pratiche per garantirne l'accuratezza, la coerenza e l'affidabilità.
- **Modalità di accesso** — Le modalità di accesso ai dati possono essere distinte in due categorie principali: offline — con dati accessibili in modo asincrono o batch — e online — attraverso API o stream in *real time* o *near-realtime*. La frequenza di aggiornamento dei dati è un elemento

fondamentale nella progettazione. Ad esempio, attualmente, i dati SAR vengono aggiornati quotidianamente (Copernicus). Tuttavia, è importante tenere presente che con l'arrivo dei dati dalla costellazione IRIDE, la frequenza di aggiornamento potrebbe aumentare significativamente. Questa nuova fonte di dati potrebbe consentire aggiornamenti più frequenti e tempestivi, migliorando la granularità a livello temporale e di dettaglio delle informazioni fornite dal servizio.

- **Soluzioni per l'accesso ai dati** — I dati potranno essere accessibili tramite API, consentendo l'integrazione diretta con altre applicazioni e sistemi. Inoltre, sarà possibile effettuare il trasferimento dei dati in modo efficiente attraverso protocolli di database standard, semplificando così la condivisione e l'aggiornamento delle informazioni. Saranno disponibili funzionalità di accesso e download a repository offline. I dati presenti in piattaforma saranno disponibili, con le opportune profilazioni di accesso, a tutti gli enti/stakeholder della piattaforma.
- **Caratteristiche di sensibilità dei dati** — La sensibilità e la riservatezza dei dati sono fondamentali per proteggere le informazioni personali e aziendali. L'applicativo risponde a tutti i requisiti di legge, incluso il GDPR.
- **Uso dei dati** — L'utilizzo dei dati sarà per aggregazioni statistiche ed *advanced analytics* riferite all'applicativo. Consentirà una comprensione approfondita dei dati raccolti, facilitando decisioni informate e strategiche. Inoltre, i dati saranno sfruttati per condurre analisi avanzate al fine di identificare tendenze, modelli e opportunità, migliorando così l'efficienza e l'efficacia delle operazioni.

Di seguito la tabella delle fonti-dati in scope di progetto (eventuali fonti-dati aggiuntive potranno essere incluse con specifiche estensioni progettuali).

| ID | Nome sorgente dati | Proprietà dei dati (owner) | Modalità di accesso | Frequenza di aggiornamento | Soluzioni per l'Accesso ai Dati | Caratteristiche che Sensibilità Dato | Uso del Dato | Criticità |
|--------------|--------------------------------------|----------------------------|---------------------|---|---------------------------------|--------------------------------------|--|-----------|
| V3AP04_DI001 | Rete Mareografica Nazionale (RMN) | ISPRA Progetto MER (*) | Online / Offline | Periodico (frequenza aggiornamento MER) | API / download ad offline | Unclassified | Finalità applicativo di riferimento - Strategia marina | N/A |
| V3AP04_DI002 | Zone marine per l'acquacoltura (AZA) | ISPRA Progetto MER (*) | Offline | Periodico (frequenza aggiornamento MER) | API / scarico offline | Unclassified | Finalità applicativo di riferimento - Strategia | N/A |

| ID | Nome sorgente dati | Proprietà dei dati (owner) | Modalità di accesso | Frequenza di aggiornamento | Soluzioni per l'Accesso ai Dati | Caratteristiche Sensibilità Dato | Uso del Dato | Criticità |
|--------------|--|----------------------------|---------------------|---|---------------------------------|----------------------------------|--|-----------|
| | | | | | | | a marina | |
| V3AP04_DI003 | Assetto Costiero | ISPRA Progetto MER (*) | Offline | Periodico (frequenza aggiornamento MER) | API / scarico offline | Unclassified | Finalità applicativo di riferimento - Strategia marina | N/A |
| V3AP04_DI004 | Atlante delle specie marine protette nelle AMP e nei siti Natura 2000 in Sicilia | ISPRA Progetto MER (*) | Offline | Periodico (frequenza aggiornamento MER) | API / scarico offline | Unclassified | Finalità applicativo di riferimento - Strategia marina | N/A |
| V3AP04_DI005 | Previsioni sullo stato del mare | ISPRA Progetto MER (*) | Online / Offline | Periodico (frequenza aggiornamento MER) | API / scarico offline | Unclassified | Finalità applicativo di riferimento - Strategia marina | N/A |
| V3AP04_DI006 | Rete Mareografica della Laguna di Venezia | ISPRA Progetto MER (*) | Online / Offline | Periodico (frequenza aggiornamento MER) | API / scarico offline | Unclassified | Finalità applicativo di riferimento - Strategia marina | N/A |
| V3AP04_DI007 | Rete Ondametrica Nazionale | ISPRA Progetto MER (*) | Offline | Periodico (frequenza aggiornamento MER) | API / scarico offline | Unclassified | Finalità applicativo di riferimento | N/A |

| ID | Nome sorgente dati | Proprietà dei dati (owner) | Modalità di accesso | Frequenza di aggiornamento | Soluzioni per l'Accesso ai Dati | Caratteristiche Sensibilità Dato | Uso del Dato | Criticità |
|--------------|---|----------------------------|---------------------|---|---------------------------------|----------------------------------|--|-----------|
| | (RON) – dati storici | | | | | | nto - Strategia marina | |
| V3AP04_DI008 | Rete Ondametrica Nazionale (RON) - Dati near real time | ISPRA Progetto MER (*) | Online / Offline | Periodico (frequenza aggiornamento MER) | API / scarico offline | Unclassified | Finalità applicativo di riferimento - Strategia marina | N/A |
| V3AP04_DI009 | Sistema Informativo Nazionale per la Tutela delle Acque Italiane (SINTAI) | ISPRA Progetto MER (*) | Offline | Periodico (frequenza aggiornamento MER) | API / scarico offline | Unclassified | Finalità applicativo di riferimento - Strategia marina | N/A |
| V3AP04_DI010 | Sistema di osservazione e Specie Marine Aliene | ISPRA Progetto MER (*) | Offline | Periodico (frequenza aggiornamento MER) | API / scarico offline | Unclassified | Finalità applicativo di riferimento - Strategia marina | N/A |
| V3AP04_DI011 | Dati biochimici e marini (**) | ENEA | Offline | Periodico | API / scarico offline | Unclassified | Finalità applicativo di riferimento - Strategia marina | N/A |

| ID | Nome sorgente dati | Proprietà dei dati (owner) | Modalità di accesso | Frequenza di aggiornamento | Soluzioni per l'Accesso ai Dati | Caratteristiche Sensibilità Dato | Uso del Dato | Criticità |
|--------------|---|--|---------------------|----------------------------|---------------------------------|---|--|-----------|
| V3AP04_DI012 | Batimetria, osservazioni biogeochimiche, distribuzione specie marine, Seabed habitats | Rete europea di osservazione e dati sull'ambiente marino (EMODnet) | Offline | Periodico | API / scarico offline | Unclassified | Finalità applicativo di riferimento - Strategia marina | N/A |
| V3AP04_DI013 | Dati AIS | Guardia Costiera | Online / Offline | On demand / Periodico | API / scarico offline | Unclassified | Finalità applicativo di riferimento - Strategia marina | N/A |
| V3AP01_DI014 | Stream immagini SAR a frequenza giornaliera | COPERNICUS / ASI | Online | Giornaliera | API | Unclassified sensitive data - soggetta ad eventuale classificazione di riservatezza (shutter control) | Finalità applicativo di riferimento - Strategia marina | N/A |
| V3AP01_DI015 | Stream immagini multi/iper-spetttrali | COPERNICUS / ASI | Online | Giornaliera | API | Unclassified sensitive data - soggetta ad eventuale classificazione di riservatezza | Finalità applicativo di riferimento - Strategia marina | N/A |

| ID | Nome sorgente dati | Proprietà dei dati (owner) | Modalità di accesso | Frequenza di aggiornamento | Soluzioni per l'Accesso ai Dati | Caratteristiche che Sensibilità Dato | Uso del Dato | Criticità |
|--------------|--|------------------------------------|---------------------|----------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|--|-----------|
| | | | | | | (shutter control) | | |
| V3AP04_DI016 | Previsioni circolazione e stato del mare | Copernicus Marine Service | Online / Offline | giornaliero | API / scarico offline | Unclassified | Finalità applicativo di riferimento - Strategia marina | N/A |
| V3AP04_DI017 | Previsioni meteo | ECMWF tramite Aeronautica Militare | Online / Offline | Giornaliero o 2 vv al gg | API / scarico offline | Unclassified | Finalità applicativo di riferimento - Strategia marina | N/A |

(*) I servizi ISPRA MER – ad oggi in fase di progettazione ed implementazione da parte di ISPRA – saranno integrati nelle componenti disponibili entro i tempi di implementazione dell'attuale progetto SIM. Le componenti non disponibili oltre la data di implementazione dell'attuale progetto sono da considerarsi *out-of-scope*, a meno di successive integrazioni contrattuali con il MASE.


(**) Per i servizi che Enea renderà disponibili come *contributor* di progetto.

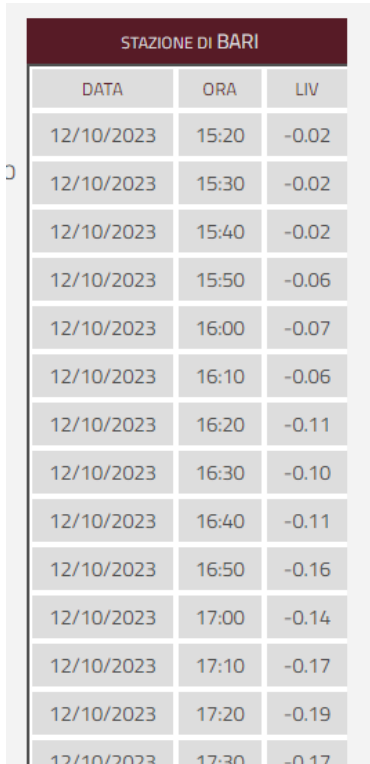
Inoltre, il sistema favorirà la correlazione dei dati provenienti dai diversi stackholder, arricchendo le possibilità di analisi. La trasparenza e la governance dei dati sono quindi fondamentali per garantire una collaborazione efficace tra i vari componenti, garantendo la coerenza e la qualità dei dati condivisi.

1.4.3 Specifiche di Contenuto

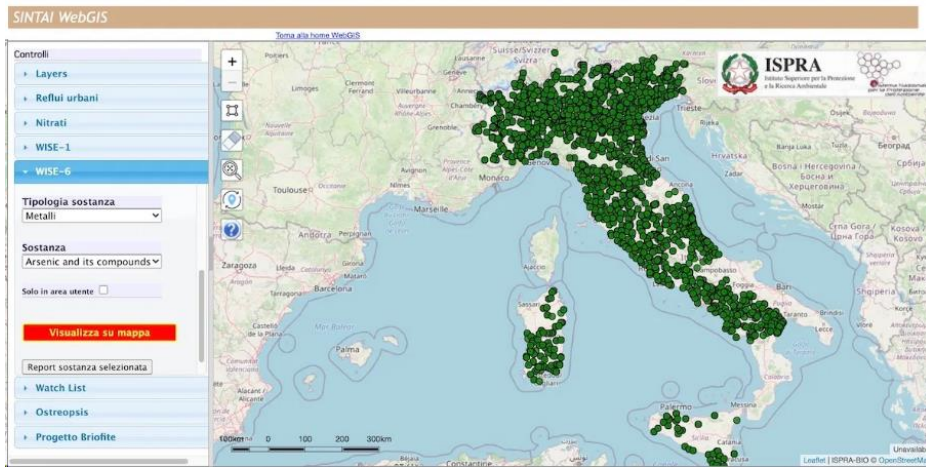
| ID | Specifiche di contenuto |
|--------------|--|
| V3AP04_DI001 | Rete Mareografica Nazionale (RMN) — Dati meteo marini dalle 36 stazioni della Rete Mareografica Nazionale (RMN) uniformemente distribuite sul territorio nazionale ed ubicate prevalentemente all'interno delle strutture portuali. La pubblicazione del |

| ID | Specifiche di contenuto |
|----|---|
| | <p>dataset RMN sul portale Linked ISPRa consente la distribuzione, in tecnologia Linked Open Data, dei dati rilevati in tempo reale.</p> <p>Tali stazioni sono localizzate nelle strutture portuali di:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ancona • Anzio • Bari • Cagliari • Carloforte • Catania • Civitavecchia • Crotone • Gaeta • Genova • Ginostra • Imperia • La Spezia • Lampedusa • Livorno • Marina di Campo • Messina • Napoli • Ortona • Otranto • Palermo • Palinuro • Ponza • Porto Empedocle • Porto Torres • Ravenna • Reggio Calabria • Salerno • San Benedetto del Tronto • Sciacca • Strombolicchio • Taranto • Tremiti • Trieste • Valona • Venezia • Vieste |

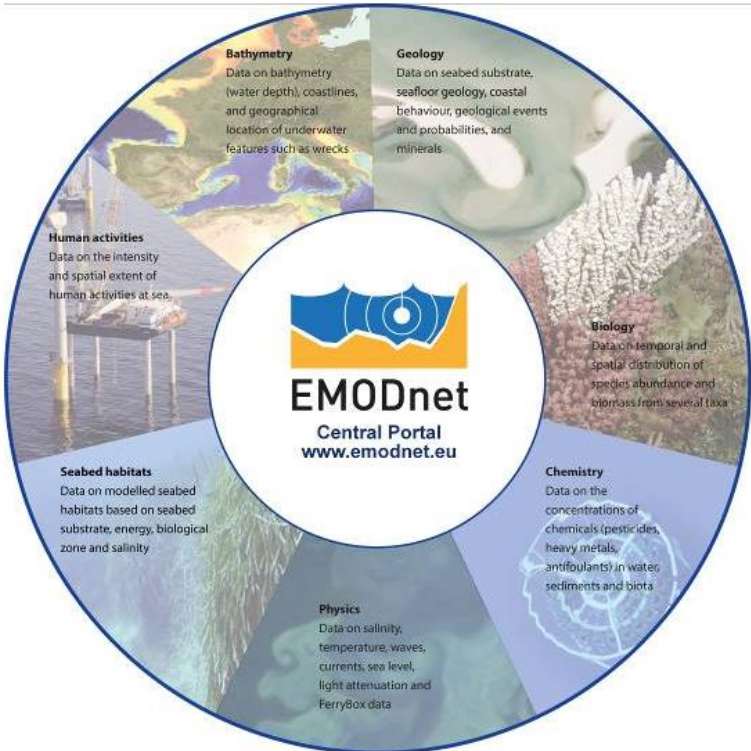
| ID | Specifiche di contenuto | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|--|---------------------|--------|-------------------|---------|------------------|---------|------------------|--------|-----------------------|------------|-----------------|---------|----------------|---------|
| | <p>Le stazioni della Rete Mareografica Nazionale rendono disponibili – in forma tabellare – i seguenti dati meteo-marini:</p> <ul style="list-style-type: none"> LIVELLO IDROMETRICO (m) TEMPERATURA ACQUA (°C) TEMPERATURA ARIA (°C) UMIDITÀ RELATIVA (%) PRESSIONE ATMOSFERICA (hPa) DIREZIONE VENTO (°N) VELOCITÀ VENTO (m/s) <p>Nell'immagine seguente, un rilievo puntuale dalla stazione RMN di Bari:</p> <div data-bbox="426 831 1038 1413"> <p>STAZIONE DI BARI RETE MAREOGRAFICA NAZIONALE La stazione è ubicata al Porto Traghetti presso il molo 12.</p> <p>DATI DISPONIBILI 01/01/10 00:00 ÷ 13/10/23 13:30 GMT</p> <p>ULTIMO RILEVAMENTO 13/10/2023 13:00 GMT</p> <table> <tr> <td>LIVELLO IDROMETRICO</td><td>0.06 m</td></tr> <tr> <td>TEMPERATURA ACQUA</td><td>23.4 °C</td></tr> <tr> <td>TEMPERATURA ARIA</td><td>22.8 °C</td></tr> <tr> <td>UMIDITÀ RELATIVA</td><td>71.0 %</td></tr> <tr> <td>PRESSIONE ATMOSFERICA</td><td>1020.9 hPa</td></tr> <tr> <td>DIREZIONE VENTO</td><td>70.0 °N</td></tr> <tr> <td>VELOCITÀ VENTO</td><td>2.8 m/s</td></tr> </table> </div> <p>Nell'immagine seguente, l'andamento del livello idrometrico – alta e bassa marea – nelle ultime 24 ore, dalla stazione RMN di Bari:</p> <div data-bbox="426 1536 1393 1852"> <p>BARI RMN LIVELLO IDROMETRICO (m) 12/10/23 15:09 - 13/10/23 15:09 GMT</p>  </div> <p>I dati meteo-marini sono rilevati e conservati in tempo reale – tuttavia resi disponibili a sistemi esterni con una frequenza di aggiornamento di 10 minuti.</p> | LIVELLO IDROMETRICO | 0.06 m | TEMPERATURA ACQUA | 23.4 °C | TEMPERATURA ARIA | 22.8 °C | UMIDITÀ RELATIVA | 71.0 % | PRESSIONE ATMOSFERICA | 1020.9 hPa | DIREZIONE VENTO | 70.0 °N | VELOCITÀ VENTO | 2.8 m/s |
| LIVELLO IDROMETRICO | 0.06 m | | | | | | | | | | | | | | |
| TEMPERATURA ACQUA | 23.4 °C | | | | | | | | | | | | | | |
| TEMPERATURA ARIA | 22.8 °C | | | | | | | | | | | | | | |
| UMIDITÀ RELATIVA | 71.0 % | | | | | | | | | | | | | | |
| PRESSIONE ATMOSFERICA | 1020.9 hPa | | | | | | | | | | | | | | |
| DIREZIONE VENTO | 70.0 °N | | | | | | | | | | | | | | |
| VELOCITÀ VENTO | 2.8 m/s | | | | | | | | | | | | | | |

| ID | Specifiche di contenuto |
|--------------|--|
| | <p>Nell'immagine seguente, l'andamento del livello idrometrico – alta e bassa marea – dalla stazione RMN di Bari, con frequenza di 10 minuti:</p>  <p>I dati sono immediatamente accessibili attraverso API Gateway – con endpoint SPARQL conforme allo standard RDF – all'URL: https://dati.isprambiente.it/sparql</p> <p>Client SPARQL sono disponibili per i più diffusi ambienti di programmazione: per l'ecosistema Python – a titolo semplificativo – si può far riferimento al package SPARQLWrapper.</p> <p>I dati saranno importati nel sistema per la previsione di evoluzione delle chiazze di idrocarburi in mare (oil spill drift, applicativo 3.2)</p> |
| V3AP04_DI002 | <p>Zone marine per l'acquacoltura (AZA) — I dati necessari al processo di identificazione delle zone idonee ad ospitare impianti di acquacoltura, secondo i principi e le metodologie descritte nella Guida Tecnica AZA e i risultati a scala nazionale e regionale sono consultabili attraverso la webapp @AquaGIS. @AquaGIS è uno strumento operativo a supporto delle regioni e dei comuni costieri che risponde agli obiettivi strategici di sviluppo dell'economia blu, dei programmi operativi FEAMP 2014-2020, FEAMPA 2021-2027 e dei piani di gestione dello spazio marittimo (Dir. 2014/89/UE; D.Lgs. 201/2016). L'accesso si effettua tramite richiesta di credenziali al sinaservice@isprambiente.it</p> |

| ID | Specifiche di contenuto |
|--------------|---|
| | Tali dati saranno importati a sistema per l'elaborazione delle mappe di rischio (applicativo 3.5) |
| V3AP04_DI003 | <p>Assetto Costiero — Strati informativi territoriali realizzati da ISPRA e costituiti dalle linee di costa, di retrospiaggia e dai poligoni delle spiagge elaborate per diversi anni (da quella storica sulla base delle carte IGM1950 a quelle degli anni 2000, 2006 e 2020). I dati, resi disponibili attraverso il Portale delle coste e il WebGis delle coste sono pubblici e finalizzati al supporto di istituzioni, enti, università, associazioni, e di tutti i soggetti interessati alle problematiche legate al monitoraggio ed alla pianificazione in ambito costiero.</p> <p>Tali dati saranno importati a sistema per l'elaborazione delle mappe di rischio (applicativo 3.5)</p> |
| V3AP04_DI004 | <p>Atlante delle specie marine protette nelle AMP e nei siti Natura 2000 in Sicilia — L'Atlante, realizzato nell'ambito del progetto istitutivo dell'Osservatorio Regionale della Biodiversità della Regione Sicilia, costituisce una raccolta di schede di specie marine protette e/o minacciate di estinzione, considerate tali ai sensi delle diverse Direttive Comunitarie ed accordi internazionali per la conservazione della natura (i.e. Habitat, Uccelli, SPA/BIO, Berna, Bonn, CITES, ACCOBAMS) e che risultano avere almeno una segnalazione in Aree Marine Protette ed Aree Natura 2000 (Siti di Importanza Comunitaria e Zone a Protezione Speciale) della Sicilia.</p> <p>Tali dati saranno importati a sistema per il calcolo delle mappe di rischio (applicativo 3.5)</p> |
| V3AP04_DI005 | <p>Previsioni sullo stato del mare — 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".</p> <p>I dati comprendono 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".</p> <p>I dati saranno importati nel sistema per la previsione di evoluzione delle chiazze di idrocarburi in mare (oil spill drift, applicativo 3.2)</p> |
| V3AP04_DI006 | <p>Rete Mareografica della Laguna di Venezia — Dati ed elaborazioni delle osservazioni della Rete Mareografica della Laguna di Venezia e del litorale Nord Adriatico (RMLV), previsione della marea e delle acque alte.</p> |

| ID | Specifiche di contenuto |
|--------------|---|
| | I dati saranno importati nel sistema per la previsione di evoluzione delle chiazze di idrocarburi in mare (oil spill drift, applicativo 3.2) |
| V3AP04_DI007 | <p>Rete Ondametrica Nazionale (RON) - Dati storici — La Rete è il sistema di rilevamento del moto ondoso dell'ISPRA, costituita da una rete di quindici stazioni di misura in punti fissi lungo le coste nazionali per la raccolta di dati che, opportunamente elaborati, caratterizzano lo stato del mare.</p> <p>I dati saranno importati nel sistema per la previsione di evoluzione delle chiazze di idrocarburi in mare (oil spill drift, applicativo 3.2).</p> |
| V3AP04_DI008 | <p>Rete Ondametrica Nazionale (RON) - Dati near real time — La Rete è il sistema di rilevamento del moto ondoso dell'ISPRA, costituita da sette stazioni di misura in punti fissi lungo le coste nazionali per la raccolta di dati che caratterizzano lo stato del mare. Sono disponibili i dati near real-time.</p> <p>I dati saranno importati nel sistema per la previsione di evoluzione delle chiazze di idrocarburi in mare (oil spill drift, applicativo 3.2).</p> |
| V3AP04_DI009 | <p>Sistema Informativo Nazionale per la Tutela delle Acque Italiane (SINTAI) — Nel sistema SINTAI 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. Pertanto, i dati presenti nel sistema SINTAI sono certificati dai soggetti istituzionali competenti per legge. Le informazioni rese disponibili dal sistema SINTAI sono sia numeriche, sia cartografiche.</p>  <p>Tali dati saranno importati a sistema per l'elaborazione delle mappe di rischio (applicativo 3.5)</p> |
| V3AP04_DI010 | <p>Sistema di osservazione Specie Marine Aliene — Il sistema di osservazione Specie Marine Aliene è principalmente finalizzato per: supportare i ricercatori ed esperti dell'ISPRA coinvolti nella tematica, per le attività di osservazione, monitoraggio;</p> |

| ID | Specifiche di contenuto |
|--------------|--|
| | <p>valutare la presenza e l'impatto delle specie marine aliene nel Mediterraneo; disseminare e condividere i dati ed informazioni utili per gli esperti ed addetti ai lavori che si occupano della specifica tematica a supporto di attività istituzionali, quali principalmente la Direttiva Quadro Strategia Marina (MSDF).</p> <p>Tali dati saranno importati a sistema per l'elaborazione delle mappe di rischio (applicativo 3.5)</p> |
| V3AP04_DI011 | <p>ENEA – Osservazioni biogeochimiche – Le Osservazioni biogeochimiche di ENEA sono dati relativi al ciclo dei nutrienti e dei gas nell'ambiente marino, nello specifico il ciclo del carbonio (dati di come il carbonio viene scambiato tra l'atmosfera, l'oceano e la terra), il ciclo dell'azoto e il ciclo del fosforo</p> <p>ENEA – Dati di contaminazione – I dati di contaminazione sono dati che riguardano la presenza di sostanze inquinanti nell'ambiente. Questi dati si riferiscono ad una varietà di sostanze, tra cui metalli pesanti, pesticidi, idrocarburi e radionuclidi.</p> <p>ENEA – Dati marini (previsioni e analisi)</p> <p>Tali dati saranno importati a sistema per l'elaborazione delle mappe di rischio (applicativo 3.5)</p> |
| V3AP04_DI012 | <p>EMODNET – Batimetria (scala regionale e costiera): dati che si riferiscono alla profondità del fondale marino nelle acque</p> <p>EMODNET – Osservazioni biogeochimiche</p> <p>EMODNET – Dati di contaminazione: tali dati riguardano la presenza di sostanze inquinanti nelle acque e nei sedimenti marini europei e sono disponibili per una varietà di sostanze, tra cui metalli pesanti, composti organici persistenti (POP), nutrienti, sostanze radioattive</p> <p>EMODNET – Distribuzione spaziale e temporale di specie marine: mette a disposizione una varietà di dati sulla distribuzione spaziale e temporale di specie marine. Tali dati includono:</p> <ul style="list-style-type: none"> • i dati di presenza: indicano se una specie è presente o meno in una determinata area. • Dati di abbondanza: indicano il numero di individui di una specie presenti in una determinata area. • Dati di distribuzione temporale: indicano come la distribuzione di una specie è cambiata nel tempo. <p>EMODNET – Habitat marini di fondo (Seabed habitats) che possono essere colpiti da sversamenti di idrocarburi, ed alcuni sono più vulnerabili di altri.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Baie e lagune: aree caratterizzate da acque poco profonde e sedimenti morbidi, che rendono più facile per gli idrocarburi diffondersi e raggiungere la vita marina. |

| ID | Specifiche di contenuto |
|--------------|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> • Pianure abissali: aree caratterizzate da acque profonde e sedimenti morbidi, che possono aiutare a trattenere gli idrocarburi. Tuttavia, anche le pianure abissali possono essere colpite da sversamenti di idrocarburi, soprattutto se si verificano in aree con una forte corrente. • Fondali rocciosi: aree caratterizzate da rocce dure, che possono aiutare a proteggere la vita marina dagli idrocarburi. • Fondali sabbiosi: aree caratterizzate da sedimenti sabbiosi, che possono aiutare a trattenere gli idrocarburi. <p>Tali dati saranno importati a sistema per l'elaborazione delle mappe di rischio (applicativo 3.5)</p>  |
| V3AP04_DI013 | <p>Dati AIS: I dati AIS del Corpo delle Capitanerie di Porto sono un insieme di informazioni relative al traffico marittimo, raccolte e trasmesse dalle navi tramite il sistema Automatic Identification System (AIS).</p> <p>L'AIS è un sistema internazionale di tracciamento navale che utilizza trasponder installati a bordo delle navi per trasmettere informazioni sulla loro posizione, rotta, velocità, dimensioni e altre caratteristiche. Queste informazioni sono ricevute da stazioni costiere e da altre navi AIS, e possono essere utilizzate per una varietà di scopi, tra cui:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Monitoraggio del traffico marittimo per la sicurezza della navigazione; • Ricerca e soccorso in mare; • Prevenzione dell'inquinamento marino; |

| ID | Specifiche di contenuto |
|--------------|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> Ricerca e sviluppo in ambito marittimo. <p>Il Corpo delle Capitanerie di Porto è il principale ente responsabile della raccolta e della gestione dei dati AIS in Italia. La rete AIS nazionale, gestita dalla Guardia Costiera, riceve le informazioni AIS da tutte le navi in navigazione nel territorio italiano. Queste informazioni sono poi elaborate e archiviate in un database, che è accessibile a un'ampia gamma di utenti, tra cui:</p> <ul style="list-style-type: none"> Autorità marittime; Organizzazioni di ricerca; Aziende private; Pubblico. <p>Tali dati saranno importati a sistema per l'elaborazione delle mappe di rischio (applicativo 3.5)</p> |
| V3AP04_DI014 | <p>I dati satellitari provenienti da Copernicus sono di proprietà della Commissione europea che è responsabile del coordinamento e della gestione del programma Copernicus. I dati forniti dai satelliti Sentinel del programma Copernicus saranno acquisiti tramite l'hub Copernicus ad accesso aperto ("Copernicus Open Access Hub") dell'ESA oppure tramite il punto di accesso ai dati online di Copernicus ("Copernicus Online Data Access") dell'EUMETSAT, a seconda del tipo di dati.</p> <p>Il servizio di discovery ed accesso ai dati è il "Copernicus Data Space Ecosystem" (https://dataspace.copernicus.eu/). Il catalogo delle API offre diverse interfacce che utilizzeremo per interagire con il database dei dati tra cui STAC, OData e OpenSearch. Si accederà ai dati Copernicus tramite le seguenti tipologie di API:</p> <ul style="list-style-type: none"> API del catalogo: interfacce che offrono la possibilità di effettuare ricerche nel catalogo, di soddisfare le esigenze dei vari utenti e di garantire la continuità rispetto agli hub Copernicus esistenti. Accesso semplificato ai dati: si potranno utilizzare le API per acquisire i dati satellitari sulla propria AOI e un intervallo di tempo specifico da archivi completi in pochi secondi. Trasferimento prodotti utilizzando S3: l'API S3 è uno dei principali metodi di accesso che sarà utilizzato per i dati EO. <p>ESA third party mission include alcuni satelliti commerciali la cui proprietà dipende dalle specifiche missioni. Esistono accordi tra fornitori ed ESA che regolano le policy di accesso al dato.</p> <p>I dati SAR di COSMO-SkyMed sono invece di proprietà di ASI. I dati forniti dalle costellazioni COSMO-SkyMed e COSMO-SkyMed Seconda Generazione saranno acquisiti tramite un portale.</p> |
| V3AP04_DI015 | <p>Si accederà ai dati multispettrali Copernicus come per i dati SAR Copernicus. I dati iperspettrali di PRISMA sono di proprietà di ASI.</p> <p>I dati multispettrali Landsat sono di proprietà della NASA che gestisce la missione. Saranno utilizzati diversi servizi per l'accesso al dato, come ad esempio quello offerto da USGS. Alcuni dataset sull'Europa sono disponibili tramite portale ESA. Per l'accesso ai dati Landsat si adotteranno diverse soluzioni fornite da USGS che dipendono dal tipo di dato che si acquisirà. Maggiori dettagli si possono trovare ai seguenti link:</p> |

| ID | Specifiche di contenuto |
|----|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> • https://m2m.cr.usgs.gov/ • https://www.usgs.gov/landsat-missions/landsat-data-access |

1.5 Sistemi federati

1.5.1 Introduzione ai Sistemi Federati

Per questa area non si rilevano Sistemi da federare ma solo sistemi fornitori di dati in interoperabilità.

1.6 Funzioni, Algoritmi e Modelli

1.6.1 Introduzione e panorama generale

L'efficace implementazione di algoritmi e modelli che richiedono un *data-lake* strutturato in specifici *layer* di processo: algoritmi e modelli acquisiscono i dati da *layer* di mera ingestion, li elaborano, li riversano così processati in *layer* di livello più alto. A livello strategico, il Data Lake del SIM verrà interrogato per effettuare analisi utili a indirizzare le decisioni, correlando dati trasversali ai diversi stakeholder ed elaborando sintesi in grado di sviluppare una logica previsionale attraverso le varie fasi dall'analisi: da quella descrittiva a quella prescrittiva, passando infine per quella predittiva, attraverso processi di computazione distribuita, i cui vantaggi saranno:

- **Scalabilità** — I sistemi distribuiti possono crescere con il carico di lavoro e i requisiti. Se necessario, è possibile aggiungere nuovi nodi, vale a dire, altri dispositivi di calcolo, alla rete di calcolo distribuito.
- **Disponibilità** — Il sistema di calcolo distribuito non viene arrestato se uno dei computer si blocca. La struttura del sistema mostra tolleranza ai guasti perché può continuare a funzionare anche se i singoli computer riportano un errore.
- **Consistenza** — I computer di un sistema distribuito condividono informazioni e duplicano i dati tra loro, ma il sistema gestisce automaticamente la consistenza dei dati tra tutti i diversi computer. In questo modo si ottiene il vantaggio della tolleranza ai guasti senza compromettere la consistenza dei dati.
- **Trasparenza** — I sistemi di calcolo distribuito forniscono una separazione logica tra l'utente e i dispositivi fisici. È possibile interagire con il sistema come se fosse un singolo computer, senza preoccuparsi dell'impostazione e della configurazione delle singole macchine. Hardware, middleware, software e sistemi operativi diversi possono lavorare insieme per far funzionare il sistema senza problemi.
- **Efficienza** — I sistemi distribuiti offrono prestazioni più rapide con un uso ottimale delle risorse dell'hardware sottostante. Di conseguenza, è possibile gestire qualsiasi carico di lavoro senza preoccuparsi di guasti al sistema dovuti a picchi di volume o al sottoutilizzo di hardware costoso.

Il *data-lake* disporrà di almeno tali data *layer*:

- **Transient Zone** — Rappresenta il punto di ingresso dei dati nel *data lake*: qui i dati potranno essere tokenizzati o mascherati per proteggere, ad esempio, dati sensibili, e per i più generali processi di *GDPR compliance*.
- **Raw Zone** — Tale *layer* conterrà i dati nel loro formato originale, grezzo, o così come vi confluiscano dalla *transient zone*.
- **Refined Zone** — In tale *layer* confluiranno dati semilavorati a partire dai dati grezzi, attraverso algoritmi di *data preparation* (operazioni di pulizia, aggregazione, validazione, ...).
- **Trusted Zone** — Conterrà i dati pubblici — i *reference data* o altrimenti definibili come *master data* — disponibili e certificati per tutti gli *stakeholder* del SIM.
- **Sandbox** — Come *layer* a cui i data scientist e gli esperti possono accedere per sperimentare con i dati, esplorarli, farne emergere il loro valore, estrarne *actionable pattern* come informazioni utili agli stakeholder per valutare ulteriori attività, processi, implementazioni.

1.6.2 Criteri di selezione

Si è provveduto a selezionare le seguenti classi di algoritmi/modelli:

- Algoritmi di Data Governance
- Algoritmi di Data Preparation

Altri algoritmi/modelli specifici adottati sono:

- Algoritmi specifici di pre-processing delle serie storiche
- Algoritmi specifici di pre-processing dati satellitari

Infine, sono stati individuati anche:

- Algoritmi di Data Correlation

Nel seguito del documento il dettaglio analitico.

1.6.3 Dettagli sugli Algoritmi

Algoritmi di Data Governance

Pur in un contesto di scalabilità ed efficienza, nel contesto di una pluralità di stakeholder che alimenteranno il sistema informativo occorrerà predisporre efficaci processi di data governance, abilitati da una solida base di metadati — strutturali, di processo e semantici — per evitare il rischio che il valore dei dati vada perdendosi nel tempo e nella crescita di volumi e flussi, o che i dati diventino reperibili con difficoltà. Particolare cura dovrà essere posta in tali processi, che dovranno strutturarsi fino a definire per quanto possibile una effettiva ontologia — anche semantizzata — delle informazioni. Il rischio, altrimenti, è che si determini una configurazione a data silo, ciascuno isolato, confinato nell'operatività per pochissimi stakeholder, non in dialogo ed in interazione con tutti gli altri.

I metadati di catalogazione, in tale scenario, assumono un ruolo di rilievo, e sono un elemento chiave per:

- Garantire visibilità ai dati fornendo un catalogo comune e condiviso che li renda facilmente accessibili, anche con criteri di ricerca e di filtering.
- Garantire che le analisi avvengano su dati che hanno un certo livello di qualità, e quindi possano essere considerati affidabili (trusted).
- Determinare se i dati sono coerenti con il contesto dell'analisi che si intende effettuare.
- Governare il ciclo di vita dei dati, la loro permanenza all'interno del data lake, le informazioni analitiche delle trasformazioni che li hanno interessati.
- Garantire i livelli opportuni di sicurezza e privacy, definendo politiche di accesso ai dati, mascherando dati sensibili, garantendo il rispetto più complessivo del GDPR.
- Favorire l'integrazione dei dati, anche a fronte della eterogeneità della loro struttura, della loro provenienza, della loro diversa granularità in termini tanto temporali che di georeferenziazione.

Gli algoritmi di data governance:

- Garantiranno un trade-off tra flessibilità ed effettiva governabilità, evitando di diventare più dispendioso e costoso in termini di tempo rispetto al valore complessivo che si potrà estrarre dai dati.
- Saranno pervasivi ed attivati già dalla fase di data ingestion in modo da poter cogliere immediatamente opportunità di riutilizzo e condivisione dei dati.
- Saranno automatizzati, per costruire un'architettura scalabile in grado di stare al passo con la crescita ed i processi di popolamento del data lake.

Attraverso tali algoritmi si procederà anche a semantizzare i dati, ovvero a:

- Rendere disponibili ed accessibili in un formato standard i dati — siano essi strutturati, semi-strutturati o non strutturati — e le loro relazioni.
- Descrivere la semantica dei dati attraverso formalismi condivisi.

Per tali algoritmi si adotteranno gli approcci tecnologici tecnologie seguenti:

- **RDF (Resource Description Framework)** — Formato standard per rappresentare i dati: le risorse e le relazioni tra queste sono modellate rispettivamente come nodi ed archi di un grafo etichettato e sono identificate in maniera univoca tramite URI (Universal Resource Identifier).
- **SPARQL** — Per la strutturazione dei dati come grafo, in termini più flessibili ed integrati degli approcci SQL classici (es per i dati ISPRA)
- **Ontologie** — Specifica esplicita e formale di una concettualizzazione condivisa. Permette di superare le differenze terminologiche proprie del linguaggio naturale, che si possono riscontrare nella definizione di uno stesso concetto nell'ambito di un dato dominio, favorendo l'integrazione e la costruzione di una conoscenza distribuita. Consiste in un insieme di concetti, relazioni, assiomi, individui, asserzioni e fatti: un algoritmo in grado di interpretare un linguaggio ontologico (reasoner) sa inferire conoscenza e verificare automaticamente la correttezza delle assunzioni su un dominio.

Attraverso la piattaforma **Dataiku**, resa disponibile nel SIM, si svolgeranno operazioni ETL occupandosi anche di gestire tutti i metadati associati (tipo dei dati, provenienza, qualità, ...). In fase

di connessione ad un dataset, o di esecuzione di un'operazione sul dataset che origina in output un risultato con uno schema non ancora conosciuto dal sistema, si potrà inferire automaticamente il tipo tecnico dei dati (int, float, ...), e il tipo semantico, ovvero il meaning: ciascun meaning può rendere valida una data column o meno per quel tipo semantico, ed si definiranno nuovi meaning dichiarativi.

Algoritmi di Data Preparation

Si procederà alla gestione algoritmica classica di data preparation, per gestire:

- **Anomalie ed outlier** — Gli outlier sono dati che si discostano in modo significativo dal resto del set di dati. Possono essere causati da errori di misurazione, dati mancanti o eventi imprevisti. Saranno utilizzati degli algoritmi per gestire gli outlier per identificare e rimuovere questi dati, o per modellarli in modo da non influenzare l'analisi dei dati. Le possibili anomalie e gli outlier saranno individuati e gestiti per ogni fonte dati di tipo meteo-marino-ambientale.
- **Dati mancanti** — I dati mancanti possono essere causati da errori di raccolta, problemi tecnici o semplicemente dal fatto che non è possibile raccogliere tutti i dati. Saranno utilizzati degli algoritmi per gestire i dati mancanti per settarli con valori stimati, o si utilizzeranno i dati disponibili per ottenere risultati comunque attendibili. Sulla base della fonte dati per la quale si individueranno dei dati mancanti, si sceglierà l'opportuna modalità di intervento.
- **Dati incompleti** — I dati incompleti sono dati che non contengono tutte le informazioni necessarie per essere utilizzati. Saranno utilizzati degli algoritmi per gestire i dati incompleti al fine di completare i dati mancanti con informazioni esterne, o per utilizzare le informazioni disponibili per ottenere risultati comunque attendibili.
- **Dati eterogenei** — I dati eterogenei sono dati che provengono da diverse fonti e sono formattati in modo diverso. Saranno utilizzati degli algoritmi per gestire i dati eterogenei per unificare i dati in un formato comune, in modo da poterli utilizzare in modo efficiente.

I flussi di data input di tali processi di preparation sono acquisiti dalla raw zone del data-lake, i flussi di data output di tali processi di preparation sono invece riversati nella refined zone del data-lake.

Anomalie ed outlier

Per gestire le anomalie e gli outlier si adotteranno:

- **Algoritmi statistici:** algoritmi che utilizzano metodi statistici per identificare i dati che si discostano dalla distribuzione del resto del set di dati.
- **Algoritmi di machine learning:** algoritmi che utilizzano modelli di machine learning per identificare i dati che sono più passibili di essere anomalie.

Gli algoritmi statistici si basano sull'assunzione che i dati normali si distribuiscono secondo una certa distribuzione, come la distribuzione normale o la distribuzione di Poisson. Questi algoritmi identificano gli outlier come i dati che si discostano in modo significativo da questa distribuzione.

Si utilizzeranno i seguenti algoritmi statistici per la gestione di anomalie ed outlier:

- **Intervalli di confidenza:** algoritmi che calcolano gli intervalli di confidenza per i dati normali. I dati che si trovano al di fuori di questi intervalli saranno considerati anomali.
- **Test di ipotesi:** algoritmi che testano l'ipotesi che i dati provengano da una distribuzione normale. I dati che non superano il test saranno considerati anomalie.
- **Regole di rilevamento:** regole che si basano su criteri predefiniti per identificare gli outlier. Ad esempio, una regola potrebbe identificare come outlier i dati che si discostano di più di un certo numero di deviazioni standard dalla media.

Gli algoritmi di machine learning per la gestione di anomalie ed outlier si basano invece sull'apprendimento di un modello che rappresenta la distribuzione dei dati normali. I dati che si discostano da questo modello saranno quindi considerati anomalie.

Se l'approccio statistico non fosse sufficiente alla gestione delle anomalie e outlier sui dati che saranno acquisiti, si utilizzeranno i seguenti algoritmi di machine learning:

- **Modelli di regressione:** modelli utilizzati per prevedere il valore di un dato in base ai valori di altri dati. I dati che si discostano in modo significativo dalle previsioni del modello saranno considerati anomalie.
- **Modelli di clustering:** modelli utilizzati per suddividere i dati in gruppi. I dati che non appartengono a nessun gruppo saranno considerati anomali.
- **Modelli di apprendimento automatico supervisionato:** modelli utilizzati per identificare i dati anomali sulla base di un set di dati di training che include sia dati normali che dati anomali.

Dati mancanti

Per gestire i **dati mancanti** si adotteranno:

- **Algoritmi di imputazione:** algoritmi che utilizzano le informazioni disponibili per stimare i valori dei dati mancanti.
- **Algoritmi di cancellazione:** algoritmi che eliminano i dati mancanti dal set di dati.

Gli algoritmi di imputazione sono i più comuni per la gestione di dati mancanti. Questi algoritmi stimano i valori dei dati mancanti utilizzando le informazioni disponibili.

Si utilizzeranno i seguenti algoritmi di imputazione:

- **Imputazione media:** algoritmo che sostituisce i dati mancanti con la media dei valori osservati.
- **Imputazione mediana:** algoritmo che sostituisce i dati mancanti con la mediana dei valori osservati.
- **Imputazione di regressione:** algoritmo che utilizza un modello di regressione per stimare i valori dei dati mancanti.
- **Imputazione di clustering:** algoritmo che utilizza un modello di clustering per stimare i valori dei dati mancanti.

Gli algoritmi di cancellazione invece eliminano i dati mancanti dal set di dati. Questo approccio sarà adottato se i dati mancanti sono pochi o se non sono indispensabili ai fini del risultato finale:

- **Selezione dei dati:** algoritmo che elimina i dati mancanti dal set di dati.
- **Riponderizzazione:** algoritmo che ridistribuisce i dati osservati in modo da compensare l'eliminazione dei dati mancanti.

Di seguito, alcuni fattori che saranno considerati nella scelta di un algoritmo per la gestione di dati mancanti:

- La quantità di dati mancanti: se i dati mancanti sono pochi, potrà essere sufficiente utilizzare un algoritmo di imputazione. Se i dati mancanti sono molti, sarà invece necessario utilizzare un algoritmo di cancellazione.
- I tipi di dati mancanti: saranno scelti gli algoritmi di imputazione sulla base del tipo di dato, se numerico o categorico.
- Le esigenze dell'analisi: alcuni algoritmi di imputazione possono influenzare i risultati dell'analisi, si utilizzeranno quindi algoritmi che non introducano bias nei risultati.

Dati incompleti

Per gestire i **dati incompleti** si adotteranno:

- **Algoritmi di integrazione:** algoritmi che utilizzano le informazioni disponibili per completare i dati mancanti.
- **Algoritmi di cancellazione:** algoritmi che eliminano i dati incompleti dal set di dati.

Gli algoritmi di integrazione sono i più comuni per la gestione di dati incompleti. Questi algoritmi completano i dati mancanti utilizzando le informazioni disponibili:

- **Imputazione di regressione:** algoritmo che utilizza un modello di regressione per stimare i valori dei dati mancanti.
- **Imputazione di clustering:** algoritmo che utilizza un modello di clustering per stimare i valori dei dati mancanti.
- **Imputazione a regole:** algoritmo che utilizza regole predefinite per completare i dati mancanti.
- **Imputazione attraverso intelligenza artificiale:** algoritmo che utilizza tecniche di intelligenza artificiale, come l'apprendimento automatico, per completare i dati mancanti.

Gli algoritmi di cancellazione eliminano invece i dati incompleti dal set di dati. Questo approccio sarà adottato nel caso in cui i dati incompleti siano pochi:

- **Selezione dei dati:** algoritmo che elimina i dati incompleti dal set di dati.
- **Riponderizzazione:** algoritmo che ridistribuisce i dati osservati in modo da compensare l'eliminazione dei dati incompleti.

Sarà utilizzato l'algoritmo più adatto sulla base della natura dei dati, la disponibilità di informazioni e le esigenze dell'analisi.

Dati eterogenei

Per gestire i **dati eterogenei**, infine, si adotteranno:

- **Algoritmi di integrazione:** algoritmi che utilizzano tecniche di elaborazione del linguaggio naturale per unificare i dati in un formato comune.
- **Algoritmi di fusione:** algoritmi che utilizzano tecniche di apprendimento automatico per unificare i dati in un formato comune.

Gli algoritmi di integrazione sono i più comuni per la gestione di dati eterogenei. Questi algoritmi combinano dati da diverse fonti senza tener conto delle differenze tra le fonti.

Si utilizzeranno i seguenti algoritmi di integrazione:

- **Unione:** algoritmo che sarà utilizzato per combinare dati da diverse fonti, purché le fonti abbiano un campo comune.
- **Join:** algoritmo che sarà utilizzato per combinare dati da diverse fonti, purché le fonti abbiano due o più campi comuni.
- **Concatenazione:** algoritmo che sarà utilizzato per combinare dati da diverse fonti, anche se le fonti hanno formati diversi.

Gli algoritmi di fusione sono più complessi degli algoritmi di integrazione. Questi algoritmi combinano dati da diverse fonti tenendo conto delle differenze tra le fonti.

Si utilizzeranno i seguenti algoritmi di fusione:

- **Riconciliazione:** algoritmo che sarà utilizzato per combinare dati da diverse fonti che contengono valori diversi per lo stesso campo. Sarà utilizzato per identificare le differenze e risolvere i conflitti.
- **Normalizzazione:** algoritmo che sarà utilizzato per convertire i dati da diverse fonti in un formato comune. Sarà utilizzato ad esempio per convertire tutti i dati in un formato comune.
- **Denormalizzazione:** algoritmo che sarà utilizzato per combinare dati da diverse fonti in un formato più coerente.

I fattori che saranno considerati nella scelta di un algoritmo per la gestione di dati eterogenei includono:

- La natura dei dati: alcuni algoritmi di integrazione sono più adatti per dati strutturati, mentre altri sono più adatti per dati non strutturati.
- La disponibilità di informazioni: alcuni algoritmi di fusione richiedono informazioni aggiuntive, come le regole di corrispondenza tra i dati da diverse fonti.
- Le esigenze dell'analisi: alcuni algoritmi di fusione possono influenzare i risultati dell'analisi. È importante scegliere un algoritmo che non introduca bias nei risultati.

Algoritmi specifici di pre-processing delle serie storiche

Per l'elaborazione delle serie storiche, sulla base della qualità del dato, potrà essere necessario effettuare delle attività di pre-processing di serie storiche, tra le quali:

- **Rimozione di anomalie:** le anomalie sono dati che si discostano in modo significativo dalla distribuzione dei dati normali. La rimozione delle anomalie sarà effettuata per migliorare l'accuratezza dei modelli di previsione.
- **Normalizzazione:** sarà utilizzata per portare i dati a una scala comune. Questo passaggio può essere necessario per rendere i dati più comparabili tra loro e per migliorare l'accuratezza dei modelli di previsione.
- **Detrending:** sarà utilizzato per rimuovere la tendenza lineare dai dati, e potrà essere necessario per migliorare l'accuratezza dei modelli di previsione.
- **Stazionarizzazione:** sarà utilizzata per rendere i dati stazionari, ovvero con proprietà statistiche costanti nel tempo, al fine di migliorare l'accuratezza dei modelli di previsione.

Oltre alle precedenti attività, si considereranno operazioni come la rimozione del rumore e la trasformazione dei dati (logaritmica o esponenziale).

Si utilizzeranno i seguenti algoritmi per il pre-processing di serie storiche:

- **Rimozione di anomalie:** algoritmi statistici, algoritmi di machine learning.
- **Normalizzazione:** normalizzazione z-score, normalizzazione min-max.
- **Detrending:** detrending lineare, detrending polinomiale.
- **Stazionarizzazione:** differencing, trasformazione di Box-Cox.
- **Rimozione del rumore:** filtraggio passa-basso, filtraggio passa-alto.

Rimozione di anomalie

- Algoritmi statistici: algoritmi che identificano le anomalie sulla base di criteri statistici, come il numero di deviazioni standard dai valori medi.
- Algoritmi di machine learning: algoritmi che identificano le anomalie utilizzando tecniche di machine learning, come l'apprendimento automatico supervisionato e non supervisionato.

Normalizzazione

- Normalizzazione z-score: algoritmo che sostituisce ogni valore con la sua deviazione standard dalla media.
- Normalizzazione min-max: algoritmo che sostituisce ogni valore con una percentuale del suo intervallo di valori.

Detrending

- Detrending lineare: algoritmo che sostituisce ogni valore con la differenza tra il valore e la sua tendenza lineare.
- Detrending polinomiale: algoritmo che sostituisce ogni valore con la differenza tra il valore e la sua tendenza polinomiale.

Stazionarizzazione

- Differencing: algoritmo che sostituisce ogni valore con la differenza tra il valore corrente e il valore precedente.

- Trasformazione di Box-Cox: algoritmo che trasforma i dati in una distribuzione normale.

Rimozione del rumore

- Filtro passa-basso: filtro che attenua le variazioni dei dati su scale temporali brevi.
- Filtro passa-alto: filtro che attenua le variazioni dei dati su scale temporali lunghe.

Algoritmi specifici di pre-processing dati satellitari

Il pre-processing dei dati SAR è una fase importante per preparare i dati all'analisi e all'interpretazione. Questa fase comprende una serie di passaggi che mirano a migliorare la qualità dei dati, correggere gli errori e renderli più adatti per le applicazioni successive. Si effettueranno le seguenti attività di pre-processing dei dati SAR:

- **Calibrazione:** sarà utilizzata per correggere gli errori radiometrici nei dati SAR, che possono essere causati da una serie di fattori, come la risposta del radar, l'attenuazione atmosferica e il rumore.
- **Campionamento:** sarà utilizzato per ridimensionare i dati SAR a una risoluzione desiderata, e potrà essere necessario per rendere i dati più compatibili con altri dati o per ridurre la dimensione dei file.
- **Correzione del terreno:** sarà utilizzata per correggere le distorsioni geometriche causate dalla topografia del terreno. Queste distorsioni possono rendere difficile l'interpretazione dei dati SAR e possono causare errori nei calcoli.
- **Filtraggio dello speckle:** lo speckle è un rumore che si presenta nei dati SAR a causa della natura interferometrica del radar, è quindi opportuno filtrarlo.

In fase di elaborazione, si potranno effettuare ulteriori operazioni, quali la mascheratura delle aree indesiderate.

Si selezioneranno le opportune attività di pre-processing dei dati SAR sulla base di diversi fattori, come la qualità dei dati originali, le applicazioni successive e le risorse disponibili. Uno scenario tipico è definito da:

- Calibrazione radiometrica: calibrazione in base al rumore, calibrazione basata su un bersaglio di calibrazione, calibrazione basata su un modello.
- Campionamento: campionamento a frequenza costante, campionamento in banda base, campionamento compresso.
- Correzione del terreno: correzione ortorettifica, correzione del rilievo, correzione del layover e dello shadowing.
- Filtraggio dello speckle: filtro Lee, filtro Frost, filtro Gamma MAP.

Algoritmi di Data Correlation

Gli algoritmi di correlazione dei dati - lineare e non lineare - saranno utilizzati per misurare la relazione tra due o più set di dati. La correlazione sarà utilizzata per identificare relazioni tra variabili, per identificare anomalie nei dati e per migliorare l'accuratezza dei modelli di previsione.

Algoritmi di correlazione lineare

Gli algoritmi di correlazione lineare misurano la relazione lineare tra due set di dati. La correlazione lineare è misurata dal coefficiente di correlazione di Pearson, che è un numero compreso tra -1 e 1. Un valore di 1 indica una correlazione perfetta positiva, un valore di -1 indica una correlazione perfetta negativa e un valore di 0 indica l'assenza di correlazione.

Si adotteranno i seguenti algoritmi di correlazione lineare:

- Coefficiente di correlazione di Pearson: l'algoritmo di correlazione lineare più comune.
- Coefficiente di correlazione di Spearman: algoritmo simile al coefficiente di correlazione di Pearson, ma è meno sensibile ai valori anomali.
- Coefficiente di correlazione di Kendall: algoritmo simile al coefficiente di correlazione di Spearman, ma è meno sensibile alla distribuzione dei dati.

Algoritmi di correlazione non lineare

Gli algoritmi di correlazione non lineare misurano invece la relazione non lineare tra due set di dati. La correlazione non lineare può essere misurata utilizzando una varietà di tecniche, come i metodi di regressione non lineare, i metodi di clustering e gli algoritmi di intelligenza artificiale.

Si adotteranno i seguenti algoritmi di correlazione non lineare:

- Regressione lineare: algoritmo utilizzato per misurare la correlazione non lineare tra due set di dati, se la relazione può essere approssimata da una funzione lineare.
- Regressione non lineare: algoritmo utilizzato per misurare la correlazione non lineare tra due set di dati, se la relazione non può essere approssimata da una funzione lineare.
- Clustering: algoritmo utilizzato per identificare gruppi di dati che sono correlati tra loro.
- Algoritmi di intelligenza artificiale: algoritmi utilizzati per misurare la correlazione non lineare tra due set di dati, utilizzando tecniche come l'apprendimento automatico e l'elaborazione del linguaggio naturale.

1.6.4 Dettagli sui Modelli

Per lo scopo dell'applicativo non sono previsti applicazioni di modelli.

1.6.5 Interazione tra Algoritmi e Modelli

Per lo scopo dell'applicativo non sono previsti applicazioni di modelli.

1.6.6 Casistica di Utilizzo

Gli algoritmi/modelli individuati coprono le seguenti casistiche di utilizzo:

- **Data Governance**
- **Data Preparation**
- **Pre-processing delle serie storiche**
- **Pre-processing dati satellitari**

- Data Correlation**

1.7 Dati di output

1.7.1 Introduzione

Di seguito si fornisce una panoramica generale dei dati di output prodotti dalla funzione applicativa del SIM e della loro rilevanza e specificità nel contesto applicativo.

1.7.2 Elenco Dati di Output

La seguente tabella sintetizza l'elenco dei dati di output, che corrispondono ai dati di input (raw) preprocessati (prepared) per essere utilizzati dai modelli.

| ID | Descrizione | Proprietà dei dati (owner) | Soluzioni per l'Accesso ai Dati | Frequenza di aggiornamento | Caratteristiche e Sensibilità Dato | Criticità |
|--------------|---|--|---------------------------------|----------------------------|---|-----------|
| V3AP04_DO001 | Dati Progetto MER (*) – prepared data | Progetto MER (*) | Offline | Periodico | Unclassified | N/A |
| V3AP04_DI002 | Dati biochimici e marini (**) – prepared data | ENEA | Offline | Periodico | Unclassified | N/A |
| V3AP04_DI003 | Batimetria, osservazioni biogeochimiche, distribuzione specie marine, Seabed habitats – prepared data | Rete europea di osservazione e dati sull'ambiente marino (EMODnet) | Offline | Periodico | Unclassified | N/A |
| V3AP04_DI004 | Dati AIS – prepared data | Guardia Costiera | Online / Offline | On demand / Periodico | Unclassified | N/A |
| V3AP04_DI005 | Stream immagini SAR a frequenza giornaliera – prepared data | COPERNICUS / ASI | Online | Giornaliera | Unclassified sensitive data – soggetta ad eventuale classificazione di riservatezza (shutter control) | N/A |

| ID | Descrizione | Proprietà dei dati (owner) | Soluzioni per l'Accesso ai Dati | Frequenza di aggiornamento | Caratteristiche e Sensibilità Dato | Criticità |
|--------------|---|------------------------------------|---------------------------------|----------------------------|---|-----------|
| V3AP04_DI006 | Stream immagini multi/iper-spetttrali – prepared data | COPERNICUS / ASI | Online | Giornaliera | Unclassified sensitive data – soggetta ad eventuale classificazione di riservatezza (shutter control) | N/A |
| V3AP04_DI007 | Previsioni circolazione e stato del mare | Copernicus Marine Service | Online / Offline | Giornaliera | Unclassified | N/A |
| V3AP04_DI008 | Previsioni meteo | ECMWF tramite Aeronautica Militare | Online / Offline | Giornaliera o 2 vv al gg | Unclassified | N/A |

(*) I servizi ISPRA MER – ad oggi in fase di progettazione ed implementazione da parte di ISPRA – saranno integrati nelle componenti disponibili entro i tempi di implementazione dell'attuale progetto SIM. Le componenti non disponibili oltre la data di implementazione dell'attuale progetto sono da considerarsi *out-of-scope*, a meno di successive integrazioni contrattuali con il MASE.

(**) Per i servizi che Enea renderà disponibili come *contributor* di progetto.