



MINISTERO DELL'AMBIENTE
E DELLA SICUREZZA ENERGETICA

Sistema Integrato di Monitoraggio (SIM)

Progetto Esecutivo

ALLEGATO _V4_C.U.4.4

Monitoraggio aree forestali colpite da avversità abiotiche/biotiche



**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.V4.4 – Monitoraggio aree forestali colpite da avversità abiotiche/biotiche....	5
1.1 Obiettivo del servizio applicativo.....	5
1.1.1 Introduzione.....	5
1.1.2 Scopo Generale.....	5
1.1.3 Esigenze e Requisiti Chiave	6
1.1.4 Tematiche e obiettivi correlati	6
1.1.5 Benefici Attesi.....	7
1.1.6 Vincoli e Limitazioni.....	8
1.1.7 Stakeholders Coinvolti	8
1.1.8 Conclusione e Riepilogo	8
1.2 Requisiti funzionali.....	8
1.2.1 Elenco dei Requisiti Funzionali.....	8
1.2.2 Requisiti non Funzionali Correlati.....	12
1.2.3 Vincoli e Limitazioni.....	14
1.3 Architettura logico-applicativa del Sistema.....	14
1.3.1 Requisiti Non-Funzionali	15
1.3.2 Diagramma Architetture.....	16
1.3.3 Piattaforme SIM utilizzate.....	19
1.4 Dati di input.....	25
1.4.1 Introduzione ai Dati di Input.....	25
1.4.2 Catalogo delle Fonti di Dati.....	26
1.4.3 Specifiche di Contenuto	28
1.5 Sistemi federati	28
1.5.1 Introduzione ai Sistemi Federati.....	28
1.5.2 Elenco dei Sistemi Federati.....	28
1.6 Funzioni, Algoritmi e Modelli	29
1.6.1 Introduzione e Panorama Generale.....	29

1.6.2	Criteri di Selezione.....	29
1.6.3	Tipologie di Funzioni Applicative	29
1.6.4	Dettagli sugli Algoritmi	29
1.6.4.1	Spazializzazione dei dati di pioggia.....	29
1.6.4.2	Spazializzazione dei dati di temperatura	29
1.6.4.3	Calcolo dell'indice di evapotraspirazione	30
1.6.4.4	Calcolo dell'indice di aridità.....	30
1.6.4.5	Calcolo degli indici vegetazionali.....	30
1.6.5	Dettagli sui Modelli	30
1.6.6	Interazione tra Algoritmi e Modelli.....	31
1.6.7	Analisi della Complessità Computazionale	31
1.6.8	Casistica di Utilizzo	31
1.6.9	Misure di Validazione e Verifica	32
1.7	Dati di output.....	32
1.7.1	Introduzione.....	33
1.7.2	Elenco Dati di Output	33

1. CU.V4.4 – Monitoraggio aree forestali colpite da avversità abiotiche/biotiche

1.1 Obiettivo del servizio applicativo

1.1.1 Introduzione

I cambiamenti climatici in corso costituiscono una delle sfide più rilevanti per l'intero sistema ambientale. Le previsioni dell'International Panel for Climate Change segnalano una progressiva intensificazione dei fenomeni connessi alla variabilità climatica, in particolare nella regione europea e, ancor più specificamente, nell'area mediterranea.

La contemporanea presenza di crescenti fenomeni di pressione antropica sulle risorse naturali amplifica il livello di vulnerabilità complessiva delle componenti naturali del territorio, ed in particolare delle risorse forestali.

Secondo quanto riportato nella Strategia Forestale Nazionale (approvata nel 2021 in attuazione del D.Lgs 3 aprile 2018, n. 34), *“Le principali sfide a cui il settore forestale nazionale deve e può dare un concreto contributo sono oggi legate alla crisi climatica in atto, e di conseguenza alle esigenze di decarbonizzazione della economia e di sviluppo delle energie rinnovabili; alla protezione dell'ambiente, alla conservazione della biodiversità e al recupero funzionale e strutturale degli ecosistemi; alla tutela del paesaggio;”*

Alle foreste e alle attività forestali è ormai ampiamente riconosciuto anche un ruolo fondamentale nella lotta al cambiamento climatico globale e, nell'ambito degli impegni internazionali (Accordo di Parigi del 2015) ed europei di riduzione delle emissioni di gas serra (Quadro energia-clima 2030, COM (2014) 15 final), rappresentano uno strumento strategico per il raggiungimento di un'economia a basse emissioni di carbonio entro il 2030.

Sempre secondo la citata Strategia Nazionale, uno degli elementi di debolezza che caratterizza il patrimonio forestale nazionale è la *“Scarsa conoscenza della vulnerabilità ambientale ai rischi e agli impatti del cambiamento climatico sul patrimonio forestale”*.

Tra le minacce principali che la Strategia Nazionale identifica, al primo posto si colloca la *“Crisi climatica con aumento nella frequenza e intensità degli eventi climatici estremi e delle temperature con i relativi dei disturbi biotici e abiotici, in particolare, incendi, siccità e attacchi parassitari, con impatti negativi sulla biodiversità, e sulla stabilità ed efficienza degli ecosistemi forestali”*.

1.1.2 Scopo Generale

Lo scopo generale della applicazione è quello di rendere disponibili risorse informative e di calcolo utili a supportare il monitoraggio dello stato di stabilità ed efficienza degli ecosistemi forestali.

Oltre alla generale disponibilità informativa assicurata dal SIM in relazione alla documentazione dei vari eventi calamitosi che possono interessare (o aver interessato) il patrimonio forestale nazionale

(come gli incendi e le alluvioni), il SIM rende disponibili i dati e gli algoritmi utili a rappresentare lo stato delle grandezze climatiche particolarmente rilevanti per la stabilità degli ecosistemi.

Tra queste si colloca, primariamente, l'indice di aridità.

1.1.3 Esigenze e Requisiti Chiave

L'esigenza è quella consentire di calcolare, in maniera sistematica:

- indici spazializzati in grado di illustrare la distribuzione di fenomeni di aridità, direttamente influenti sullo stato dei corpi forestali;
- indici vegetazionali relativi ai corpi forestali allo scopo di monitorarne lo stato.

Altre funzionalità disponibili nel SIM permettono di analizzare eventuali cambiamenti della consistenza dei corpi forestali connesse al consumo di suolo o alle tagliate forestali (funzioni di change detection) o di perimetrare le superfici colpite da un evento avverso (incendi boschivi, esondazioni).

1.1.4 Tematiche e obiettivi correlati

La seguente tabella dettaglia le principali tematiche e gli obiettivi connessi impattati dall'applicativo:

Tematiche	Obiettivi Correlati
Aridità	Implementazione di un catalogo di algoritmi finalizzati alla costruzione di indici di aridità.
Stato vegetativo dei corpi forestali	Implementazione di algoritmi finalizzati al monitoraggio dello stato di "salute" dei corpi forestali.

Aridità

L'aridità è una caratteristica climatica determinabile attraverso un bilancio idrico che tiene conto dei seguenti termini:

- Apporto di pioggia
- Evaporazione
- Ruscamento delle acque meteoriche.

Esistono numerose classificazioni climatiche, proposte in letteratura da diversi studiosi di climatologia e geografia, che utilizzano gli indici sintetici di aridità. Il SIM rende disponibili gli algoritmi che permettono di calcolare quelle più utilizzate e diffuse. Gli indici che permettono di calcolare l'aridità di un terreno, e che il SIM permette di calcolare, sono i seguenti:

1. Pluviofattore di Lang

2. Indice di aridità di De Martonne (1923)
3. Indice di aridità di De Martonne-Gottman
4. Quoziente pluviometrico di Emberger (1930)
5. Indice globale di umidità di Thornthwaite
6. Indice di aridità UNEP, adottato come indice ufficiale nell'ambito della Convenzione delle Nazioni Unite per la lotta alla Siccità e Desertificazione poiché sintetizza qualitativamente le caratteristiche climatiche del territorio
7. Indice di aridità di Bagnouls-Gausson

Il calcolo dell'indice di aridità è basato sulla disponibilità di dati spazializzati di pioggia e temperatura, disponibili al SIM per aggregazione dei dati provenienti dalle reti meteorologiche regionali.

Fondamentale, in particolare per la costruzione dell'indice di Thornthwaite e l'indice UNEP, è la variabile di evapotraspirazione, anch'essa determinabile in funzione della analisi di dati storicizzati di temperatura, di soleggiamento e di vento.

Anche questo indice ammette diverse formulazioni:

- semplificata (Thornthwaite)
- empirica (Langbein)
- analitica (Penman).

Per default, per la costruzione dei dati spazializzati di pioggia e di temperatura, l'applicativo utilizza la serie storica di dati di pioggia e di temperatura relativi ai dieci anni precedenti.

Indici vegetazionali

La vegetazione assorbe la radiazione solare in diverse bande, ossia in diversi intervalli di frequenza e lunghezze d'onda, e ne riemette una percentuale differente in ciascuna di esse. La percentuale di radiazione riemessa in bande specifiche, come quelle del vicino infrarosso (NIR), del rosso (RED), e dell'infrarosso a onde corte (Short Wave Infrared – SWIR), indica lo stato di salute della pianta o lo stress idrico.

Gli indici implementabili con le risorse del SIM sono i seguenti:

- NDVI (Normalized Difference Vegetation Index): l'indice descrive il livello di vigoria dei corpi vegetali;
- NDMI (Normalized Difference Moisture Index) l'indice descrive il livello di stress idrico dei corpi vegetali.

1.1.5 Benefici Attesi

L'utilizzo di uno strumento unitario a livello nazionale permette di realizzare mappature omogenee che, se archiviate nel SIM, andranno a costituire un patrimonio informativo utile per supportare le attività di monitoraggio e di pianificazione a tutela della risorsa forestale.

1.1.6 Vincoli e Limitazioni

Non si ravvedono vincoli e limitazioni allo sviluppo dell'applicativo.

1.1.7 Stakeholders Coinvolti

Di seguito vengono riepilogati sinteticamente stakeholders che interagiscono con diverse modalità nell'ambito dell'applicativo.

Stakeholders	Tipologia interazione
ISPRA	utilizzatore
CUFAA	utilizzatore
Istituti ed Enti di ricerca	utilizzatori
MASAF	Fruitore dei risultati
SNPA	Fruitore/Fornitore dei risultati

1.1.8 Conclusione e Riepilogo

I cambiamenti climatici rappresentano uno dei maggiori e più pressanti problemi cui far fronte a livello non solo nazionale, ma in maniera coordinata a livello europeo e globale.

La Comunità Europea delinea una roadmap, attraverso impegni internazionali, piani e programmi finalizzata a contrastare la crisi climatica in atto con particolare riferimento all'ecosistema forestale. Tuttavia, lo stato attuale delle conoscenze in tema di vulnerabilità ambientale e di rischi e impatti del cambiamento climatico sul patrimonio forestale è ancora scarso.

Nell'ambito del SIM si ravvisa quindi la necessità di rendere disponibili strumenti di analisi che possano contribuire a costruire e ampliare il patrimonio informativo utile per supportare le attività di monitoraggio e di pianificazione a tutela della risorsa forestale. In particolare, l'applicativo si propone di rendere disponibili strumenti informatici per il calcolo di:

- indici spazializzati in grado di illustrare la distribuzione di fenomeni di aridità, direttamente influenti sullo stato dei corpi forestali;
- indici vegetazionali relativi ai copri forestali allo scopo di monitorarne lo stato.

1.2 Requisiti funzionali

1.2.1 Elenco dei Requisiti Funzionali

Di seguito si riporta l'elenco dei requisiti funzionali dell'applicativo

ID	Requisito	Descrizione	Progettazione	Implementazione
V4AP04_RF001	Selezione indice da calcolare	L'utente seleziona tramite interfaccia quali indici vuole calcolare	Si richiede che l'utente possa compilare un controllo comune	Si deve prevedere una funzionalità che permetta all'utente di

ID	Requisito	Descrizione	Progettazione	Implementazione
			(per esempio checkbox) che riporta gli indici di cui è possibile avviare il calcolo	selezionare i dati richiesti dal modello sulla base di un set predefinito
V4AP04_RF002	Selezione del perimetro di interesse	Questo requisito riguarda la selezione del perimetro di interesse per circoscrivere l'elaborazione ad un ambito territoriale specifico.	Operazione di segmentazione effettuata attraverso filtro territoriale o su metattribution della sorgente	Selezione su mappa da interfaccia Operativa. Trasferimento delle coordinate geografiche al back-end per elaborazione su area (input dell'algoritmo).
V4AP04_RF003	Identifica le centraline di monitoraggio	Sulla base della determinazione del perimetro di interesse per l'utente vengono selezionate le centraline di monitoraggio (temperatura, piogge, venti) che saranno assunte come input dell'applicazione	E' richiesta una operazione di selezione sullo strato informativo che riporta le centraline di monitoraggio	Si implementano funzionalità di selezione geografica su layer specifico sulla base di uno strato informativo utilizzato come perimetro
64AP04_RF004	Indice di aridità: Selezione algoritmo dell'indice di aridità di interesse e calcolo	Permette all'utente di selezionare lo specifico indice di aridità da calcolare ed attivare la specifica procedura di calcolo. Nel caso di selezione di indici che richiedono la disponibilità di un preliminare indice di evapotraspirazione verrà attivata la sub-procedura	Approfondito in Dettali sugli Algoritmi	Vengono impiegati Tecnologie di base dell'Intelligent platform per integrare funzioni, modelli e algoritmi del servizio applicativo

ID	Requisito	Descrizione	Progettazione	Implementazione
		descritta nel seguente RF. Se l'analisi viene svolta alla piccola scala è richiesto all'utente di selezionare un DEM per la spazializzazione dei dati di temperatura		
V4AP04_RF005	Selezione e calcolo dell'indice di evapotraspirazione	Permette all'utente di selezionare lo specifico indice di evapotraspirazione da calcolare ed attiva la specifica procedura di calcolo	Approfondito in Dettali sugli Algoritmi	Vengono impiegati Tecnologie di base dell'Intelligent platform per integrare funzioni, modelli e algoritmi del servizio applicativo
V4AP04_RF006	Seleziona variabili complementari	Permette all'utente di selezionare, tra i dati disponibili al SIM, quelli complementari per l'esecuzione della procedura di calcolo dell'indice di aridità, o di fare un upload di dati.		
V4AP04_RF007	Indice di stato della vegetazione forestale	Permette all'utente di selezionare l'immagine multispettrale di interesse e di calcolare gli indici relativi ai corpi forestali ed in particolare: - NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) - NDMI (Normalized Difference Moisture Index)	Approfondito in Dettali sugli Algoritmi	

ID	Requisito	Descrizione	Progettazione	Implementazione
V4AP04_RF008	Mappe tematiche di indici elaborati	Permette di creare mappe tematiche riportanti gli indici elaborati.	Visualizzazione su interfaccia operativa	La visualizzazione cartografica è implementata utilizzando librerie web-GIS su interfaccia operativa
V4AP04_RF009	Notifica di completamento elaborazione	Questo requisito riguarda la Notifica di avviso per completamento generazione automatica mappa.	Visualizzazione di una notifica di completamento generazione mappa tematica, nel caso di elaborazioni di grandi dimensioni.	Implementazione di un servizio di notifica laddove il dato sia di grandi dimensioni e richieda più tempo di elaborazione.

Di seguito viene descritta sinteticamente **la modalità con cui il SIM risponderà alle necessità dell'Utente di riferimento** (di seguito abbreviato in Utente).

L'Utente autenticato e autorizzato all'accesso alla sezione dedicata del SIM seleziona attraverso specifico menù di navigazione l'indice di cui vuole effettuare il calcolo. In particolare, il menù permetterà di selezionare fra:

- Indice di aridità
- Indice di vegetazione

Definito il tipo di elaborazione che si vuole eseguire, l'interfaccia chiederà all'utente di selezionare, fra quelli proposti, lo specifico algoritmo da implementare per il calcolo dell'indice scelto. Qualora si sia scelto di effettuare il calcolo dell'indice di aridità, verrà richiesto di selezionare anche l'algoritmo di evapotraspirazione che si vuole implementare.

L'utente dovrà quindi procedere alla selezione dai dati di input necessari al calcolo dell'algoritmo selezionato. L'operazione di selezione avviene attraverso una lista a scelta multipla, in cui l'applicativo renderà disponibili i soli dati necessari al calcolo.

Come passo successivo di impostazione dell'elaborazione, se l'utente di riferimento è interessato alla elaborazione solo per un'area di interesse specifica, sarà possibile definirla attraverso operazione di ritaglio o selezione di confini amministrativi.

Si avvia a questo punto l'elaborazione a seguito della quale all'utente è restituito l'output che, in funzione delle scelte impostate in fase di avvio, è relativo a:

- Mappa raster dei dati di pioggia spazializzati
- Mappa raster dei dati di temperatura spazializzati

- Mappa raster dell'indice di evapotraspirazione spazializzati
- Mappa raster dell'indice di aridità
- Mappa raster dell'NDVI
- Mappa raster del NDMI

Nella fruizione del dato l'utente potrà:

- visualizzarlo utilizzando librerie web-GIS su interfaccia operativa.
- effettuare l'export dei dati e strutturare un modulo applicativo per supportante le conversioni in formati standard (per esempio geo-tiff per dati spaziali o pdf). L'operazione avviene dall'interfaccia attraverso download.

1.2.2 Requisiti non Funzionali Correlati

ID	Requisito	Descrizione	Progettazione	Implementazione
V4AP01_RNF001	Stato delle informazioni: visibilità e riservatezza.	I set informativi di interesse devono poter assumere uno stato di "riservatezza" a fronte di una possibile valutazione degli stessi come indizio di reato.	Vedasi descrizione presente nel master.	La modalità di implementazione del requisito verrà dettagliata nella successiva fase progettuale.
V4AP01_RNF002	Stato delle informazioni: metadati a corredo	I set informativi oggetto di elaborazione devono essere corredati da una serie di metadati che consentano di tracciare l'intera catena di elaborazione a cui sono stati sottoposti, sia in termini temporali, che operativi.	Vedasi descrizione presente nel master.	La modalità di implementazione del requisito verrà dettagliata nella successiva fase progettuale.
V4AP01_RNF003	Definizione e gestione dei ruoli	Il servizio applicativo deve prevedere una chiara definizione dei ruoli operativi, anche in relazione all'obiettivo di modellare i processi	Vedasi descrizione presente nel master.	La modalità di implementazione del requisito verrà dettagliata nella successiva fase progettuale.

ID	Requisito	Descrizione	Progettazione	Implementazione
		amministrativi in ambito. Inoltre, le risultanze delle elaborazioni devono poter essere validate, sia dal punto di vista operativo che amministrativo, da operatori con specifico ruolo di responsabilità, diverso da quello dell'operatore che ha eseguito l'analisi di interesse.		
V4AP01_RNF004	Blocchi funzionali per i processi amministrativi: validazione.	È necessario prevedere un insieme di blocchi funzionali, modulabili secondo necessità al fine di modellare uno specifico processo amministrativo. Tra gli altri, è necessario prevedere un blocco eseguibile secondo uno specifico privilegio di ruolo, che consenta la "validazione" formale e con valenza amministrativa delle elaborazioni effettuate.	Vedasi descrizione presente nel master.	La modalità di implementazione del requisito verrà dettagliata nella successiva fase progettuale.
V4AP01_RNF005	Blocchi funzionali per i processi amministrativi: markup temporale e certificazione.	I set informativi di interesse devono poter essere certificati dal punto di vista temporale, sia al momento della loro	Vedasi descrizione presente nel master.	La modalità di implementazione del requisito verrà dettagliata nella successiva fase progettuale.

ID	Requisito	Descrizione	Progettazione	Implementazione
		acquisizione che nell'indicazione della data e ora esatte in cui è stata effettuata un'azione specifica.		
V4AP01_RNF006	Blocchi funzionali per i processi amministrativi: fascicolazione documentale.	Prevedere la possibilità di creare fascicoli documentali, con accesso controllato da parte di utenti.	Vedasi descrizione presente nel master.	La modalità di implementazione del requisito verrà dettagliata nella successiva fase progettuale.
V4AP01_RNF007	Blocchi funzionali per i processi amministrativi: invio automatico documentazione.	Prevedere una funzionalità di invio automatico della documentazione verso terze parti, in modalità certificata (PEC)	Vedasi descrizione presente nel master.	La modalità di implementazione del requisito verrà dettagliata nella successiva fase progettuale.
V4AP01_RNF008	Blocchi funzionali per i processi amministrativi: cambio stato set informativo.	Prevedere un meccanismo di cambio forzato dei set informativi ad uno stato "riservato" o altro stato opportuno.	Vedasi descrizione presente nel master.	La modalità di implementazione del requisito verrà dettagliata nella successiva fase progettuale.
V4AP01_RNF009	Integrazione dei Blocchi funzionali amministrativi sui flussi applicativi.	Prevedere la possibilità di implementare le funzionalità di gestione amministrativa all'interno del flusso applicativo di monitoraggio.	Vedasi descrizione presente nel master.	La modalità di implementazione del requisito verrà dettagliata nella successiva fase progettuale.

Nel paragrafo 5.4.2 del documento Master sono illustrate le linee di progettazione generale che declinano i requisiti non-funzionali sopra riportati.

1.2.3 Vincoli e Limitazioni

Non si ravvisano vincoli o limitazioni per lo sviluppo dell'Applicativo.

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 delle sorgenti degli stakeholder devono essere ad alta risoluzione con frequenza di aggiornamento almeno annuale
SICUREZZA	L'accesso all'interfaccia deve avvenire secondo le regole definite nel documento "classi di utenza" del SIM
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
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
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
COMPATIBILITÀ	Tutte le interfacce grafiche devono essere compatibili con i browser più utilizzati sul mercato (Google Chrome, Safari, Microsoft Edge, Firefox, Opera, Internet Explorer)
COMPATIBILITÀ	Lo sviluppo dell'App per la consultazione delle mappe deve essere fruibile su entrambi i marketplace (PlayStore per Android ed Apple Store per iOS)
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 Server che espone l'API. 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 oppure per notificare l'alert nel caso di rilevate anomalie che necessitano approfondimenti.
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
LOGGING	Per garantire la tracciabilità delle azioni i log devono contenere il dettaglio dell'utente/profilo e dell'orario in cui sono state eseguite le azioni oggetto di logging

Requisito	Descrizione
USABILITÀ	Tutte le interfacce grafiche devono esser facilmente leggibili adottando le migliori dimensioni, font ed accorgimenti nella costruzione delle pagine

Tabella 1 Requisiti non funzionali

1.3.2 Diagramma Architettuale

Di seguito è descritta l'architettura del sistema per l'implementazione dell'applicativo 4 del verticale, inclusi flussi dati, le relazioni tra macro-componenti e le piattaforme SIM utilizzate.

Il flusso definito dall'architettura e le piattaforme SIM utilizzate vengono descritti come segue:

1. L'utente interagisce con l'applicativo attraverso un'interfaccia grafica Web, che mette a disposizione tutte le funzionalità necessarie all'utente per effettuare l'analisi delle aree forestali colpite da avversità biotiche/abiotiche. L'interfaccia grafica è integrata nella Digital eXperience Platform.
2. Per accedere alle funzionalità, l'utente si autentica con credenziali attraverso una pagina di login messa a disposizione dal PSN. L'integrazione avviene attraverso API dedicate al processo di autenticazione, integrate attraverso IAM.
3. Superato il processo di autenticazione, l'utente accede all'interfaccia web dove può ricercare e visualizzare le mappe tematiche elaborate in precedenza. Le mappe sono visualizzabili con gli strumenti WebGIS a disposizione. Dall'interfaccia l'utente può avviare un processo di elaborazione per la creazione di nuove mappe tematiche di indici elaborati. L'interfaccia comunica con la base dati applicativa attraverso API mediante l'Integration Platform. Le funzionalità GIS sono accessibili dall'interfaccia grafica mediante l'utilizzo dell'API Gateway che si pone come interfaccia per l'invocazione delle API GIS esposte dal PSN.
4. All'avvio di una nuova elaborazione, l'utente deve selezionare l'area di interesse su cui effettuare l'analisi. Vengono quindi mostrati sull'interfaccia tool di selezione WebGIS per la selezione tramite layer vettoriali disponibili sul SIM (ad esempio confini amministrativi) quindi utilizzati per la delimitazione del perimetro tramite selezione da elenco o interagendo direttamente con la mappa con strumenti WebGIS. In tutti i casi si ottiene un vettoriale dell'area di interesse, che verrà utilizzata come filtro territoriale per i dati in input dell'elaborazione. I layer disponibili sul SIM vengono recuperati tramite Master Catalog quindi tramite chiamate via API Gateway al sistema federato.
5. Il sistema determina sulla base del perimetro indicato le centraline di monitoraggio temperatura, piogge, venti che verranno utilizzate come input. Questo viene mostrato in tempo reale all'utente in modo da abilitarne la modifica della selezione del perimetro. I dati delle centraline vengono recuperati attraverso API dal catalogo quindi caricate sull'interfaccia utente.
6. L'utente deve quindi selezionare l'indice di aridità da calcolare tra quelli disponibili. In caso di selezione di un indice che richiede la disponibilità dell'indice di evotraspirazione, il sistema in fase di esecuzione eseguirà una procedura descritta in seguito. In caso di esecuzione su piccola scala, l'utente dovrà selezionare un DEM per la spazializzazione dei dati della temperatura.
7. L'utente deve selezionare per il calcolo dell'indice di aridità, tra i dati proposti dal Master Catalog, le fonti complementari alla procedura di calcolo dell'indice di aridità. Le integrazioni con il Master Catalog avvengono tramite API ed Integration Platform.

8. Nella fase successiva, l'utente viene indirizzato sull'interfaccia di selezione dei dati in input da utilizzare. L'elenco dei dati disponibili viene ottenuto dall'integrazione con il Master Catalog tramite API, quindi pre-filtrati rispetto al perimetro di analisi selezionato dall'utente: l'utente deve selezionare da elenco le fonti dati da utilizzare per l'esecuzione dell'elaborazione, quindi le immagini multispettrali di interesse. L'utente ha anche l'opzione di effettuare l'upload di dati in formati compatibili con la piattaforma da utilizzare come input. Questi dati vengono persistiti all'interno su object storage tramite API dedicate. È possibile per l'utente utilizzare ulteriori filtri per restringere l'elenco di dati disponibili per la selezione. Le integrazioni con il Master Catalog avvengono tramite API ed Integration Platform
9. In seguito alla conferma da parte dell'utente dei parametri di esecuzione descritti sopra, l'utente può avviare l'esecuzione del processo di elaborazione. L'utente riceve conferma dell'avvio del processo asincrono, o della schedulazione avvenuta in caso di programmazione automatica.
10. All'avvio di un'elaborazione, il sistema recupera i metadati relativi ai dati di input da upload utente o selezionati dal Master Catalog; quindi, interroga le fonti dati correlate per recuperare le immagini selezionate, filtrando per il solo perimetro di interesse indicato. I dati vengono ritagliati rispetto al perimetro, se questo viene indicato dall'utente, e vengono persistite in un'area di lavoro temporanea su Object Storage, che verrà cancellata al completamento dell'esecuzione. L'area di lavoro è accessibile anche dal processo di elaborazione che verrà eseguito sull'Intelligence Platform.
11. Il sistema avvia l'esecuzione del processo di elaborazione attraverso l'esecuzione dell'workflow implementato all'interno dell'intelligence platform. Viene quindi eseguito l'algoritmo di calcolo dell'indice di stato della vegetazione forestale (NDVI/NDMI) e gli indici di aridità sulla base dei parametri selezionati dall'utente. Nel caso sia necessario, viene eseguito il calcolo dell'indice di evapotraspirazione. Il modello genera come output una mappa tematica riportante gli indici elaborati.
12. Alla conclusione dell'elaborazione gli output vengono resi disponibili all'utente su storage applicativo per la consultazione. Il completamento dell'elaborazione viene notificato all'utente tramite integrazione con il sistema di notifiche e message broking. L'utente può utilizzare strumenti WebGIS disponibili per la visualizzazione della/e mappe tematiche risultanti dal processo. Viene impiegato il GIS Server per interagire con la mappa tematica generata.

Il flusso dei dati avviene secondo i seguenti passaggi principali:

1. Login utente: per l'autenticazione viene messa a disposizione dal PSN l'integrazione con IAM e le piattaforme coinvolte sono le seguenti:
 - la Digital eXperience Platform: espone la pagina di login, che interroga le funzionalità IAM. Se la richiesta di autenticazione va a buon fine allora la chiamata viene reindirizzata dalla componente IAM alla pagina Web principale dell'applicativo
 - la Componente PaaS dello IAM che gestisce gli accessi
2. Interfaccia utente Web: mediante l'interfaccia grafica si richiamano le API dell'Integration Platform, e la logica implementata, che permettono di utilizzare le funzionalità implementate. Le piattaforme coinvolte sono specifiche per ogni funzionalità come descritto in seguito.

3. Funzione di upload dati utente: nella fase di selezione dati di input per le esecuzioni on demand, l'utente può effettuare l'upload di dati da utilizzare al posto di quelli presenti sul catalogo: in tal caso i dati vengono persistiti all'interno di un'area di lavoro dell'utente, storicizzata su object storage ed indicizzata su database. In questo caso vengono coinvolte le seguenti piattaforme:
 - La Digital eXperience Platform come interfaccia di interazione utente
 - Integration platform per l'utilizzo di API Gateway nello scambio dati
 - Data Platform per la persistenza dei dati e dei metadati associati ad essi
4. Funzionalità Geo Database: tramite interfaccia grafica si possono ricercare i dati da utilizzare come input per l'elaborazione degli algoritmi ed i dati per la selezione del perimetro dell'analisi con le funzionalità del Data Access Broker del SIM. Le piattaforme coinvolte sono le seguenti:
 - la Digital eXperience Platform per utilizzare le funzionalità di ricerca invocando le API REST di interfaccia con la Data Platform mediante l'utilizzo dell'API Gateway.
 - l'Integration Platform per l'utilizzo dell'API Gateway
 - la Data Platform per l'utilizzo dei servizi GeoDAB e l'interrogazione del Master Catalog
5. Utilizzo di funzionalità GIS: tramite interfaccia grafica si possono effettuare operazioni sulle mappe tematiche generate e sui dati geografici in fase di definizione del perimetro di esecuzione con le funzionalità GIS messe a disposizione del PSN. Le piattaforme coinvolte sono le seguenti:
 - la Digital eXperience Platform per utilizzare le funzionalità GIS invocando le API GIS del PSN mediante l'utilizzo dell'API Gateway.
 - l'Integration Platform per l'utilizzo dell'API Gateway
 - la Geospatial Platform per l'utilizzo dei servizi GIS
6. Gestione dati input esecuzione: vengono recuperate mediante API dai sistemi federati, a partire dai metadati presenti sul Master Catalog, con l'utilizzo dell'API Gateway che invoca i servizi dei Sistemi federati. Le piattaforme coinvolte sono le seguenti:
 - la Digital eXperience Platform per invocare le API di acquisizione dati dai sistemi federati passando come informazione il perimetro di riferimento selezionato dall'utente.
 - l'Integration Platform per l'utilizzo dell'API Gateway per l'interrogazione dei sistemi federati
 - la Data Platform per la creazione di aree di lavoro temporanee quindi la persistenza dei dati acquisiti in un object storage
7. Avvio elaborazione dati: l'utente invoca l'esecuzione degli algoritmi tramite interfaccia grafica, con i parametri in input previsti. Le piattaforme coinvolte sono:
 - la Digital eXperience Platform per gestire l'avvio da parte dell'utente dell'esecuzione algoritmi, quindi l'invocazione dell'API che gestiscono il processo
 - l'Integration Platform per l'utilizzo dell'API Gateway che collega l'interfaccia grafica al processo implementato sull'Intelligence Platform
 - la Intelligence Platform che esegue il workflow di elaborazione delle mappe tematiche di variazione del consumo del suolo a partire dai dati selezionati dall'utente
 - la Data Platform che persiste i dati di output risultanti sul DB e Object Storage (area di lavoro utente)
8. Le mappe tematiche di output relative alle aree suscettibili possono essere consultabili mediante strumenti WebGIS dedicati. Le piattaforme coinvolte sono:

- la Digital eXperience Platform per la realizzazione dell'interfaccia grafica e gli strumenti di consultazione dei dati, richiamabili attraverso API che si interfacciano con dati ed immagini dal DB e dall'Object Storage S3
- l'Integration Platform per l'utilizzo dell'API Gateway
- la Data Platform per il recupero delle informazioni delle carte

Il seguente diagramma mostra il disegno architetturale dell'applicativo 2 secondo lo schema dei servizi standard SIM:

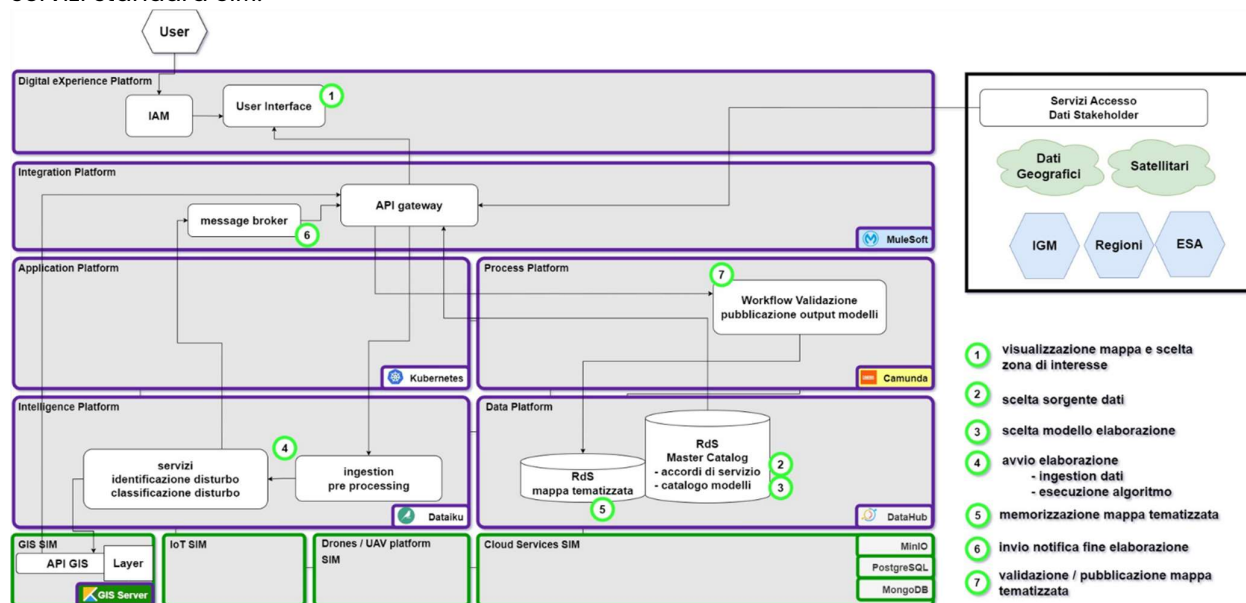


Figura 1 Diagramma Architetturale

1.3.3 Piattaforme SIM utilizzate

Nella tabella seguente vengono indicate tutte le capability delle piattaforme SIM utilizzate in questo applicativo.

MODULO	SERVIZIO	UTILIZZO	NOTE
Application Platform (DevSecOps)	Pipeline CI/CD Engine	SI	I sorgenti di tutte le componenti applicative relative a microservizi, algoritmi ed interfaccia utente saranno soggetti al deployment del software negli ambienti di collaudo e di produzione attraverso pipeline di CI/CD.

MODULO	SERVIZIO	UTILIZZO	NOTE
	Software Forge	SI	Tutte le componenti applicative sono soggette a versionamento e tracciamento delle modifiche
	Application Defined Storage Engine	NO	
	Service Mesh	SI	Necessario per facilitare la gestione di alta affidabilità, sicurezza e resilienza del sistema.
	Observability	SI	Aspetto che impatta tutte le componenti applicative, in termini di monitoraggio dello stato di salute del sistema ed il tracciamento delle attività sull'applicativo. Tutte le componenti applicative integrano procedure atte a generare informazioni orientate all'osservabilità
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	

MODULO	SERVIZIO	UTILIZZO	NOTE
	Complex Event Processing	NO	
Data Platform	Extract, Transform, Load (ETL) tools	NO	
	Data Modelling tools	SI	Data l'eterogeneità dei dati presenti è necessario uniformare i dati nelle operazioni che coinvolgono fonti dati con diversi formati e/o proiezioni
	Business Intelligence tools	NO	
	Metadata Management tools	SI	L'integrazione con il Master Catalog prevede l'utilizzo dei metadati associati
	Data Governance tools	SI	Viene integrato il componente per la validazione di dati e metadati pubblicati e per la gestione della visibilità e delle autorizzazioni
	Data modeling and Preparation tools	NO	
	Report creation/generation	NO	
	Data Visualization engines	SI	L'utente può visualizzare i dati generati attraverso strumenti WebGIS integrati
	Indexing, search	SI	L'utente può ricercare dati all'interno del catalogo attraverso ricerca semantica o basata su metadati
Intelligence Platform	AI/ML Frameworks catalog	NO	
	AI/ML Flows	NO	
	AI Models Lifecycle Management	NO	

MODULO	SERVIZIO	UTILIZZO	NOTE
	AI Data Preparation	NO	
	Model Deployment	SI	Gli algoritmi vengono rilasciati sotto forma di workflows nell'intelligence platform.
	Model Monitoring	SI	L'utente deve poter monitorare l'esecuzione del workflow e verificarne l'esito e lo status in ogni momento
	ML Scaling Framework	NO	
Integration Platform	Integration Flows (Scenarios)	NO	
	Connectors	SI	In questa applicazione saranno usati i connettori per l'interrogazione dati dai sistemi federati
	Data mapping and transformation	NO	
	Integration workflow automation	NO	
	API management	SI	L'applicativo utilizza questo servizio per gestire le API contenenti la logica applicativa e che mette in relazione DXP, Intelligence Platform, Process Platform per la gestione del flusso lavoro dell'utente
	API gateway	SI	L'applicativo utilizza questo

MODULO	SERVIZIO	UTILIZZO	NOTE
			servizio per il routing delle richieste API tra le varie componenti e i sistemi esterni. In questo caso devono essere instradate le chiamate provenienti dall'interfaccia Web verso le API per le interazioni con le diverse piattaforme utilizzate
	Policies, monitoring and analytics	NO	
	Security and compliance	SI	L'accesso a dati è funzionalità è gestito in base a ruolo utente e visibilità associata ai dati
Digital Experience Platform	Content Management Service	NO	
	Mobile Devices Support	NO	
	Content Personalization	NO	
	Content and Service Analytics	NO	
	Identity Management Support Integration	NO	
	Service Access Policies	NO	
	Single Page Apps	SI	L'interfaccia Web viene implementata mediante tecnologia SPA
	Forms	NO	
	Asset Publisher	NO	
	Search	NO	
	Fragments and Pages	NO	
	SEO and Page Analytics	NO	

MODULO	SERVIZIO	UTILIZZO	NOTE
Geospatial Platform	Data Integration	SI	L'applicativo utilizza dati in formati che possono essere eterogenei sia in termini di proiezione, che di risoluzione e formato.
	Remote Sensing	NO	
	GIS base services	SI	L'utilizzo di strumenti GIS è previsto per la visualizzazione degli output; pertanto, gli strumenti base di analisi vengono integrati nell'applicazione nella fase precedente alla validazione e durante il processo di validazione dei risultati
	Spatial Analysis	SI	In fase di perimetrazione dell'area di interesse, l'utente può selezionare l'area attraverso query geospaziali
	Risk Assessment	NO	
	Predictive Modeling	NO	
	Climate Change Analysis	NO	
	Environmental Impact Assessment	NO	
	Reporting and Visualization	NO	
	Historical Data Analysis	NO	
	Scenario Planning	NO	

Tabella 2 Capability delle piattaforme SIM utilizzate in questo applicativo

1.4 Dati di input

1.4.1 Introduzione ai Dati di Input

I dati di Input necessari si riassumono nelle seguenti categorie:

1.4.2 Catalogo delle Fonti di Dati

ID	Nome Sorgente Dati	Proprietà dei dati (owner)	Modalità di Accesso	Frequenza di aggiornamento	Soluzione per l'Accesso ai Dati	Caratteristiche Sensibilità Dato	Uso del Dato	Criticità
V4AP04_DI01	Dati storicizzati di pioggia	Reti di monitoraggio meteorologiche regionali	Disponibili al SIM				Modellazione	No
V4AP04_DI02	Dati storicizzati di temperatura	Reti di monitoraggio meteorologiche regionali	Disponibili al SIM				Modellazione	No
V4AP04_DI02	Immagini satellitari multispettali	COPERNICUS/ESA	Online	Secondo accordi con il Provider	API/Stream	Unclassified	calcolo degli indici vegetazionali	No
V4AP04_DI03	Immagini alta risoluzione multispettrali	IRIDE Service Segment	Online	Secondo accordi con il Provider	API/Stream	Unclassified		Dato attualmente non disponibile. Criticità legata alle caratteristiche non note del dato

ID	Nome Sorgente Dati	Proprietà dei dati (owner)	Modalità di Accesso	Frequenza di aggiornamento	Soluzione per l'Accesso ai Dati	Caratteristiche Sensibilità Dato	Uso del Dato	Criticità
V4AP04_DI04	DEM		Disponibile al SIM					

1.4.3 Specifiche di Contenuto

ID	Specifiche di contenuto
V4AP04_DI01	Dati di pioggia raccolti con la granularità temporale propria dello specifico sistema di acquisizione
V4AP04_DI02	Dati di temperatura raccolti con la temporale granularità propria dello specifico sistema di acquisizione
V4AP04_DI03	Immagini multispettrali necessarie per il calcolo degli indici descritti. La risoluzione dovrà essere tale da garantire la possibilità di ottenere i risultati descritti.
V4AP04_DI04	Dati di elevazione del terreno archiviati in formato grid

1.5 Sistemi federati

1.5.1 Introduzione ai Sistemi Federati

I Sistemi Federati sono i sistemi che inizialmente contribuiranno alla materializzazione del SIM, sia che partecipino come fornitori di dati e/o modelli sia che fruiscono delle potenzialità operative messe a disposizione dal SIM. I sistemi rilevanti per l'Applicativo sono i seguenti.

1.5.2 Elenco dei Sistemi Federati

ID	Nome Sistema Federato	Descrizione	Proprietà del servizio	Modalità di interazione	Caratteristiche sensibilità servizio
V4AP04_SF01	COPERNICUS	Fornisce dati di monitoraggio del territorio e dell'ambiente	ESA	Interoperabilità	no
V4AP04_SF02	Iride Service Segment	Costellazione rivolta all'acquisizione di dati satellitari a differente frequenza (pancromatico, multispettrale, iperspettrale, infrarosso)	ESA	Interoperabilità	no

1.6 Funzioni, Algoritmi e Modelli

1.6.1 Introduzione e Panorama Generale

L'applicativo è finalizzato a integrare modelli e algoritmi per rilevare e determinare condizioni ambientali sintomatiche di specifici fenomeni in atto sul territorio (per es. desertificazione). In particolare, gli algoritmi prevedono l'integrazione e la correlazione di flussi di dati che possono avere provenienza eterogenea (per es. satellitari e sensoristica terrestre).

1.6.2 Criteri di Selezione

Esistono numerose classificazioni climatiche, proposte in letteratura da diversi studiosi di climatologia e geografia, che utilizzano gli indici sintetici di aridità. Il SIM rende disponibili gli algoritmi che permettono di calcolare quelle più utilizzate e diffuse.

1.6.3 Tipologie di Funzioni Applicative

Il servizio non prevede funzioni applicative, per il dettaglio elaborativo si rimanda al paragrafo "Interazione fra Algoritmi e Modelli".

1.6.4 Dettagli sugli Algoritmi

1.6.4.1 Spazializzazione dei dati di pioggia

L'algoritmo esegue i seguenti steps elaborativi:

- Calcola i valori statistici giornalieri delle quantità di pioggia registrate
- Calcola le Medie Mensili Climatologiche delle Piogge per il periodo di riferimento, per ciascuna centralina di monitoraggio assunta nell'input;
- Identifica la presenza di eventuali outliers nei dati e li elimina dal set dei dati di input;
- Calcola il dato spazializzato di pioggia utilizzando un algoritmo di interpolazione probabilistico con deriva esterna

1.6.4.2 Spazializzazione dei dati di temperatura

L'algoritmo esegue i seguenti steps elaborativi:

- Calcola i valori statistici giornalieri delle temperature registrate
- Calcola le Medie Mensili Climatologiche delle Temperature per il periodo di riferimento, per ciascuna centralina di monitoraggio assunta nell'input
- Identifica la presenza di eventuali outliers nei dati e li elimina dal set dei dati di input;
- Se selezionato, carica il dato di elevazione del terreno
- Calcola il dato spazializzato di temperatura utilizzando un algoritmo di interpolazione probabilistico con deriva esterna

1.6.4.3 Calcolo dell'indice di evapotraspirazione

Gli indici che l'applicazione rende possibili calcolare sono quello di Thornthwaite e quello di Langbein, in quanto basati su dati provenienti dalle reti di monitoraggio meteorologiche certamente disponibili al SIM. L'indice analitico di Penman richiede, al contrario, dati di monitoraggio non sempre acquisiti dalle diverse stazioni.

Per il calcolo dell'indice di Thornthwaite deve essere disponibile al SIM la tabella che riporta, per ogni mese, il rapporto tra le ore di luce del mese e le 360 ore del mese standard per le latitudini da 37-47° (che sono quelle relative al nostro Paese).

1.6.4.4 Calcolo dell'indice di aridità

La disponibilità degli indici intermedi prima descritti permette all'Applicativo di calcolare l'indice di aridità prescelto dall'utente, nella sua formulazione canonica.

1.6.4.5 Calcolo degli indici vegetazionali

- NDVI (Normalized Difference Vegetation Index): l'indice descrive il livello di vigoria della coltura e si calcola come il rapporto tra la differenza e la somma delle radiazioni riflesse nel vicino infrarosso e nel rosso, ossia come $(NIR-RED)/(NIR+RED)$.
- NDMI (Normalized Difference Moisture Index) l'indice descrive il livello di stress idrico della coltura e si calcola come il rapporto tra la differenza e la somma delle radiazioni riflesse nel vicino infrarosso e nello SWIR, ossia come $(NIR-SWIR)/(NIR+SWIR)$.

1.6.5 Dettagli sui Modelli

L'elaborazione prevede che l'utente selezioni dall'apposita interfaccia i dati necessari e identifichi le immagini satellitari messe a disposizione con aggiornamento annuale. Il modello è finalizzato ad individuare le aree forestali colpite da avversità abiotiche e antropiche o anche da azioni di selvicoltura attuate dall'uomo.

1.6.6 Interazione tra Algoritmi e Modelli

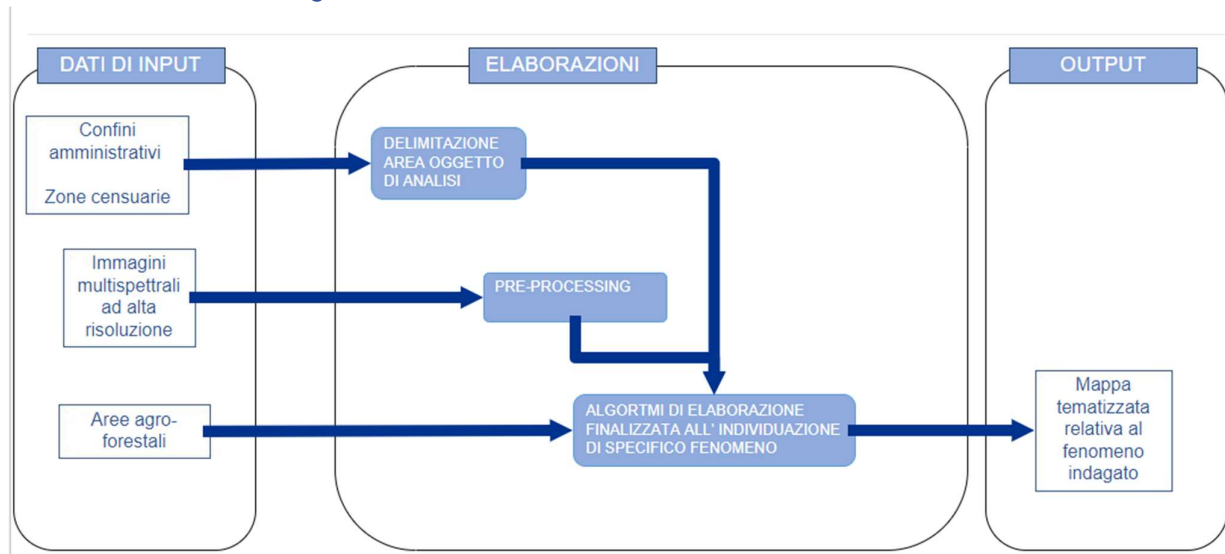


Figura 4 – Diagramma di flusso del servizio applicativo

1.6.7 Analisi della Complessità Computazionale

Il calcolo della complessità computazionale di questo applicativo ed in generale di tutti i modelli e gli algoritmi che costituiscono questo verticale è un aspetto fondamentale nell'analisi e nella progettazione stessa del verticale, in quanto impatta direttamente sulle dotazioni richieste all'architettura, sulle capacità HPC richieste al sistema e sui tempi di elaborazione offerti all'utente.

Per questo applicativo la complessità è direttamente correlabile a:

- Estensione dell'area oggetto di indagine (maggiore è la scala, superiore è il carico)
- Sottosistemi della pipeline di elaborazione attivati

1.6.8 Casistica di Utilizzo

Come indicato nella sezione dell'architettura, l'Intelligence Platform offre una soluzione trasversale per la progettazione e l'esecuzione di processi elaborativi complessi sottesi all'implementazione degli algoritmi e dei modelli supportati dal sistema. Nello specifico la componente applicativa è presa a riferimento per il presente Servizio Applicativo e verrà impiegata nei limiti imposti dall'integrazione delle sue componenti e dall'interazione con ulteriori moduli applicativo necessari alla sua esecuzione.

Essendo tra le prerogative di questa componente la possibilità di razionalizzare il processo applicativo attraverso una notazione grafica (workflow elaborativo) si riporta di seguito la rappresentazione logica del flusso elaborativo di questo servizio applicativo.

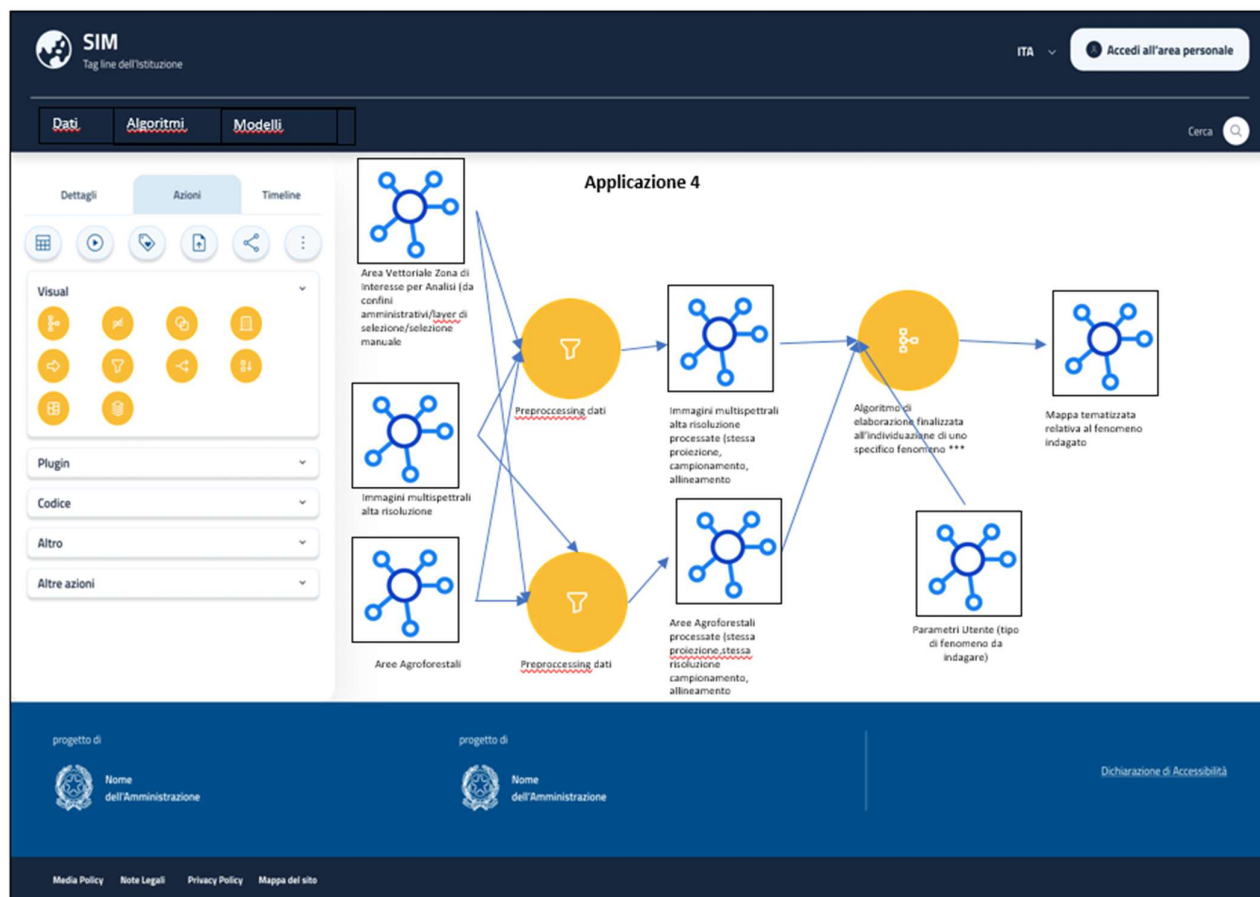


Figura 5 – Rappresentazione logica del flusso elaborativo

1.6.9 Misure di Validazione e Verifica

Il processo di validazione e verifica dell'applicativo sottende ad accertare il corretto funzionamento di componente tecnologica e applicativa, modelli di elaborazione, dati e formati trattati in ingresso e in uscita e interfaccia utente ove prevista.

A questo scopo è prevista:

- La definizione di librerie di test condivise con gli utenti che, eseguiti in forma automatica o manuale, provvedono a valutare il funzionamento di singole parti o di processi strutturati di funzionamento e/o interazioni;
- Set di dati condivisi con gli utenti utili ad effettuare le operazioni di test;
- Le attività di test prevedono l'attribuzione di un esito di funzionamento per ogni caso di test, individuando eventuali anomalie bloccanti, anomalie non bloccanti, avvertimenti e nice-to-have applicabili in future evoluzioni.

1.7 Dati di output

1.7.1 Introduzione

L'applicativo ha lo scopo di fornire come output informazioni relative ai fenomeni indagati e alle loro eventuali variazioni, allo scopo di fornire ulteriori elementi di analisi dell'ambito territoriale indagato e stabilire le azioni da intraprendere.

1.7.2 Elenco Dati di Output

ID	Descrizione	Proprietà dei Dati (owner)	Soluzioni per l'Accesso ai Dati	Frequenza di Aggiornamento	Caratteristiche Sensibilità Dato	Criticità
V4AP04_DO01	Mappa raster dei dati di pioggia spazializzati	utente dell'Applicativo	Visualizzazioni su mappa nel SIM	In accordo con l'utilizzatore dell'applicativo o da parte di un utente	I dati prodotti sono definibili come Unclassified Data a meno di diverse valutazioni da parte dei produttori dei dati stessi	Non si rilevano criticità specifiche
V4AP04_DO02	Mappa raster dei dati di temperatura spazializzati	utente dell'Applicativo				
V4AP04_DO03	Mappa raster dell'indice di evapotraspirazione spazializzati	utente dell'Applicativo				
V4AP04_DO04	Mappa raster dell'indice di evapotraspirazione spazializzati	utente dell'Applicativo				
V4AP04_DO05	Mappa raster dell'indice di aridità	utente dell'Applicativo				
V4AP04_DO06	Mappa raster dell'NDVI	utente dell'Applicativo				
V4AP04_DO07	Mappa raster del NDMI	utente dell'Applicativo				