



MINISTERO DELL'AMBIENTE
E DELLA SICUREZZA ENERGETICA

Sistema Integrato di Monitoraggio (SIM)

ALLEGATO _V4_C.U.4.9

Modello Flexpart



**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.V4.9 – Modello Flexpart.....	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	5
1.1.4	Tematiche e Obiettivi Correlati.....	6
1.1.5	Benefici Attesi.....	7
1.1.6	Vincoli e Limitazioni.....	7
1.1.7	Stakeholders Coinvolti	8
1.1.8	Conclusione e Riepilogo	8
1.2	Requisiti funzionali.....	9
1.2.1	Elenco dei Requisiti Funzionali.....	9
1.2.2	Requisiti non Funzionali Correlati.....	12
1.2.3	Vincoli e limitazioni.....	15
1.3	Architettura logico-applicativa del sistema.....	15
1.3.1	Requisiti Non-Funzionali	15
1.3.2	Diagramma Architeturale	16
1.3.3	Piattaforme SIM utilizzate.....	19
1.4	Dati di input.....	24
1.4.1	Introduzione ai Dati di Input.....	24
1.4.2	Catalogo delle Fonti di Dati.....	25
1.4.3	Specifiche di Contenuto	25
1.5	Sistemi federati	26
1.5.1	Introduzione ai Sistemi Federati.....	26
1.5.2	Elenco dei Sistemi Federati.....	27
1.6	Funzioni, Algoritmi e Modelli	28
1.6.1	Introduzione e Panorama Generale.....	28
1.6.2	Criteri di Selezione.....	28

1.6.3	Tipologie di Funzioni Applicative	28
1.6.4	Dettagli sugli Algoritmi	28
1.6.5	Dettagli sui Modelli	28
1.6.6	Interazione tra Algoritmi e Modelli.....	29
1.6.7	Analisi della Complessità Computazionale	29
1.6.8	Casistica di Utilizzo	29
1.6.9	Misure di Validazione e Verifica	30
1.7	Dati di output.....	30
1.7.1	Introduzione.....	30
1.7.2	Elenco Dati di Output	31

1 CU.V4.9 – Modello Flexpart

1.1 Obiettivo del servizio applicativo

1.1.1 Introduzione

Gli strumenti normativi in materia di qualità dell'aria e dell'inquinamento atmosferico sono complessi, vari e articolati a più livelli: dalle direttive comunitarie alle norme nazionali per arrivare agli strumenti di governo locale. Nell'ambito dei compiti e delle competenze in tema di monitoraggio della qualità dell'aria, definite dai dettami normativi, il ruolo del sistema SNPA risulta trasversale ai diversi livelli di governo garantendo il necessario supporto tecnico al Ministero dell'Ambiente nelle attività e nei gruppi di lavoro del Coordinamento ex art. 20 del D.Lgs.155/2010 e supportando le Amministrazioni regionali nelle attività di propria competenza, dove la normativa locale prevede che le Regioni si avvalgano del sussidio delle agenzie regionali.

1.1.2 Scopo Generale

L'inquinamento atmosferico, con particolare riferimento a quello dovuto alle attività antropiche, è un fattore riconosciuto di rischio per la salute umana e per gli ecosistemi. L'inquinamento atmosferico dipende in modo complesso da una serie di fattori: l'intensità e la densità delle emissioni, lo stato fisico e la reattività delle sostanze disperse in atmosfera, le condizioni meteorologiche e l'orografia del territorio che influenzano il movimento delle masse d'aria. Inoltre, tali fattori sono strettamente correlati anche alla scala di analisi del fenomeno: dalla microscala, alla scala regionale nelle quali lo studio e l'analisi riguarda eventi più circoscritti, con ricadute in contesti locali e regionali, alla scala globale, nelle quali gli eventi contribuiscono a effetti più a lungo termine, come i cambiamenti climatici.

Per l'analisi e lo studio di tali eventi vengono adottati e implementati i modelli di dispersione degli inquinanti in atmosfera.

Il loro utilizzo permette di simulare le evoluzioni del fenomeno e prevedere quali saranno le aree impattate dal rilascio di tali sostanze e quindi intraprendere azioni sulla base di tali informazioni.

Lo scopo dell'applicativo è quindi quello di fornire uno strumento a supporto delle attività di previsioni e valutazione della Qualità dell'Aria per il monitoraggio ordinario e straordinario, con particolare rilevanza per gli episodi acuti di inquinamento atmosferico dovuti a contributi naturali e antropici.

1.1.3 Esigenze e Requisiti Chiave

L'esigenza è quella dotarsi di uno strumento, valido a livello nazionale, per la previsione di potenziali impatti derivanti da rilasci accidentali di origine antropica e avere stime della loro ricaduta al suolo ad alta risoluzione.

Tali previsioni vengono conseguite attraverso l'implementazione di modelli di dispersione, che simulano il trasporto, la dispersione in atmosfera e la ricaduta al suolo degli inquinanti attraverso modelli matematici. È quindi necessario identificare fra i modelli esistenti, quello che meglio riesce

a corrispondere alle esigenze degli utenti coniugando da un lato le necessità di dettaglio richiesto, sulla base anche della scala di analisi da adottare, e dall'altro la disponibilità di variabili e dati di input necessari al funzionamento del modello.

Il modello di riferimento per l'applicazione è il FLEXPART, che costituisce la risorsa di calcolo del sistema europeo per la simulazione del trasporto atmosferico (ATM).

1.1.4 Tematiche e Obiettivi Correlati

Tematiche	Obiettivi Correlati
Qualità dell'aria	<ul style="list-style-type: none">Prevedere le possibili evoluzioni a livello di dispersione degli inquinanti in atmosfera dovute a episodi di rilascio accidentale

FLEXPART è un modello di dispersione lagrangiano open source dalla sua prima progettazione.

I modelli lagrangiani a particelle sono modelli tridimensionali non stazionari che descrivono il fenomeno emissivo come il rilascio di una serie di particelle in continuo movimento caotico nel fluido atmosferico, adottando la stessa velocità del fluido stesso. I modelli ricostruiscono la traiettoria della singola particella stimandone la posizione ad intervalli discreti e tenendo conto degli ostacoli che le particelle possono incontrare nel loro movimento. La concentrazione di contaminante in un dato punto dello spazio 3D e a un dato tempo viene calcolata sommando il contributo di tutte le particelle vicine al punto stesso.

Nella sua versione originale (metà degli anni '90) FLEXPART era utilizzato per calcolare la dispersione a lungo raggio e alla mesoscala di sostanze pericolose provenienti da fonti puntuali (come quelle rilasciate dopo un incidente in una centrale nucleare). Nelle versioni più recenti FLEXPART permette la modellazione e l'analisi del trasporto atmosferico su più scale e i suoi campi di applicazione sono stati estesi a una vasta gamma di elementi chimici e di particelle (come il black carbon e le ceneri vulcaniche).

FLEXPART può essere eseguito sia a scopi previsionali (modalità forward) che a fini interpretativi (a ritroso nel tempo, backward). Per le simulazioni in avanti, le particelle che vengono rilasciate da una o più sorgenti e le loro concentrazioni sono restituite su una griglia regolare di latitudine-longitudine-altitudine. Nella modalità backward, il luogo in cui vengono rilasciate le particelle rappresenta un recettore (ad esempio, un sito di misurazione) e anche in questo caso le particelle vengono campionate su una griglia di latitudine-longitudine-altitudine.

FLEXPART è un modello offline ed utilizza campi meteorologici (analisi o previsioni) come input. I dati di previsione possono provenire da diversi modelli meteorologici numerici, come l'Integrated Forecast System (IFS) dello European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF), o come il Global Forecast System (GFS) dello United States National Centers of Environmental Prediction (NCEP).

Alcune componenti del modello sono state sviluppate per utilizzare dati di input provenienti da modelli ad area limitata (che restituiscono campi meteorologici più dettagliati), ad esempio il

modello meteorologico Weather Research and Forecasting (WRF) e il modello Consortium for Small-scale Modeling (COSMO) (Oney, 2015), che permettono l'applicazione di FLEXPART fino alla scala meso-gamma (2-20 km) parametrizzando quindi anche le turbolenze presenti.

1.1.5 Benefici Attesi

In Italia esistono diversi sistemi e servizi per il monitoraggio della qualità dell'aria, primo fra tutti quello sviluppato e mantenuto da Arpa Emilia-Romagna (Struttura IdroMeteoClima) sulla base di convenzioni con Ispra, che produce quotidianamente previsioni sulla qualità dell'aria a scala nazionale. Il sistema fornisce mappe orarie di concentrazioni di PM10, PM2.5, ozono (O3), biossido di azoto (NO2) e dust. Il servizio utilizza una suite modellistica kAIROS (Air Operational System) basata sul modello di trasporto chimico CHIMERE e del modello meteorologico COSMO. Le emissioni per il dominio europeo sono prodotte da CAMS, mentre sul territorio nazionale le emissioni si basano sull'inventario Ispra.

Esistono altre catene modellistiche messe a punto da ENEA e dell'Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima (ISAC) del CNR, operanti anch'essi a scala nazionale.

FLEXPART ("FLEXible PARTicle dispersion model") è un modello lagrangiano di trasporto e dispersione che presenta il vantaggio di essere in grado di simulare di un'ampia gamma di processi di trasporto atmosferico e può essere utilizzato da scala locale a scala globale. Oltre al trasporto e alla diffusione turbolenta, è in grado di simulare deposizioni secche e umide, decadimento, chimica lineare; può essere utilizzato in modalità forward o backward, con sorgenti definite o in un contesto di riempimento del dominio.

1.1.6 Vincoli e Limitazioni

Le principali limitazioni che possono essere delineate concernono essenzialmente due questioni.

La prima concerne gli input meteorologici al modello FLEXPART. Come detto in precedenza, nelle sue applicazioni alla gamma-scala FLEXPART utilizza dati numerici provenienti dai modelli COSMO. Nelle applicazioni nazionali si citano, ad esempio, Cosmo 5M e Cosmo 2I, che forniscono rispettivamente previsioni numeriche sull'area mediterranea con un passo di griglia di 5 km e sul territorio nazionale con un passo di griglia di 2,2 km.

I modelli COSMO restituiscono i campi meteorologici su una griglia di latitudine-longitudine (geografica) regolare, pienamente coerente con la struttura dei dati utilizzata da FLEXPART.

La griglia geografica ha però il limite, quando la scala di riferimento è quella globale, di presentare delle distorsioni della griglia stessa dovuta alla convergenza dei meridiani in direzione dei poli terrestri con la conseguenza che le celle rappresentano unità di spazio dissimili tra loro.

Per superare questo limite, sotto la guida del Servizio meteorologico tedesco (DWD) e dell'Istituto Max Planck per la meteorologia (MPI-M), è stato sviluppato il modello successivo a COSMO, e cioè il modello ICON. Il Consorzio COSMO ha infatti adottato la decisione di sostituire COSMO con ICON, e

l'ulteriore sviluppo di COSMO è stato interrotto benché la manutenzione sia assicurata fino alla piena operatività di ICON.

Il modello ICON, però, è progettato sulla base di una griglia triangolare (icosaedrica) che evita la distorsione della griglia dovuta alla convergenza dei meridiani in direzione dei poli terrestri e consente inoltre di rappresentare meglio la complessa e dettagliata topografia di contesti in cui siano presenti catene montuose.

La compatibilità delle due strutture di dati (griglia geografica e griglia icosaedrica) non è allo stato attuale assicurata, benché la comunità scientifica stia producendo numerose pubblicazioni e sperimentazioni in merito.

La seconda questione concerne le risorse di calcolo necessarie per le implementazioni di simulazioni con modelli lagrangiani applicati a una scala non micro.

Il codice FLEXPART, come tutti quelli della stessa famiglia, contiene loop di calcolo per ciascuna delle particelle oggetto della simulazione e dunque applicazioni di scala piccola potrebbero richiedere risorse computazionali non disponibili al SIM.

1.1.7 Stakeholders Coinvolti

Gli utenti principali interessati all'applicativo sono ITALIAMETEO e ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale), che rappresentano le istituzioni e gli organi preposti e specializzati nel dominio applicativo. Questi stakeholder sono fondamentali per il corretto funzionamento e l'utilizzo dell'applicazione, poiché possiedono competenze e conoscenze specifiche nel settore e saranno coinvolti nella sua implementazione per mettere in operazione un sistema innovativo e di riferimento per l'intero Verticale 4.

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

Stakeholders	Tipologia interazione
ITALIAMETEO	Fornitore del dato
SNPA - ISPRA	Fruitore del servizio
SNPA - ARPA	Fruitore del servizio
SNPA - APPA	Fruitore del servizio
Istituti ed Enti di ricerca	Fruitore del servizio
SNPA	Fornitore del servizio

1.1.8 Conclusione e Riepilogo

I modelli di dispersione di contaminanti in atmosfera sono essenziali per il monitoraggio e la valutazione della qualità dell'aria alle diverse scale di analisi (dalla micro-scala alla scala globale).

I modelli di dispersione di tipo lagrangiano (ed in particolare Flexpart) sono presenti all'interno della strategia europea sul contrasto esperimenti nucleari. Si cita, in proposito la Decisione (PESC) 2023/2064 del Consiglio del 25 Settembre 2023 "sul sostegno dell'Unione alle attività della

commissione preparatoria dell'Organizzazione del trattato sulla messa al bando totale degli esperimenti nucleari (CTBTO) per il rafforzamento delle sue capacità di monitoraggio e di verifica" che identifica, nel Prodotto 3 dell'Azione, la "Migliore modellazione del trasporto atmosferico (ATM) da parte del sistema di previsione di ensemble" adottando peraltro in tale contesto il modello FLEXPART come strumento di supporto.

La disponibilità di tale modello all'interno del SIM ne consentirà un uso più esteso ed omogeneo, ad esempio da parte delle Regioni, allo scopo di sostenere politiche anche locali di miglioramento della qualità dell'aria.

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
V4AP09_RF001	Selezione della modalità d'uso di Flexpart	Il SIM chiede all'utente di precisare se si intende utilizzare il modellatore in modalità forward o backward	La selezione alimenta i parametri di esecuzione del modello.	Vengono impiegati tecnologie di base della DXP.
V4AP09_RF002	Seleziona le fonti emissive	Nell'ipotesi di utilizzare il modellatore in modalità previsionale (forward) richiede di identificare la/le fonti emissive	Il Sistema dovrà assicurare la possibilità di selezionare i dati di input previsti nella modalità di utilizzo forward	Si impiegano le componenti standard dell'Intelligence Platform con particolare riferimento al Data Catalog. La selezione viene implementata utilizzando le componenti standard della DXP.
V4AP09_RF003	Seleziona i ricettori	Nell'ipotesi di utilizzare il modellatore in modalità backward richiede di identificare i ricettori	Il Sistema dovrà assicurare la possibilità di selezionare i dati di input previsti nella modalità di utilizzo backward	Si impiegano le componenti standard dell'Intelligence Platform con particolare riferimento al Data Catalog. La selezione viene implementata utilizzando le componenti standard della DXP.
V4AP09_RF004	Definisce il tipo di sostanza	Questo requisito è relativo alla	Il Sistema dovrà predisporre una	Si dovrà implementare un controllo per permettere

ID	Requisito	Descrizione	Progettazione	Implementazione
	trasportata (chemical elements)	definizione del tipo di trasporto solido come previsto da Flexpart	interfaccia grafica per consentire la scelta del tipo di trasporto solido	all'utente di inserire i parametri richiesti
V4AP09_RF005	Input di dati meteorologici	Seleziona i campi meteorologici da utilizzare. Correntemente, e fino a rilascio dei nuovi dati previsionali ICON, i campi meteorologici sono in formato GRIB (Gridded Binary File), comunemente provenienti dal Centro europeo per le previsioni meteorologiche a medio raggio (ECMWF).	Esegue una operazione di retrieval dal sistema federato Copernicus - COSMO	E' prevista l'implementazione di un controllo che consenta all'utente di selezionare ed inserire i dati meteorologici richiesti. E' a carico del sistema la verifica della compatibilità dei formati dati di input con i formati accettati dal modello
V4AP09_RF006	Input di dati relativi al campo tridimensionale	Questo requisito è relativo alla necessità di individuazione del dato di input relativo al campo tridimensionale	Richiede la trasformazione del dato 3D del contesto analizzato nel formato richiesto da Flexpart	E' prevista l'implementazione di apposita funzione volta alla trasformazione dei dati di campo tridimensionale richiesti in input
	Input dei parametri per la modellazione	Questo requisito permette di passare al modello tutti i parametri operazionali richiesti, come ed esempio il time-steps	Si dovrà rendere disponibile all'utente un controllo per permette all'utente l'inserimento dei diversi parametri richiesti dal modello	E' prevista l'implementazione di una funzionalità che permetta all'utente di inserire tutti i parametri necessari
V4AP09_RF007	Gestione dell'output della modellazione	Permette di leggere i risultati della modellazione	I dati di modellazione sono normalmente restituiti formato binario molto compatto che	È prevista l'integrazione di apposite routine di lettura dei dati di output

ID	Requisito	Descrizione	Progettazione	Implementazione
			necessita di speciali routine di lettura per essere decompresso.	
V4AP09_RF008	Visualizzazione grafica dei risultati della modellazione e animazioni grafiche	Permette di restituire i risultati della modellazione (traiettorie, concentrazioni e ricettori) in formato grafico	Questo requisito riguarda la produzione di mappe tematizzate e animazioni grafiche di evoluzione della fenomenologia di interesse sulla base dell'output dell'algoritmo Flexpart	La visualizzazione cartografica è implementata utilizzando librerie web-GIS su interfaccia operativa
V4AP09_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 il modellatore in una delle due modalità:

- forward , se l'utente è interessato a elaborazioni di tipo previsionale
- backward, per determinare l'origine delle emissioni osservate

Nell'ipotesi di utilizzare il modellatore in modalità previsionale (forward), il sistema richiede all'utente di identificare le fonti emmissive.

Nell'ipotesi di utilizzare il modellatore in modalità backward il sistema richiede di identificare i ricettori.

In entrambi i casi la selezione da parte dell'utente avviene attraverso una lista a selezione multipla.

Come passo successivo viene richiesto all'utente di selezionare i campi meteorologici da utilizzare. Sono accettati dall'applicativo i dati con formati compatibili con il modello Flexpart (campi meteorologici sono in formato GRIB (Gridded Binary File), ECMWF).

Successivamente è richiesto all'utente di inserire i dati necessari relativi al campo tridimensionale. Impostati tutti i parametri l'applicativo permetterà all'utente di avviare l'esecuzione del modello.

Al termine del processo elaborativo, il servizio applicativo provvede a notificare l'esito attraverso mail e – se l'utente presente sul sistema con una sessione attiva – attraverso popup di notifica. In entrambi i casi si offre all'utente un riferimento per l'accesso all'output che viene presentato come mappa tematica.

Accedendo alla pagina del risultato dell'elaborazione, l'utente può visualizzare gli output prodotti, costituiti da:

- mappe tematizzate
- animazioni grafiche di evoluzione della fenomenologia di interesse sulla base dell'output dell'algoritmo flexpart.

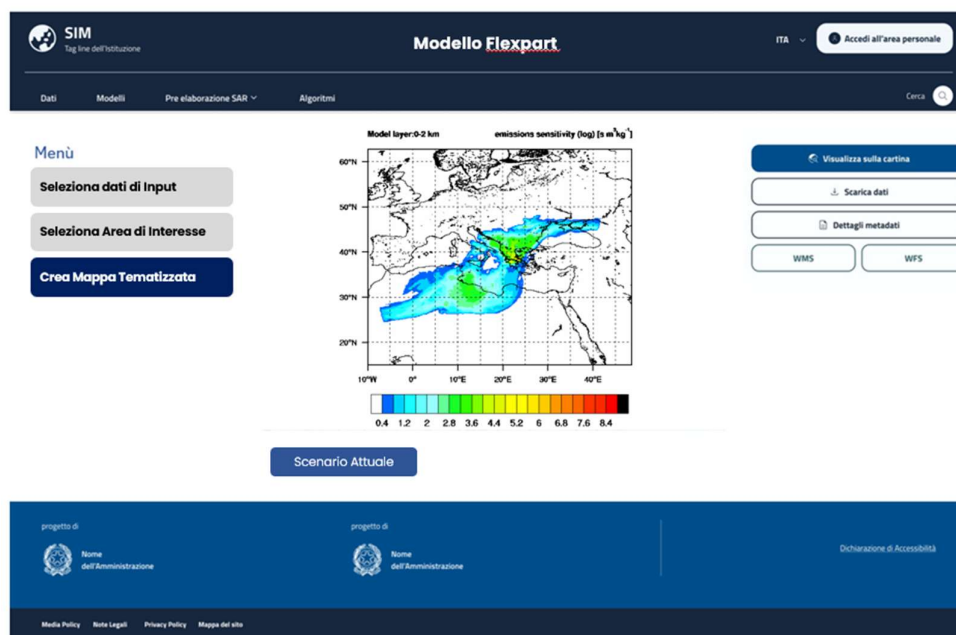


Figura 2 – Esempio di Output previsto dall'applicativo

1.2.2 Requisiti non Funzionali Correlati

ID	Requisito	Descrizione	Progettazione
V4AP02_RNF001	Stato delle informazioni: visibilità e riservatezza.	I set informativi di interesse devono poter	Vedasi descrizione presente nel master.

ID	Requisito	Descrizione	Progettazione
		assumere uno stato di "riservatezza" a fronte di una possibile valutazione degli stessi come indizio di reato.	
V4AP02_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.
V4AP02_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 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.	Vedasi descrizione presente nel master.
V4AP02_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	Vedasi descrizione presente nel master.

ID	Requisito	Descrizione	Progettazione
		amministrativa delle elaborazioni effettuate.	
V4AP02_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 acquisizione che nell'indicazione della data e ora esatte in cui è stata effettuata un'azione specifica.	Vedasi descrizione presente nel master.
V4AP02_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.
V4AP02_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.
V4AP02_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.
V4AP02_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.

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

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

Tutti i requisiti sopra espressi hanno il vincolo di realizzabilità in relazione alla disponibilità di dati, modelli e algoritmi nella necessaria struttura, risoluzione e frequenza.

Inoltre, tale proposizione progettuale potrà essere passibile degli opportuni raffinamenti e integrazioni, in funzione delle specifiche necessità e contributi di competenza nell'ambito della gestione dei processi amministrativi, che potranno ulteriormente pervenire da parte dei vari stakeholder coinvolti

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 un'infrastruttura scalabile sia verticalmente che orizzontalmente per venire incontro ai requisiti prestazionali che i modelli deterministici e i modelli di machine learning richiedano 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 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) Lo sviluppo dell'App per la consultazione delle mappe deve esser 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

Requisito	Descrizione
	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 servano 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
	I log devono essere categorizzati e ordinabili per priorità (es: FATAL, ERROR, WARNING, ...), ordinabili per data e riconoscibili univocamente
	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
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 Architeturale

Di seguito è descritta l'architettura del sistema per l'implementazione dell'applicativo 9 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 per la generazione mappe tematizzate ed animazioni grafiche risultanti dall'esecuzione del modello FLEXPART su dati meteorologici. L'interfaccia grafica è integrata nella Digital eXperience Platform.
2. 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.
3. Superato il processo di autenticazione, l'utente accede all'interfaccia web dove può ricercare e visualizzare i risultati di elaborazioni precedenti con gli strumenti GIS a disposizione, e dove può avviare un processo di elaborazione del modello standard FLEXPART, integrato nell'Intelligence Platform attraverso un workflow dedicato. 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 un nuovo processo di elaborazione, 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 ai dati utilizzabili per l'analisi. Vengono quindi proposti dal sistema fonti dati che includono dati meteorologici in formati compatibili con il modello Flexpart. È possibile per l'utente utilizzare ulteriori filtri per restringere l'elenco di dati disponibili. L'utente può scegliere anche di utilizzare propri dati, effettuando l'upload di dati attraverso una funzionalità ad hoc integrate nel Digital eXperience

Platform e selezionarli come fonte di input per l'esecuzione del modello. In questo caso i dati vengono persistiti in un'area di lavoro dedicata all'utente su object storage ed indicizzati sulla base dati attraverso l'implementazione di API dedicate.

5. Al passo successivo, 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: selezione dei confini amministrativi, da elenco o interagendo direttamente con i layer su mappa, utilizzando dati vettoriali presenti nel SIM per la selezione oppure tramite selezione a mano libera eseguita su mappa. Si otterrà in questo modo il vettoriale da utilizzare come filtro per il ritaglio degli input.
6. L'utente deve selezionare eventuali parametri utilizzati dal modello Flexpart per l'esecuzione. Tali parametri verranno utilizzati in fase di esecuzione del workflow sull'Intelligence Platform.
7. In seguito alla conferma da parte dell'utente del perimetro e dei parametri di esecuzione, l'utente può avviare l'esecuzione del processo di elaborazione. L'utente riceve conferma dell'avvio del processo asincrono, ed il sistema recupera i metadati relativi ai dati di input selezionati dal Master Catalog; quindi, interroga le fonti dati correlate per recuperare le immagini selezionate, filtrando per il solo perimetro di interesse. Queste 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.
8. Il sistema avvia l'esecuzione del processo di elaborazione attraverso l'esecuzione dell'workflow implementato all'interno dell'intelligence platform. Il workflow include l'integrazione del modello FLEXPART all'interno dell'Intelligence Platform. Gli output di questo processo sono mappe tematiche elaborate sulla base dei parametri indicati dall'utente e relativi ai dati di input ed al perimetro indicato, in formato raster, e diversi file multidimensionali a rappresentare le variazioni atmosferiche. Inoltre, viene elaborato un report sintetico di esecuzione, archiviato all'interno del Data Catalog.
9. 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 contenente il report sintetico ed il riferimento agli output generati. L'utente può utilizzare strumenti WebGIS disponibili per la visualizzazione della/e mappe tematiche risultanti dal processo, o effettuare il download in formati comuni (ad esempio GeoTIFF, PDF, ecc.) o formati specifici generati dal modello Flexpart per quanto riguardano gli output multidimensionali.

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: sia nell'ambito della selezione del perimetro che nella fase di selezione dati di input, l'utente può effettuare l'upload di dati da utilizzare per l'esecuzione. In entrambi i casi 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 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 carte di copertura del suolo a partire dalle immagini multispettrali scelte dall'utente
 - la Data Platform che persiste i dati di output risultanti sul DB e Object Storage S3
8. Le carte di output possono essere consultabili mediante strumenti WebGIS dedicati. Le piattaforme coinvolte sono:



**Polo
Strategico
Nazionale**

MODULO	SERVIZIO	UTILIZZO	NOTE
			attraverso pipeline di CI/CD.
	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
Process Platform	Business Process Modelling	NO	
	Workflow Engine	SI	Viene integrato un workflow di validazione output orientato alla pubblicazione dei risultati ottenuti dall'elaborazione
	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	NO	
	Business Intelligence tools	NO	
	Metadata Management tools	SI	L'integrazione con il Master Catalog

MODULO	SERVIZIO	UTILIZZO	NOTE
			prevede l'utilizzo dei metadati associati per l'accesso ai sistemi federati
	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	SI	Uno degli output dell'applicazione consiste nella generazione di report sintetici riguardanti le elaborazioni effettuate
	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	
	AI Data Preparation	NO	
	Model Deployment	SI	Gli algoritmi vengono rilasciati sotto forma di workflows nell'intelligence platform.

MODULO	SERVIZIO	UTILIZZO	NOTE
	Model Monitoring	SI	L'utente deve poter monitorare l'esecuzione del workflow e verificarne l'esito
	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 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

MODULO	SERVIZIO	UTILIZZO	NOTE
			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	
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

MODULO	SERVIZIO	UTILIZZO	NOTE
			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 applicare selezioni basate su strumenti di spatial analytics.
	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:

9. Dati meteorologici
10. Input utente
11. Di seguito si riporta una descrizione dei dati di input.

1.4.2 Catalogo delle Fonti di Dati

ID	Nome sorgenti 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
V4AP09_DI01	Dati meteorologici ECMWF	ECMWF	Servizio	Giornaliero	API	Non sensibile	Input modello	Non rilevate
V4AP09_DI02	Dati Meteorologici COSMO	COPERNICUS	Servizio	2 volte al giorno	API	Non sensibile	Input modello	Non rilevate
V4AP09_DI03	Dati meteorologici NCEP-GFS	National Centers for Environmental Prediction	Servizio	Giornaliero	API	Non sensibile	Input modello	Non rilevate
V4AP09_DI04	DTM / DSM	Presente nel SIM	Diretto	Su richiesta	NA	Non sensibile	Input modello	Non rilevate
V4AP09_DI05	Carta della copertura del suolo	Presente nel SIM	Diretto	Annuale	NA	Non sensibile	Input modello	Non rilevate
V4AP09_DI06	Registri nazionali delle emissioni	ISPRA	Servizio	Costante	API	Non sensibile	Input modello	Non rilevate

1.4.3 Specifiche di Contenuto

ID	Specifiche di contenuto
V4AP09_DI01	<p>I dati meteorologici richiesti da Flexpart devono essere in formato Gridded Binary (GRIB) nella versione 1 or 2 come previsto dal modello numerico di previsione meteo del ECMWF. La griglia prevista è organizzata in latitudine/longitudine e sui livelli nativi del modello ECMWF.</p> <p>Il dato deve prevedere cinque campi tridimensionali: componenti verticale e orizzontale del vento, temperatura e umidità specifica.</p> <p>Ulteriori informazioni che devono essere previste sono: pressione superficiale, copertura nuvolosa totale, componenti orizzontali del vento a 10 m, punto di rugiada e temperatura a 2 m, precipitazioni a larga scala e convettive, flussi di calore, stress superficiale, topografia.</p>

ID	Specifiche di contenuto
V4AP09_DI02	<p>I dati meteorologici richiesti da Flexpart devono essere nel formato GRIB come previsto dal modello COSMO.</p> <p>Il dato deve prevedere cinque campi tridimensionali: componenti verticale e orizzontale del vento, temperatura e umidità specifica.</p> <p>Ulteriori informazioni che devono essere previste sono: pressione superficiale, copertura nuvolosa totale, componenti orizzontali del vento a 10 m, punto di rugiada e temperatura a 2 m, precipitazioni a larga scala e convettive, flussi di calore, stress superficiale, topografia.</p>
V4AP09_DI03	<p>I dati meteorologici richiesti da Flexpart devono essere nel formato GRIB come previsto dal modello NCEP-GFS.</p> <p>Il dato deve prevedere cinque campi tridimensionali: componenti verticale e orizzontale del vento, temperatura e umidità specifica.</p> <p>Ulteriori informazioni che devono essere previste sono: pressione superficiale, copertura nuvolosa totale, componenti orizzontali del vento a 10 m, punto di rugiada e temperatura a 2 m, precipitazioni a larga scala e convettive, flussi di calore, stress superficiale, topografia.</p>
V4AP09_DI04	Modello digitale del terreno e delle superfici, necessari per la definizione dell'orografia del territorio da fornire come input al modello di simulazione.
V4AP09_DI05	Questo dato deve contenere la definizione di classi relative alle caratteristiche di copertura del suolo. Tali classi determinano il coefficiente di deposizione secca delle particelle simulate.
V4AP09_DI06	<p>ISPRA gestisce alcuni strumenti fondamentali per l'acquisizione di dati e informazioni relativi agli impianti produttivi.</p> <p>Di seguito l'elenco:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Grandi impianti di combustione - Registro PRTR

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.

È stato quindi identificato un primo set di sistemi informativi appartenenti alla federazione SIM di seguito elencati.

Tale elenco potrà essere ulteriormente modificato/confermato in una fase successiva.

1.5.2 Elenco dei Sistemi Federati

Di seguito si riporta un elenco tabulare dei sistemi federati, ognuno con un identificativo univoco, che sarà utilizzato per la federazione e l'interoperabilità.

ID	Nome Sistema Federato	Descrizione Sis. Fed.	Proprietà del servizio (owner)	Modalità di Interazione	Caratteristiche Sensibilità Servizio
V4AP09_SF01	Sistema ECMWF	https://www.ecmwf.int	ECMWF	Interoperabilità	no
V4AP09_SF02	Sistema COSMO	http://www.cosmo-model.org/	COSMO	Interoperabilità	no
V4AP09_SF03	Sistema Global Forecast System (GFS)	www.ncei.noaa.gov	National Centers for Environmental Prediction (NCEP)	Interoperabilità	no
V4AP09_SF04	LCP (Large Combustion Plant)	<p>Contiene le informazioni relative agli impianti (ragione sociale, tipologia, localizzazione, coordinate geografiche, caratteristiche dei camini) e relativamente a ciascun anno, a partire dal 2004, i dati di consumo dei combustibili utilizzati e delle emissioni in aria del biossido di zolfo, degli ossidi di azoto e del particolato totale per ogni camino a cui afferiscono uno o più impianti la cui potenza termica nominale non sia inferiore a 50 MW</p> <p>https://www.isprambiente.gov.it/it/servizi/grandi-impianti-di-combustione</p>	ISPRA	Interoperabilità	no
	<p>Registro PRTR (Pollutant Release and Transfer Register)</p> <p>https://industry.eea.europa.eu/</p>	<p>Contiene le informazioni relative alle emissioni in aria, acqua, acque reflue e ai trasferimenti di rifiuti di oltre 4000 stabilimenti industriali italiani soggetti all'obbligo di dichiarazione (ai sensi dell'art.4 DPR 157/2011 che fornisce il regolamento di attuazione per il Regolamento CE 166/2006)</p>	ISPRA	Interoperabilità	no

I dati dei sistemi federati non necessariamente rientrano nel flusso elaborativo; possono costituire un valido supporto in caso di mancanza di dati di input con caratteristiche richieste.

1.6 Funzioni, Algoritmi e Modelli

1.6.1 Introduzione e Panorama Generale

L'esigenza di disporre di modelli di dispersione a particella in grado di operare in rapporto a molteplici sostanze chimiche e a molteplici scale di analisi (dalla scala locale a quella globale) è omogeneamente condivisa a livello nazionale e internazionale, per poter assicurare efficaci processi di monitoraggio della qualità dell'aria.

Questi modelli sono, in linea generale, onerosi dal punto di vista del dettaglio informativo richiesto in input, che dal punto di vista delle risorse di calcolo necessarie alla loro esecuzione.

Tuttavia, il grado di dettaglio che tali modelli possono fornire in relazione alla stima di livelli di concentrazione di contaminanti in corrispondenza di dati ricettori li rendono di estremo interesse soprattutto nel caso di modellazioni connesse a fonti emmissive localizzate (inceneritori, vulcani, impianti.).

1.6.2 Criteri di Selezione

Esistono diversi modelli di dispersione di tipo lagrangiano, più o meno appropriati per specifiche scale e sostanze chimiche. Tra tutti, il modello Flexpart ha una ampia diffusione dato che presente il profilo di flessibilità maggiore e permette quindi implementazioni diversificate per finalità.

1.6.3 Tipologie di Funzioni Applicative

Per quanto attiene alla descrizione generale del modello Flexpart, alla documentazione della sua articolazione delle funzioni applicative rese disponibili si veda <https://www.flexpart.eu/>

Le principali funzioni applicative che il SIM dovrà rendere disponibile per assicurare la fruibilità di Flexpart sono principalmente legate a:

- la costruzione degli input informativi del modello a partire dai dati di input descritti nel relativo paragrafo e disponibili nello stesso SIM
- il post processamento degli output generati da Flexpart compresa la rappresentazione grafica

1.6.4 Dettagli sugli Algoritmi

Per quanto attiene alla descrizione generale del modello Flexpart, alla documentazione della sua articolazione delle funzioni applicative rese disponibili si veda <https://www.flexpart.eu/>

1.6.5 Dettagli sui Modelli

Per quanto attiene alla descrizione generale del modello Flexpart, alla documentazione della sua articolazione delle funzioni applicative rese disponibili si veda <https://www.flexpart.eu/>

1.6.6 Interazione tra Algoritmi e Modelli

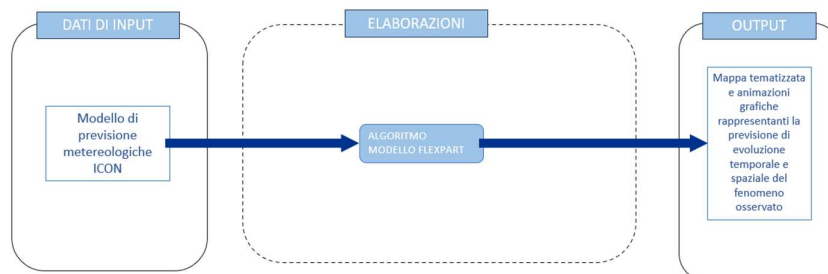


Figura 4 – Diagramma di flusso del servizio applicativo

1.6.7 Analisi della Complessità Computazionale

I modelli lagrangiani sono intrinsecamente complessi, gestendo il comportamento fluidodinamico di ciascuna particella presente nel campo di analisi. Le equazioni che risolvono i caratteri fluidodinamici della simulazione sono ben note e mature.

L'uso di tali modelli richiede però la disponibilità di risorse di calcolo estremamente elevate, tanto più quanto aumenta la risoluzione dei modelli stessi.

1.6.8 Casistica di Utilizzo

Come indicato nella sezione dell'architettura, l'Intelligent Platform è 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.

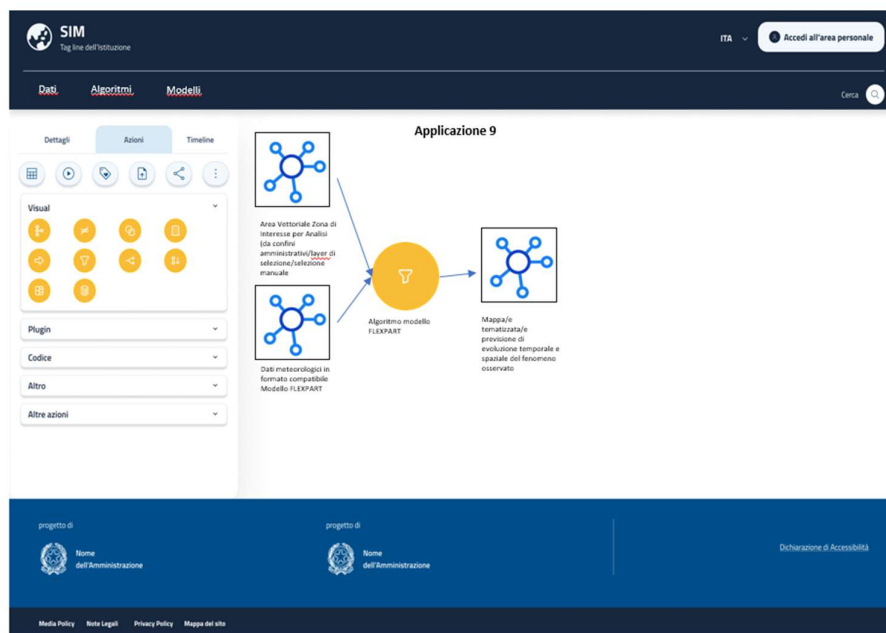


Figura 5 – Rappresentazione logica del flusso elaborativo

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.

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.

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

Il modello FLEXPART restituisce un output costituito da numerosi file in un formato binario molto compatto che necessita di routine di lettura speciali per decomprimerlo. Esistono numerosi strumenti di supporto per leggere l'output FLEXPART, elaborarlo e stamparlo.

Il numero e tipo di file appartenenti ad un output vengono generati a partire dalle scelte fatte dagli utenti prima di avviare il modello.

1.7.2 Elenco Dati di Output

Di seguito riportato un elenco tabellare dei file di output generati ad ogni iterazione.

ID	Descrizione	Proprietà dei Dati (owner)	Soluzioni per l'Accesso ai Dati	Frequenza di Aggiornamento	Caratteristiche Sensibilità Dato	Criticità
V4AP09_D O01	L'output del modello è costituito da un pacchetto di file (vedi immagine sotto) utilizzabili per implementare elaborazioni grafiche.	Utente dell'applicativo	Piattaforma interattiva e/o API	On demand sulla base delle esigenze dell'utente	Allo stato attuale non si ravvedono caratteristiche di sensibilità del dato di output dell'applicativo	Una potenziale criticità del dato è legata alla strutturazione e degli stessi, che rende complicato l'utilizzo e la rappresentazione. Per questo motivo il SIM mette a disposizione specifiche funzionalità.

Si rimanda alla documentazione tecnica ufficiale del modello Flexpart per la definizione di dettaglio della modalità di restituzione dell'output
https://www.flexpart.eu/flex_extract/Documentation/output.html