



MINISTERO DELL'AMBIENTE
E DELLA SICUREZZA ENERGETICA

Sistema Integrato di Monitoraggio (SIM)

Progetto Esecutivo



**Finanziato
dall'Unione europea**
NextGenerationEU

Storia del documento

Versione	Data	Autore	Autorizzato da	Descrizione delle modifiche
1.0	14/11/2023	RTI HSPI; RTI DXC; PSN	MASE	I rilascio Progetto Esecutivo
1.1	15/11/2023	RTI HSPI; RTI DXC; PSN	MASE	Modifiche diffuse
1.2	16/11/2023	RTI HSPI; RTI DXC; PSN	MASE	Modifiche Cap 9.2 - 2.6.2
1.3	04/12/2023	RTI HSPI; RTI DXC; PSN	MASE	Modifiche diffuse

Sommario

1	Introduzione.....	27
1.1	Scopo del documento.....	27
1.2	Executive Summary.....	27
1.2.1	Contesto di riferimento.....	27
1.2.2	Overview dell'Architettura logica del SIM.....	29
1.2.3	Componenti da realizzare.....	31
1.3	Acronimi.....	36
2	Il Sistema Integrato di Monitoraggio.....	39
2.1	Contesto di riferimento.....	39
2.1.1	Iniziative per un Futuro Sostenibile e Digitale.....	39
2.2	Il SIM e i suoi Obiettivi.....	43
2.2.1	Scopo strategico.....	45
2.2.2	La piattaforma digitale per la salvaguardia e la sostenibilità dell'ambiente 45	
2.2.3	Attore in una federazione di sistemi.....	47
2.2.4	L'introduzione dei framework architetturali.....	49
2.2.5	Uso di più framework architetturali.....	49
2.2.6	Il ruolo del MASE e dei cosiddetti Stakeholders.....	49
2.2.7	Il modello di erogazione dei servizi SIM.....	50
2.2.8	Modello di governance del SIM.....	51
2.3	Impostazione tecnologica e relativi principi di base.....	54
2.3.1	Il ruolo del SIM e i sistemi a esso federati.....	54
2.3.2	Principi di base dell'architettura.....	55
2.4	I dati del SIM.....	67
2.4.1	Principi rilevanti sui dati e il relativo ciclo di vita.....	67
2.4.2	Data Mesh e Service Mesh per il SIM.....	67
2.4.3	Video.....	73

2.4.4	Metadati.....	77
2.4.5	Brokering accesso ai dati e Data Discovery	97
2.4.6	Ontologie e semantica.....	100
2.5	I Servizi del SIM	117
2.5.1	Il modello architetturale a microservizi	117
2.5.2	Le interfacce logiche.....	120
2.5.3	Il modello di interoperabilità	121
2.5.4	Il Service Mesh	122
2.5.5	Principi rilevanti sui servizi e il relativo ciclo di vita	122
2.5.6	Contratti/Accordi relativi a Domini dati e servizi	124
2.6	Piattaforme e tecnologie per il SIM	125
2.6.1	Piattaforme Acceleratrici.....	125
2.6.2	Piattaforme Abilitanti.....	213
2.7	Infrastruttura Cloud.....	303
2.7.1	IaaS.....	305
2.7.2	PaaS.....	305
2.7.3	CaaS	305
2.7.4	DBaaS	306
2.8	Tecnologie per sistemi edge network (reti monitoraggio).....	307
2.8.1	Tipologia delle reti.....	309
2.8.2	Sistemi edge	314
2.8.3	Sicurezza delle reti e dei sistemi IoT	319
2.8.4	Ingestion dei dati da sistemi IoT	320
3	Governance del Progetto.....	322
3.1	Processi e strumenti di Project Mgmt, Risk Mgmt, PMO.....	322
3.1.1	Modello organizzativo del progetto.....	322
3.1.2	Modello operativo di controllo delle attività progettuali	325
3.1.3	Risk Management	327

3.1.4	Cronoprogramma	342
3.2	Processi e strumenti di Enterprise Architecture.....	343
3.2.1	Metodologia	343
3.2.2	Strumenti.....	344
3.3	Comunicazione.....	344
3.4	Change Management.....	346
3.4.1	Business & Culture Enablement (BCE)	346
3.5	Collaudo delle componenti.....	372
4	Governo e gestione dei dati.....	373
4.1	La Governance dei Dati	373
4.1.1	Aspetti chiave nella Governance dei Dati	373
4.1.2	Perché la Governance dei Dati è Essenziale?.....	375
4.1.3	Il Catalogo dei Dati.....	376
4.1.4	Servizi funzionali del Catalogo dei Dati.....	382
4.1.5	Ingestion e Trasformazione dei Dati nel Contesto di Data Mesh e API.....	388
4.1.6	Domini dei Dati e Derivati dei Dati.....	390
4.1.7	Caso d'uso del servizio di catalogo dati: Atlante nazionale delle infrastrutture di attraversamento dei corsi d'acqua e delle opere idrauliche..	392
4.1.8	Caso d'uso del servizio di catalogo dati: Generazione Automatica del Reticolo Idrografico	393
4.1.9	Supporto delle Piattaforme Abilitanti e Acceleratrici.....	395
4.2	Produzione dei dati.....	396
4.2.1	Produzione dei Dati Ambientali: Origine dei Dati Grezzi e Derivati.....	396
4.2.2	Caratterizzazione dei dati in funzione della loro produzione	396
4.2.3	Supporto delle Piattaforme Abilitanti e Acceleratrici.....	402
4.3	Formati dei Dati nel SIM.....	404
4.3.1	Introduzione: i dati nel contesto dei Servizi Digitali per l'Ambiente	404
4.3.2	Importanza dei Formati Dati e Digital Preservation	406

4.3.3	Environmental Data Literacy: l'alfabetizzazione dei Dati Ambientali	409
4.3.4	I Formati dei Dati.....	410
4.3.5	Standard e Protocolli	415
4.3.6	Sfide e Tendenze.....	416
4.3.7	Supporto delle Piattaforme Abilitanti e Acceleratrici.....	416
4.4	I Dati Storici.....	418
4.4.1	Dati storici del Progetto AVI (Aree Vulnerate Italiane da frane e inondazioni) 419	
4.4.2	Recupero e attualizzazione della fruizione dei dati AVI	420
4.4.3	Gli archivi migrati	420
5	Applicativi verticali.....	421
5.1	Verticale 1 – Instabilità idrogeologica.....	421
5.1.1	Obiettivo.....	421
5.1.2	Contesto	421
5.1.3	CU.V1.1 – Atlante nazionale delle infrastrutture di attraversamento dei corsi d'acqua e delle opere idrauliche.....	421
5.1.4	CU.V1.2 – Estrazione e analisi delle caratteristiche geomorfologiche dei bacini idrografici	424
5.1.5	CU.V1.3 – Monitoraggio indice del rischio dei beni culturali	429
5.1.6	CU.V1.4 – Generazione di mappe tematiche da dati satellitari e ortofoto 431	
5.1.7	CU.V1.5 – Supporto a modelli idrologici e idraulici	435
5.1.8	CU.V1.6 – Analisi ed estrazione dati della rete osservativa in situ e mobile 438	
5.1.9	CU.V1.7 – Calcolo delle curve di probabilità pluviometrica.....	451
5.1.10	CU.V1.8 Mappatura della suscettività a fenomeni franosi.....	454
5.1.11	CU.V1.9 – Previsione delle variabili meteorologiche	458
5.1.12	CU.V1.10 – Stima del regime di frequenza delle portate di piena e degli effetti del cambiamento climatico e territoriale	462

5.1.13	CU.V1.11 – Calcolo indicatori per la valutazione della siccità e della scarsità idrica	466
5.1.14	CU.V1.12 – Cruscotto Piano Acque.....	471
5.2	Verticale 2 – Agricoltura di precisione.....	474
5.2.1	Obiettivo.....	474
5.2.2	Contesto	474
5.2.3	CU.V2.1 – AgroMeteoHUB	474
5.2.4	CU.V2.2 – Richiesta consiglio irriguo da servizio IRRIFRAME	478
5.2.5	CU.V2.3 – Interfaccia GIS.....	481
5.2.6	CU.V2.4 – Supporto alle azioni agroambientali per il controllo e mitigazione dell'erosione nelle aree agricole	484
5.3	Verticale 3 – Inquinamento marino e litorale.....	485
5.3.1	Obiettivo.....	485
5.3.2	Contesto	485
5.3.3	CU.V3.1 – Monitoraggio di oil slick.....	486
5.3.4	CU.V3.2 – Previsione di evoluzione delle chiazze di idrocarburi in mare (oil spill drift) – sversamenti volontari o accidentali da nave	488
5.3.5	CU.V3.3 – Previsione di evoluzione delle acque di strato ed eventuali chiazze di idrocarburi da piattaforme offshore.....	491
5.3.6	CU.V3.4 – Richiesta di dati di monitoraggio della Strategia Marina.....	496
5.3.7	CU.V3.5 – Generazione di mappe di rischio associate agli sversamenti	500
5.4	Verticale 4 – Illeciti ambientali.....	505
5.4.1	Obiettivo.....	505
5.4.2	Contesto	505
5.4.3	CU.V.4.1 – Implementazione di un algoritmo per l'elaborazione submetrica e 3D	508
5.4.4	CU.V4.2 – Consumo di suolo per il monitoraggio delle variazioni da naturale ad artificiale e da artificiale ad artificiale	510
5.4.5	CU.V4.3 – Previsione aree soggette a bruciatura stoppie.....	512

5.4.6 CU.V4.4 – Monitoraggio aree forestali colpite da avversità abiotiche/biotiche.....	515
5.4.7 CU.V4.5 – Downstream smart forest environmental monitoring.....	517
5.4.8 CU.V4.6 – Abusivismo edilizio.....	518
5.4.9 CU.V4.7 – Gestione illecita dei rifiuti.....	520
5.4.10 CU.V4.8 – Tool di analisi per immagini multispettrali.....	522
5.4.11 CU.V4.9 – Modello Flexpart.....	524
5.4.12 CU.V.4.10 Sistema avanzato per l'elaborazione di immagini iper-spettrali ottenute tramite Telerilevamento ai fini investigativi.....	526
5.5 Verticale 5 – Supporto alle emergenze.....	529
5.5.1 Obiettivo.....	529
5.5.2 Contesto.....	530
5.5.3 CU.V5.1 – Pianificazione di PC.....	530
5.5.4 CU.V5.2 – Supporto alla gestione delle emergenze.....	534
5.5.5 CU.V5.3 – Supporto al censimento dei danni.....	537
5.6 Verticale 6 – Incendi boschivi e di interfaccia.....	541
5.6.1 Obiettivo.....	541
5.6.2 Contesto.....	541
5.6.3 CU.V6.1 - Elaborazione cartografica AIB dei Parchi Nazionali.....	542
5.6.4 CU.V6.2 - Individuazione dell'area di insorgenza dell'incendio boschivo (TIGER MEG).....	545
5.6.5 CU.V6.3 - Monitoraggio dinamico delle aree sensibili al rischio incendio boschivo per la prevenzione e le attività investigative (S.DI.M.A.).....	548
5.6.6 CU.V6.4 - Sistema di addestramento immersivo (FFAS – Forest Fire Area Simulator Evolution).....	550
5.6.7 CU.V6.5 - Calcolo della pericolosità da incendi di interfaccia.....	554
5.6.8 CU.V6.6 - Calcolo della pericolosità da incendio boschivo.....	557
5.6.9 CU. V6.7 - Simulazione della propagazione del fronte di fiamma come supporto alla Lotta AIB.....	560

5.6.10 CU. V6.8 – Simulazione della propagazione del fronte di fiamma come supporto alle attività di prevenzione	564
6 Applicativi orizzontali	567
6.1 PiGeCo – Piattaforma per l'Informazione Geografica Condivisa.....	567
6.1.1 Obiettivo.....	567
6.1.2 Funzionalità utente.....	567
6.2 Osservatorio del Cittadino	569
6.2.1 Obiettivo.....	569
6.2.2 Funzionalità Utente.....	569
6.3 Servizio di Monitoraggio della Qualità dei Suoli	571
6.3.1 Obiettivo del servizio applicativo	571
6.3.2 Funzionalità.....	572
6.4 Caratterizzazione dello Stato dei Suoli a supporto delle attività di Monitoraggio ambientale del SIM.....	574
6.4.1 Obiettivo del servizio applicativo	574
6.4.2 Attività	575
6.5 Gestione missioni rilievi da UAS (Drone Manager)	576
6.5.1 Obiettivo del servizio	577
6.5.2 Requisiti funzionali	577
6.5.3 Architettura Funzionale.....	577
6.5.4 Architettura tecnica.....	578
6.5.5 Servizi	578
6.6 Analisi dei contenuti da RDS	578
6.6.1 Obiettivo del servizio	578
6.6.2 Requisiti funzionali	579
6.6.3 Architettura Funzionale.....	579
6.6.4 Architettura tecnica.....	579
6.6.5 Servizi	581

7	Integrazioni SIM.....	582
7.1	Progetto M-DARE	582
7.1.1	Obiettivo.....	582
7.1.2	Processo di digitalizzazione.....	582
7.1.3	Funzionalità Utente.....	584
7.2	Digitalizzazione documentale.....	586
7.2.1	Digitalizzazione documentazione dei Bacini Imbriferi Montani	587
7.2.2	Digitalizzazione documentazione Materiae Giuridico	588
7.2.3	Funzionalità Utente.....	589
7.3	Mappa porzioni di demanio idrico fluviale riferibili ad alveo abbandonato da corsi d'acqua.....	593
7.3.1	Obiettivo del servizio applicativo	593
7.4	Gestione anagrafiche reti di monitoraggio	595
7.4.1	Obiettivo del servizio applicativo	596
7.5	Bollettini e report meteo	598
7.5.1	Obiettivo del servizio applicativo	598
7.6	Portale della comunicazione del SIM.....	601
7.6.1	Obiettivo del portale.....	601
7.6.2	Classi di utenza.....	601
7.6.3	Architettura Informativa.....	603
7.6.4	Architettura Funzionale	604
7.6.5	Architettura Tecnologica	615
7.6.6	Funzionalità del CMS	618
7.6.7	Altre componenti.....	621
7.7	Applicazioni Mobile Tematiche.....	622
7.7.1	Capacità Funzionali del Framework.....	622
7.7.2	Struttura Applicativa	623
7.7.3	Considerazioni finali	624

7.8	Portale di accesso al SIM.....	624
7.8.1	Classi di utenza e Flussi	625
7.8.2	Architettura Informativa.....	626
7.8.3	Architettura Funzionale.....	630
7.8.4	Architettura Tecnologica.....	632
8	Infrastruttura e servizi di supporto tecnico	634
8.1	Servizi di Supporto Tecnico.....	634
8.1.1	GIS Platform.....	635
8.1.2	DSS Platform.....	666
8.1.3	Application Platform	672
8.1.4	Process Platform.....	673
8.1.5	Data Platform.....	676
8.1.6	Intelligence Platform.....	726
8.1.7	Integration Platform	757
8.1.8	IAM Platform.....	762
8.1.9	Digital Experience Platform.....	789
8.1.10	Resource & IOT Platform.....	789
8.1.11	Document Platform.....	799
8.1.12	Orchestration & HTC Platform	807
8.1.13	Satellite Platform.....	827
8.2	Infrastruttura.....	834
8.3	Cyber Security – Professional Services.....	834
9	Reti di monitoraggio.....	837
9.1	Rete Radar.....	837
9.1.1	Descrizione della rete	837
9.1.2	Esigenze della fornitura.....	839
9.1.3	Strumentazione	839
9.1.4	Servizi e Lavori.....	841

9.2	Rete IdroMeteo.....	842
9.2.1	Descrizione della rete	842
9.2.2	Esigenze dell'intervento.....	843
9.2.3	Strumentazione	843
9.2.4	Servizi e lavori.....	844
9.3	Rete Frane in situ.....	845
9.3.1	Descrizione della Rete	845
9.3.2	Esigenze.....	848
9.3.3	Strumentazione	850
9.3.4	Servizi e Lavori.....	851
9.4	Rete Sismica.....	851
9.4.1	Descrizione della rete	851
9.4.2	Esigenze.....	855
9.4.3	Strumentazione	856
9.4.4	Servizi e Lavori.....	859
9.5	Rete per il contrasto degli incendi boschivi e altre misure urgenti di protezione civile.....	861
9.5.1	Descrizione della rete	861
9.5.2	Esigenze.....	862
9.5.3	Strumentazione	863
9.5.4	Servizi e lavori.....	863
9.6	Rete di Livellazione ad alta precisione.....	864
9.6.1	Descrizione della Rete	864
9.6.2	Esigenze.....	866
9.6.3	Strumentazione	867
9.7	Rete AgroMeteo & GHG.....	888
9.7.1	Descrizione della rete	888
9.7.2	Esigenze.....	891

9.7.3	Strumentazione	892
9.7.4	Servizi e Lavori.....	894
9.8	Rete Dinamica Nazionale.....	895
9.8.1	Descrizione della Rete	895
9.8.2	Esigenze.....	896
9.8.3	Strumentazione	898
9.8.4	Servizi e lavori.....	901
9.9	Rete Gravimetrica Nazionale.....	902
9.9.1	Descrizione della Rete	902
9.9.2	Esigenze.....	903
9.9.3	Strumentazione	903
9.9.4	Servizi e lavori.....	904
9.10	Rete di rilevamento scariche elettriche atmosferiche – Lampinet.....	905
9.10.1	Rimodulazione attività.....	905
9.11	Servizi di Governo Trasversale.....	905
10	Dotazioni	907
11	Quadro economico di riferimento	911
12	Documenti di riferimento.....	912
13	Allegati	913
13.1	Allegati Verticale 1	913
13.2	Allegati Verticale 2	913
13.3	Allegati Verticale 3	913
13.4	Allegati Verticale 4.....	913
13.5	Allegati Verticale 5.....	914
13.6	Allegati Verticale 6.....	914
13.7	Allegati orizzontali	915
13.8	Progetti integrativi.....	915
13.9	Quadro economico di sintesi.....	915



MINISTERO DELL'AMBIENTE
E DELLA SICUREZZA ENERGETICA

*Sistema Integrato di Monitoraggio (SIM) –
Progetto esecutivo*



**Finanziato
dall'Unione europea**
NextGenerationEU

13.10 Reti.....	915
13.11 Dotazioni	915
13.12 Infrastruttura e servizi di supporto tecnico.....	916

Indice delle Figure

Figura 1 - Architettura logica del SIM.....	29
Figura 2 - DestinE (Destination Earth).....	39
Figura 3 - Framework tecnologico.....	40
Figura 4 - Modello di implementazione del GDE.....	42
Figura 5 - Cloud computing: infrastruttura e piattaforme.....	42
Figura 6 - SIM Data Lake / Data mesh.....	43
Figura 7 - Modello globale del SIM.....	44
Figura 8 - SIM Digital Integration Hub.....	46
Figura 9 - SIM Modello di Erogazione servizi.....	50
Figura 10 - Paradigma DIE.....	59
Figura 11 - Processo ASRM di valutazione del rischio applicativo.....	61
Figura 12 - Esecuzione dei processi di test relativi alla sicurezza applicativa nella pipeline CI/CD dello sviluppo software.....	62
Figura 13 - Esempio di realizzazione di un'applicazione SIM basata su modello Data Mesh.....	70
Figura 14 - Fires & Smoke Detection.....	77
Figura 15 - Classi di dati territoriali.....	82
Figura 16 - Tipologie e categorie di servizi INSPIRE.....	83
Figura 17 - Diagramma concettuale di un'architettura a microservizi.....	118
Figura 18 - Rappresentazione grafica di un contesto di contrattualizzazione delle API.....	121
Figura 19 - Digital eXperience Platform.....	126
Figura 20 - DXP da una prospettiva funzionale.....	127
Figura 21 - Data broadcast.....	133
Figura 22 - Sincronizzazione bidirezionale.....	133
Figura 23 - Correlazione.....	135
Figura 24 - Moduli del servizio Data Governance.....	138
Figura 25 - Architettura BI Platform Server.....	141
Figura 26 - Mappa generata tramite richiesta a Einstein Copilot.....	142
Figura 27 - BI Platform, esempio di dashboard realizzata con Tableau.....	144
Figura 28 - BI Platform, esempio di dashboard realizzata con Tableau.....	145
Figura 29 - BI Platform, esempio di dashboard realizzata con Tableau su inquinamento marino.....	146
Figura 30 - BI Platform, esempio di dashboard realizzata con Tableau su incendi boschivi.....	147
Figura 31 - BI Platform, a sinistra un esempio di grafico di spotlight di KPI, a destra Griglia con percentuale di avanzamento.....	148
Figura 32 - BI Platform, schede con indicatori di monitoraggio andamento a sinistra e line chart per andamento temporale a destra.....	148
Figura 33 - Il servizio PaaS Data Lake.....	149
Figura 34 - Ciclo di vita processi.....	154
Figura 35 - Experience of Employee.....	155
Figura 36 - Preparazione del progetto operata tramite l'interfaccia grafica.....	159
Figura 37 - Flussi di lavoro per organizzare e strutturare il progetto.....	159
Figura 38 - Ricette, ovvero le istruzioni che DataIKU seguirà per elaborare i dati in conformità agli obiettivi del progetto.....	160
Figura 39 - Strumenti e connettori per acquisire dati da una varietà di fonti.....	161
Figura 40 - Correlazione tra un dataset contenente informazioni sui bacini e un ulteriore dataset relativo al reticolo idrografico estratto negli step precedenti del flusso.....	162
Figura 41 - Correlazione tra i dataset sulla base dell'identificativo del bacino.....	162

Figura 42 - Creazione grafici e grafici interattivi per rappresentare visivamente i dati e individuare eventuali pattern o anomalie	163
Figura 43 - Identificazione dati anomali o fuori norma.....	164
Figura 44 - Creazione di un notebook Jupyter.....	164
Figura 45 - Interazione tra il DSS e una istanza GeoServer per via di un servizio WMS (standard OGC)	165
Figura 46 - Analisi basate sull'utilizzo di layer topografici	166
Figura 47 - Alcune funzionalità che la piattaforma offre per la manipolazione delle serie temporali.....	167
Figura 48 - Strumenti per estrarre le caratteristiche dai dati geospaziali	167
Figura 49 - Correlazione tra un dataset contenente informazioni sui bacini e un ulteriore dataset relativo al reticolo idrografico estratto negli step precedenti del flusso	168
Figura 50 - DSS fornisce una vasta gamma di algoritmi di machine learning e strumenti per la selezione del modello	170
Figura 51 - DSS consente di configurare il processo di addestramento e di monitorare l'andamento del training	171
Figura 52 - DSS agevola l'analisi esplorativa delle predizioni.....	171
Figura 53 - Strumenti che offrono opzioni di visualizzazione avanzate per comunicare in modo efficace i risultati	172
Figura 54 - Selezione delle metriche e indicatori chiave che saranno inclusi nella dashboard.....	173
Figura 55 - Dashboard per la presentazione dinamica delle metriche chiave.....	173
Figura 56 - Gamma di tipi di grafici, tra cui grafici a dispersione, grafici a barre, grafici a torta disponibili nel DSS	174
Figura 57 - La creazione degli "scenari"	175
Figura 58 - Creazione endpoint API.....	176
Figura 59 - Sistema di autenticazione e autorizzazione per proteggere i dati sensibili.....	176
Figura 60 - Sistema di controllo di versione.....	177
Figura 61 - Configurazione di un cluster.....	178
Figura 62 - Sistema di consultazione delle statistiche sulla contribuzione, sviluppi, ecc. del Team.....	179
Figura 63 - Sistema di profilazione delle utenze.....	180
Figura 64 - Configurazione dei servizi Azure	182
Figura 65 - Configurazione dei servizi OpenAI	182
Figura 66 - FEWS Explorer	194
Figura 67 - Schema funzionale di FEWS	195
Figura 68 - Schema dei vari componenti dell'architettura di FEWS e relazioni	196
Figura 69 - Diagramma Virtual Earth Laboratory	198
Figura 70 - Application Platform	200
Figura 71 - sistema di audit.....	202
Figura 72 - Modello di resilienza cloud-native.....	205
Figura 73 - Service Mesh.....	211
Figura 74 - Modello operativo dell'Application Platform.....	212
Figura 75 - Service Value Chains (SVC).....	221
Figura 76 - Geospatial Platform.....	235
Figura 77 - diagramma funzionale.....	237
Figura 78 - componente gis.....	242
Figura 79 -Modello di resilienza cloud-native.....	249
Figura 80 - Geospatial Platform Casi d'uso.....	251
Figura 81 - Utilizzo funzionalità della Geospatial Platform tramite Web App	253
Figura 82 -analisi e manipolazione dei dati.....	254
Figura 83 - Ritaglio del DTM/DSM.....	254

Figura 84 - Utilizzo funzionalità della Geospatial Platform tramite meccanismi di Interoperabilità.....	256
Figura 85 - modello di ML del SIM.....	257
Figura 86 - Utilizzo funzionalità della Geospatial Platform tramite Client QGIS.....	259
Figura 87 - select by location.....	260
Figura 88 - 2.6.2.1.4.4 Use Case: Utilizzo funzionalità della Geospatial Platform tramite Client ArcGIS PRO....	263
Figura 89 - Report distanza danno.....	264
Figura 90 - Esempio di login sul sistema IAM.....	267
Figura 91 - Esempio di login sul sistema IAM.....	267
Figura 92 - Le componenti della piattaforma PaaS IAM.....	268
Figura 93 - Le componenti principali della soluzione tecnologica.....	269
Figura 94 - Architettura della soluzione IAM.....	270
Figura 95 - Document Manager, dashboard page Alfresco.....	274
Figura 96 - Document Manager, workspace Alfresco.....	275
Figura 97 - Document Manager, search page Alfresco.....	275
Figura 98 - Document Manager, admin tools page Alfresco.....	276
Figura 99 - Moduli del Dossier Manager.....	278
Figura 100 - Cloud Management Platform.....	283
Figura 101 - Architettura HTC Condor.....	286
Figura 102 - Architettura tecnica IoT Platform.....	292
Figura 103 - Knowledge Graph, estrazione dati.....	295
Figura 104 - Schema architettura del sistema.....	302
Figura 105 - Infrastructure as a Service.....	305
Figura 106 - Rete Radar Meteo Nazionale (Fonte: DPC) (in rosso temporaneamente non funzionanti).....	311
Figura 107 - Mappa dell'attuale dislocazione delle stazioni facenti parte della RAN (Rete Agrometeorologica Nazionale).....	312
Figura 108 - Distribuzione geografica delle stazioni permanenti.....	313
Figura 109 - Modello organizzativo.....	323
Figura 110 - Modello di controllo del MP.....	326
Figura 111 - Cronoprogramma.....	342
Figura 112 - Atlante SIM.....	344
Figura 113 - Portatori di interessi.....	344
Figura 114 - Contenuti formativi da catalogo.....	351
Figura 115 - Piano di lavoro.....	353
Figura 116 - Alfabetizzazione su informazioni e dati.....	353
Figura 117 - Alfabetizzazione su informazioni e dati.....	353
Figura 118 - Alfabetizzazione su informazioni e dati.....	354
Figura 119 - Comunicazione e collaborazione.....	354
Figura 120 - Comunicazione e collaborazione.....	354
Figura 121 - Comunicazione e collaborazione.....	355
Figura 122 - Creazione contenuti digitali.....	355
Figura 123 - Creazione contenuti digitali.....	356
Figura 124 - Sicurezza.....	356
Figura 125 - Sicurezza.....	357
Figura 126 - Trasformazione digitale.....	357
Figura 127 - Trasformazione digitale.....	357
Figura 128 - Trasformazione digitale.....	358
Figura 129 - Trasformazione digitale.....	358
Figura 130 - Cyber Security.....	359

Figura 131 - Cyber Security.....	359
Figura 132 - Introduzione al Cloud	360
Figura 133 - Concetti base del cloud.....	360
Figura 134 - Elementi e road map di una migrazione al cloud.....	361
Figura 135 - Strategie per pianificare una migrazione al Cloud	361
Figura 136 - Video ispirazionali	363
Figura 137 - Video ispirazionali.....	364
Figura 138 - Video ispirazionali	364
Figura 139 -Video ispirazionali	365
Figura 140 - Video ispirazionali	365
Figura 141 - Video ispirazionali	366
Figura 142 - Video ispirazionali	366
Figura 143 - Video ispirazionali	367
Figura 144 - Video ispirazionali	367
Figura 145 -Video ispirazionali	368
Figura 146 -Video ispirazionali	368
Figura 147 - Rappresentazione concettuale della Governance dei Dati, ambito SIM	374
Figura 148 - Funzionalità chiave di un Catalogo dei Dati	377
Figura 149 - Modulo ontologico RENDIS.....	379
Figura 150 - I vantaggi del Catalogo dei Dati.....	382
Figura 151 - Il modello Data Mesh.....	389
Figura 152 - Il modello Federato.....	391
Figura 153 - Derivato dei Dati.....	391
Figura 154 - Flusso di Lavoro per la creazione di un'applicazione	393
Figura 155 - Flusso di Lavoro per la Generazione Automatica del Reticolo Idrografico.....	394
Figura 156 - Servizio di Ricerca Semantica.....	396
Figura 157 - Ciclo di vita dati grezzi ad alta frequenza.....	400
Figura 158 - Ciclo di vita dati statici o semi-statici.....	402
Figura 159 - Supporto alle piattaforme abilitanti	404
Figura 160 - Diagramma dei dati nel SIM	406
Figura 161 - Flusso Operativo.....	424
Figura 162 - Flusso Operativo.....	428
Figura 163 - Screenshot Intelligence Platform.....	428
Figura 164 - Selezione Area di Interesse	430
Figura 165 - Monitoraggio tramite immagini SAR.....	431
Figura 166 - esempio di sistema GIS.....	434
Figura 167 - Sequenza di utilizzo del SIM per l'applicativo CU.V1.4	434
Figura 168 - CU.V1.5 - Flusso Operativo.....	437
Figura 169 - CU.V1.5 - Screenshot.....	438
Figura 170 - CU.V1.6 - Flusso Operativo	442
Figura 171 - CU.V1.6 - Screenshot	442
Figura 172 - Sequenza di utilizzo.....	454
Figura 173 -Sequenza di utilizzo del SIM per l'applicativo	462
Figura 174 - CU.V1.10 - Flusso Operativo	465
Figura 175 - CU.V1.10 - Mappe	465
Figura 176 - CU.V1.11 - Flusso Operativo	469
Figura 177 - CU.V1.11 - Screenshot.....	469
Figura 178 - Schema relazionale DPSIR sulle interazioni tra società e corpi idrici.....	471

Figura 179 - Esempio di Scheda del Corpo Idrico.....	473
Figura 180 - Esempio Mockup grafico della rappresentazione dei dati in piattaforma	477
Figura 181 - Flusso di elaborazione del dato ipotizzato per la generazione della mappa di prescrizione del consiglio irriguo.....	478
Figura 182 - Mockup di esempio di una possibile rappresentazione degli scenari irrigui "what if".....	480
Figura 183 - Flusso di elaborazione del dato ipotizzato per la generazione della mappa di prescrizione del consiglio irriguo.....	482
Figura 184 - Rappresentazione dello scenario irriguo all'interno di un layer GIS.....	483
Figura 185 - Rappresentazione Mockup di esempio della visualizzazione delle stazioni agrometeorologiche all'interno del SIM	484
Figura 186 - Workflow logico-funzionale CU.V3.1.....	487
Figura 187 - Workflow logico-funzionale CU.V3.2.....	490
Figura 188 - Una delle interfacce di configurazione	490
Figura 189 - Una delle interfacce di calibrazione dei modelli	491
Figura 190 - Workflow logico-funzionale CU.V3.3.....	494
Figura 191 - Una delle interfacce di configurazione.....	495
Figura 192 - Una delle interfacce di configurazione	496
Figura 193 - Pipeline di processo del Verticale 3.....	499
Figura 194 - Mappe cartografiche e filtri disponibili	500
Figura 195 - Esempi di visualizzazioni di mappe di pericolosità di dispersioni di idrocarburi in mare.....	503
Figura 196 - Mappe medie di rischio per il periodo 2017-2020 in superficie del mare (sinistra) e sulle coste (destra) per (a) tutte le navi, (b) navi da diporto e passeggeri e (c) navi da carico e servizio	504
Figura 197 - - Esempio di Output previsto dall'applicativo	510
Figura 198 - Esempio di Output previsto dall'applicativo	512
Figura 199 -Esempio di Output previsto dall'applicativo.....	515
Figura 200 -Esempio di Output previsto dall'applicativo	518
Figura 201 -Esempio di Output previsto dall'applicativo.....	520
Figura 202 - Esempio di Output previsto dall'applicativo	524
Figura 203 - - Esempio di Output previsto dall'applicativo	526
Figura 204 - 5.4.12.2 Funzionalità e percorso di implementazione.....	527
Figura 205 - Sequenza di utilizzo del SIM per la realizzazione della "Analisi di vulnerabilità"	534
Figura 206 - Sequenza di utilizzo del SIM per la realizzazione della "Analisi di pericolosità complessiva".....	534
Figura 207 - Sequenza di utilizzo del SIM per la realizzazione della cartografia AIB	545
Figura 208 - Sequenza di utilizzo del SIM per l'applicativo CU.V6.2.....	548
Figura 209 - Sequenza di utilizzo del SIM per l'applicativo CU.V6.3.....	550
Figura 210 - Sequenza di utilizzo del SIM dell'applicativo per il calcolo della pericolosità da Incendio di interfaccia	557
Figura 211 - Sequenza di utilizzo del SIM per il calcolo della pericolosità da incendio boschivo	560
Figura 212 - Sequenza di utilizzo del SIM per l'applicativo CU.V6.7.....	563
Figura 213 - Sequenza di utilizzo del SIM per l'applicativo CU.V6.8.....	566
Figura 214 - Applicazione del layer cartografico DIRETTIVA ALLUVIONI dalla Comunità Tematica Nazionale	568
Figura 215 - a) Selezione area di interesse b) Restituzione layer distribuzione stock carbonio organico nel suolo	574
Figura 216 - a) Pianificazione rilevamento pedologico b) Restituzione layer caratterizzazione suolo.....	576
Figura 217 - Processo di Dematerializzazione.....	583
Figura 218 - Mockup Visualizzatore	585
Figura 219 - Processo Digitalizzazione Documentale.....	586
Figura 220 - Workflow Operativo.....	591

Figura 221 -Esempio mockup Gestione Atti.....	591
Figura 222- Esempio mockup Visualizzazione Corografie.....	592
Figura 223- Esempio mockup Scrivania di Lavoro.....	592
Figura 224 – Procedura di sdemanializzazione.....	593
Figura 225 – Portale della comunicazione SIM.....	604
Figura 226 - Menu di navigazione.....	605
Figura 227 - HomePage.....	606
Figura 228 - Introduzione al progetto SIM.....	607
Figura 229 - Amministrazioni coinvolte.....	609
Figura 230 - Aree Tematiche.....	609
Figura 231 - Verticali.....	610
Figura 232 - Supporto alle emergenze.....	610
Figura 233 -Applicativi orizzontali.....	611
Figura 234 - Infrastruttura.....	611
Figura 235 - notizie.....	612
Figura 236 -immagini e documenti a supporto.....	613
Figura 237 - Introduzione sullo scarico dei decreti in pdf.....	613
Figura 238 - Privacy Policy.....	614
Figura 239 - struttura in wireframe.....	615
Figura 240 – Modalità di funzionamento di Liferay DXP.....	617
Figura 241 – Organizzazione gerarchica dei siti.....	618
Figura 242 – Schermata dimostrativa dello strumento Documents and Media.....	621
Figura 243 – Alberatura Portale di accesso al SIM.....	627
Figura 244 – Homepage del Portale SIM.....	628
Figura 245 – Esempio funzionalità.....	629
Figura 246 –Accesso area riservata.....	630
Figura 247 – Esempio di viewer cartografico con funzionalità selezionabili.....	631
Figura 248 – Dashboard data processing.....	632
Figura 249 – SIM Suddivisione moduli funzionali.....	634
Figura 250 – Client QGIS connessioni disponibili.....	643
Figura 251 – Client QGIS connessioni disponibili.....	643
Figura 252 – Client QGIS: utilizzo di servizi WMS/WMTS.....	644
Figura 253 – Client QGIS: plugin manager.....	645
Figura 254 – produzione, pubblicazione e fruizione contenuti.....	645
Figura 255 – ArcGIS PRO ambiente di lavoro.....	646
Figura 256 – ArcGIS PRO, le fasi di produzione dei contenuti.....	647
Figura 257 – ArcGIS PRO, geoprocessing.....	647
Figura 258 – ArcGIS, raster layer.....	648
Figura 259 – ArcGIS, le tre fasi di produzione contenuti tramite AI/ML.....	648
Figura 260 – ArcGIS PRO, connessione al PORTAL per la pubblicazione.....	648
Figura 261 – Web appBuilder home.....	649
Figura 262 – Web appBuilder Instant Apps.....	650
Figura 263 – ArcGIS StoryMaps.....	651
Figura 264 – Collaboration Map Editor: interfaccia utente.....	652
Figura 265 – toolbar editing grafico.....	653
Figura 266 – Configurazione layers.....	656
Figura 267 – Navigazione del modulo GIS.....	656
Figura 268 – Configurazione Map Servers.....	657

Figura 269 – Visualizzazione layer.....	657
Figura 270 – Informazioni di dettaglio del layer.....	658
Figura 271 – Modifica di un layer.....	658
Figura 272 – Configurazione GIS Server.....	658
Figura 273 – Share As Web Layer.....	661
Figura 274 – Workflow Manager, Camunda Modeler.....	674
Figura 275 – Workflow Manager, Camunda Cockpit.....	674
Figura 276 – Rule manager, Decision Modeling Notation.....	675
Figura 277 – Rule manager, architettura funzionale.....	676
Figura 278 – Gestione Quota Bucket.....	677
Figura 279 – Create Bucket.....	678
Figura 280 – Esempio Access Policy.....	678
Figura 281 – Esempio di Policy.....	679
Figura 282 – Creazione Folder.....	679
Figura 283 – Upload file.....	680
Figura 284 – Menu Buckets.....	680
Figura 285 – Sommario Buckets.....	681
Figura 286 – Data Governance, home page DataHub.....	682
Figura 287 – Data Governance, data lineage DataHub.....	682
Figura 288 – Data Governance, dettaglio pipeline DataHub.....	683
Figura 289 – Data Governance, visualizzazione grafico Lineage DataHub.....	683
Figura 290 – Data Governance, visualizzazione dettaglio Lineage DataHub.....	684
Figura 291 – Data Governance, import metadati DataHub.....	684
Figura 292 – Data Governance, esempio di ricerca DataHub.....	685
Figura 293 – Selezione kernel Python in un notebook.....	687
Figura 294 – Selezione kernel Spark (Connect) in un notebook.....	687
Figura 295 – Selezione kernel Spark (Session) in un notebook.....	688
Figura 296 – Selezione kernel Spark (Scala) in un notebook.....	688
Figura 297 – Selezione kernel Spark (SQL) in un notebook.....	689
Figura 298 – PaaS Batch/ Real Time Processing, lista applicazioni.....	689
Figura 299 – PaaS Batch/ Real Time Processing, job monitoring.....	690
Figura 300 – Tableau Desktop.....	691
Figura 301 – BI Platform, nella Home page è possibile stabilire le connessioni.....	693
Figura 302 – BI Platform, pagina "Data Source", per il controllo delle sorgenti dati.....	694
Figura 303 – BI Platform, esempio di Canvas dove vengono create le visualizzazioni.....	695
Figura 304 – BI Platform, mappe coropletiche in Tableau Desktop.....	697
Figura 305 – BI Platform, in alto la Mappa di densità, a sinistra la Mappa di individuazione cluster e Mappa di percorso a destra.....	698
Figura 306 – BI Platform, esempio di grafico in un arco temporale.....	698
Figura 307 – BI Platform, Dashboard creata tramite un foglio dedicato, mette in relazione le diverse viste, parametri e filtri.....	699
Figura 308 – BI Platform, la modalità Story di Tableau, una visualizzazione interattiva organizzata in pagine (o Storypoints).....	700
Figura 309 – Sezione "Data Source" in una installazione Grafana. La seconda immagine mostra la gestione delle data source configurate.....	703
Figura 310 – Sopra la sezione "Explore" di una installazione di Grafana con sintassi PostgreSQL e relativo output.....	705
Figura 311 – Editor di query della data source PostgreSQL nella Dashboard.....	705

Figura 312 -Tab Trasform.....	706
Figura 313 - Esempio di Dashboard di Grafana.....	707
Figura 314 - Settings di un pannello che mostra una time series.....	708
Figura 315 - Esempi di visualizzazioni possibili in Grafana.....	710
Figura 316 - Esempio di dashboard complessa.....	710
Figura 317 - Sezione dedicata alla creazione e gestione delle dashboard della propria istanza di Grafana.....	711
Figura 318 - Sezione "Permessi" di una cartella.....	711
Figura 319 - Sezione "Settings" di una dashboard.....	712
Figura 320 - Sezione "Settings" di una dashboard.....	712
Figura 321 - Finestra di condivisione di una dashboard.....	713
Figura 322 - BI Platform, caricamento dati.....	716
Figura 323 - BI Platform, Query Design.....	717
Figura 324 - BI Platform, visualizzazione dati.....	718
Figura 325 - BI Platform, definizione layout.....	718
Figura 326 - BI Platform, drill down.....	719
Figura 327 - BI Platform, condivisione report.....	720
Figura 328 - Lista di tutte le data source installate nella istanza di Grafana.....	721
Figura 329 - Configurazione e test di una data source PostgreSQL.....	722
Figura 330 -Configurazione del pannello.....	722
Figura 331 -Impostazioni della dashboard.....	723
Figura 332 - Esempio di variabili definite in una dashboard.....	724
Figura 333 - Configurazione di una variabile.....	724
Figura 334 - Opzioni di condivisione di una dashboard.....	725
Figura 335 - Opzioni di condivisione di un pannello.....	725
Figura 336 - Interfaccia grafica del Workflow.....	726
Figura 337 - Creazione di un esperimento in mlflow parte 1/2.....	729
Figura 338 - Creazione di un esperimento in mlflow parte 2/2.....	730
Figura 339 - Selezione di un processo di training dell'esperimento.....	730
Figura 340 - Caratteristiche del Modello Creato.....	731
Figura 341 - Accesso al registro dei modelli.....	731
Figura 342 - Selezione dei modelli già registrati.....	731
Figura 343 - Descrizione del modello.....	732
Figura 344 - Valore di stage del modello.....	732
Figura 345 - Esempio di training o run di un modello.....	733
Figura 346 - Aggiunta di metadati al modello registrato.....	733
Figura 347 - Cambio di stage del modello registrato.....	734
Figura 348 - Importazione del modello.....	734
Figura 349 - Inferenza del modello importato.....	734
Figura 350 - Inizio Sessione di Virtual Assistant.....	736
Figura 351 - interfaccia d'interazione.....	736
Figura 352 - Legenda dei commenti.....	737
Figura 353 - Sezione lista eventi.....	737
Figura 354 - Integrazione di Virtual Assistant con Dossier Manager.....	738
Figura 355 - Esempio di comunicazione.....	738
Figura 356 - Esempio di visualizzazione lista eventi.....	739
Figura 357 - OSINT, pagina principale del front-end.....	741
Figura 358 - OSINT, filtri notizie.....	741
Figura 359 - OSINT, dettaglio notizia.....	741

Figura 360 – OSINT, elenco parole chiave ottenute dal Dossier Manager.....	742
Figura 361 – OSINT, gestione parole chiave.....	742
Figura 362 – OSINT, gestione parole chiave.....	743
Figura 363 – OSINT, elenco hashtags.....	743
Figura 364 – OSINT, dettaglio webhose.....	743
Figura 365 – Dashboard principale.....	745
Figura 366 – Dashboard monitoraggio risorse.....	746
Figura 367 – Menu configurazione.....	746
Figura 368 – Configurazione Telecamere.....	747
Figura 369 – Elenco Event Rules.....	748
Figura 370 – Esempio di creazione di una Event Rule - object detector rule.....	749
Figura 371 – Elenco Endpoints.....	750
Figura 372 – Esempio di creazione di un Endpoint.....	750
Figura 373 – Dashboard Principale.....	752
Figura 374 – Scelta tra Semantic e Syntactic Search.....	753
Figura 375 – Esempio di ricerca semantica.....	753
Figura 376 – Filtri disponibili.....	754
Figura 377 – Scelta dell'ordine dei risultati in base alla rilevanza, al feedback degli utenti e alla data, in ordine ascendente o discendente.....	754
Figura 378 – Visualizzazione metadati dei risultati.....	755
Figura 379 – File Browser per l'upload di un file.....	755
Figura 380 – Scelta di un file locale nel computer.....	756
Figura 381 – Lista dei file caricati e indicizzati nel BD Semantico.....	756
Figura 382 – API Manager, ciclo di vita di una API.....	760
Figura 383 – API Manager, Kong Gateway.....	761
Figura 384 – Autenticazione, definizione delle credenziali.....	763
Figura 385 – Autenticazione, definizione attributi utente.....	764
Figura 386 – Autenticazione, definizione azioni necessarie dell'utente alla prima login.....	764
Figura 387 – Autenticazione, gestione attributi profilo utente.....	765
Figura 388 – Autenticazione, gestione gruppo di attributi per il profilo utente.....	766
Figura 389 – Autenticazione, visualizzazione utenti attivi.....	766
Figura 390 – Autenticazione, visualizzazione sessioni attive per un determinato utente.....	766
Figura 391 – Autenticazione, gestione timeout di sessione.....	767
Figura 392 – Autenticazione, assegnazione ruoli all'utente.....	768
Figura 393 – Autenticazione, definizione dello Scope dei ruoli utente.....	768
Figura 394 – Autenticazione, assegnazione di un utente ad un gruppo.....	769
Figura 395 – Profilatore, home page.....	770
Figura 396 – Profilatore, lista utenti.....	770
Figura 397 – Profilatore, associazione di un utente ai gruppi.....	771
Figura 398 – Profilatore, assegnazione attributi all'utente.....	771
Figura 399 – Profilatore, gestione credenziali utente.....	771
Figura 400 – Profilatore, lista gruppi.....	772
Figura 401 – Profilatore, associazione di un membro al gruppo.....	772
Figura 402 – Profilatore, associazione attributi agli utenti del gruppo.....	773
Figura 403 – Profilatore, lista dei ruoli.....	773
Figura 404 – Profilatore, lista delle applicazioni censite nella piattaforma.....	773
Figura 405 – Profilatore, creazione nuova applicazione.....	774
Figura 406 – Profilatore, lista dei component.....	774

Figura 407 – Profilatore, Inserimento nuovo componente	775
Figura 408 – Profilatore, lista moduli	775
Figura 409 – Profilatore, dettaglio modulo.....	775
Figura 410 – Profilatore, elenco delle feature	776
Figura 411 – Profilatore, dettaglio feature.....	776
Figura 412 – Profilatore, elenco dei fields container	778
Figura 413 – Profilatore, creazione nuovo fields container.....	778
Figura 414 – Profilatore, lista fields	779
Figura 415 – Profilatore, inserimento field.....	779
Figura 416 – Profilatore, elenco data filters	779
Figura 417 – Profilatore, inserimento nuovo Data Filter	780
Figura 418 – Profilatore, lista delle associazioni field X User/Group	780
Figura 419 – Profilatore, dettaglio lista delle associazioni field X User/Group.....	781
Figura 420 – Profilatore, inserimento di una associazione field X User/Group	781
Figura 421 – Profilatore, flag sulle operazioni Crud sui Fields	781
Figura 422 – Profilatore, lista delle associazioni Data Filter X User/Group	782
Figura 423 – Profilatore, dettaglio lista delle associazioni Data Filter X User/Group	782
Figura 424 – Profilatore, inserimento di una associazione Data Filter X User/Group.....	782
Figura 425 – Profilatore, lista delle associazioni Feature X User/Group censite nella piattaforma	783
Figura 426 – Profilatore, dettaglio associazione.....	783
Figura 427 – Profilatore, inserimento Feature X User/Group	783
Figura 428 – Profilatore, riepilogo dei permessi sulle varie entità associate ad un utente o a un gruppo	784
Figura 429 – Profilatore, page management.....	784
Figura 430 – Profilatore, editing page management.....	785
Figura 431 – Profilatore, nuova Pagina	785
Figura 432 – Profilatore, gestione pagina	786
Figura 433 – Profilatore, gestione delle pagine relative ad un utente o gruppo	786
Figura 434 – Profilatore, gestione delle applicazioni disponibili per utente/gruppo	787
Figura 435 – Profilatore, associazione utenti o gruppi per ad una applicazione.....	787
Figura 436 – Resource Manager, gestione risorse	790
Figura 437 – Resource Manager, funzione di ricerca nella lista	791
Figura 438 – Resource Manager, funzione di ricerca avanzata.....	791
Figura 439 – Resource Manager, inserimento dati di una risorsa	792
Figura 440 – Resource Manager, grafico relazione "Contenuto".....	792
Figura 441 – Resource Manager, visualizzazione risorsa	793
Figura 442 – Resource Manager, lista tassonomie.....	793
Figura 443 – Resource Manager, dettaglio risorsa	794
Figura 444 – Lista completa dei dispositivi	797
Figura 445 – Pagina telemetrie.....	798
Figura 446 – Lista completa dei comandi.....	798
Figura 447 – Azioni Comandi.....	799
Figura 448 – Dossier Manager, vista elenco fascicoli.....	801
Figura 449 – Dossier Manager, dettaglio di un fascicolo	801
Figura 450 – Dossier Manager, timeline fascicolo	802
Figura 451 – Dossier Manager, allegato fascicolo	802
Figura 452 – Dossier Manager, , titolo fascicolo.....	802
Figura 453 – Dossier Manager, dettagli fascicolo	803
Figura 454 – Dossier Manager, dati del fascicolo.....	803

Figura 455 – Dossier Manager, sezione allegati per tipologia	803
Figura 456 – Dossier Manager, visualizzazione allegato.....	804
Figura 457 – Dossier Manager, scheda grafo del fascicolo.....	805
Figura 458 – Dossier Manager, evidenza del singolo nodo del grafo del fascicolo	805
Figura 459 – Dossier Manager, scheda grafo del fascicolo	805
Figura 460 – Dossier Manager, annotazioni del fascicolo	806
Figura 461 – Inventory.....	808
Figura 462 – Ricerca generica, per tag, per Provider e Subsystem	809
Figura 463 – Barra sopra il path del breadcrumb.....	810
Figura 464 – Dettaglio risorsa.....	810
Figura 465 – Lista dei provisioning effettuati.....	811
Figura 466 – Filtri “Resources”	811
Figura 467 – Filtri “Services”, “Custom services”	812
Figura 468 – Tabella “Resources”	812
Figura 469 – Visualizzazione messaggio Terraform	813
Figura 470 – Visualizzazione grafico risorse	813
Figura 471 – Lista delle macchine provisionabili	814
Figura 472 – Step 1 “Subsystems”	814
Figura 473 – Compilazione dei campi del form di previsione di una risorsa.....	815
Figura 474 – Lista delle card	815
Figura 475 – Provisioning di un servizio	816
Figura 476 – Configurazione di un servizio.....	816
Figura 477 – Sommario della configurazione del servizio.....	817
Figura 478 – Dashboard con la lista di tutti i servizi sottoscritti ed il loro relativi stati	817
Figura 479 – Architettura Logico/Funzionale	818
Figura 480 – Orchestration & Provisioning Platform.....	821
Figura 481 – Stack Tecnologico.....	822
Figura 482 – Architettura HTCondor	825
Figura 483 – HTCondor su Kubernetes.....	826
Figura 484 – Step previsti per la gestione della sicurezza.....	835
Figura 485 – Distribuzione dei sistemi della rete radar nazionale.....	837
Figura 486 – Mappa delle frane nell’anagrafe nazione, di quelle censite e le altre frane monitorate	847
Figura 487 – Distribuzione percentuale della tipologia di acquisizione dati dei sistemi di monitoraggio. (agg. dicembre 2022).....	847
Figura 488 – Tipologia di strumentazione utilizzata nei sistemi di monitoraggio (agg. dicembre 2022)	848
Figura 489 – Ubicazione dei siti prioritari di monitoraggio frane proposti sul territorio nazionale (agg. luglio 2023)	850
Figura 490 – Esempi di stazioni della RAN installate in modo semplificato sul pavimento di piccoli locali.....	852
Figura 491 – Schema della struttura del CAED-RAN, virtualizzato e completamente integrato nell’infrastruttura IT del DPC.....	853
Figura 492 – Schema della struttura del CAED-OSS, virtualizzato e completamente integrato nell’infrastruttura IT del DPC.....	855
Figura 493 – Mappa della localizzazione dell’attuale 685 stazioni della RAN (simboli in rosso) e dei nuovi potenziali siti (simboli in celeste)	856
Figura 494 – Schema del sistema di gestione delle nuove stazioni RAN e dei nuovi sistemi OSS e l’acquisizione dei dati registrati dagli stessi	859
Figura 495 – Attuali linee di livellazioni di alta precisione suddivise per anni di intervento.....	865
Figura 496 – Linee da rimisurare suddivise per priorità.....	866

Figura 497 - Contrassegno di tipo "C"	873
Figura 498 - Network Europeo ICOS, stazioni di misura GHG (dal portale ICOS)	890
Figura 499 - Rete RDN di impianto.....	896
Figura 500 - Distribuzione Rete Gravimetrica Nazionale	903
Figura 501 - Dotazioni tecnologiche	908

1 Introduzione

1.1 Scopo del documento

Il presente documento costituisce il Progetto Esecutivo relativo al Sistema avanzato e Integrato di Monitoraggio e previsione (SIM), relativo all'Investimento 1.1 "Realizzazione di un sistema avanzato ed integrato di monitoraggio e previsione", Missione 2, Componente 4 del PNRR, e contiene approfondimenti riguardo aspetti tecnici, organizzativi e gestionali, risultato di una fase avanzata di progettazione e pianificazione, a partire dai contenuti della fase precedente di progettazione preliminare approvata con Decreto Dipartimentale n. 189 del 10.05.2023.

Tale documento, e i relativi allegati, rappresentano la baseline per la realizzazione del sistema, in coerenza con milestone e obiettivi previsti dal relativo cronoprogramma (cfr. § 3.1.4).

1.2 Executive Summary

1.2.1 Contesto di riferimento

Il Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (di seguito, MASE) svolge un ruolo chiave nell'attività del Governo finalizzata alla tutela dell'ambiente. L'azione del MASE è rivolta alla salvaguardia del territorio e della risorsa idrica, degli ecosistemi terrestri e marini, delle specie animali e vegetali a rischio, alla bonifica delle aree e dei corsi d'acqua, alla riduzione delle fonti di inquinamento e delle emissioni dei gas climalteranti, nel contesto della sfida del riscaldamento globale. Il MASE garantisce la sicurezza delle infrastrutture e dei sistemi energetici e geominerari, l'approvvigionamento, l'efficienza, la competitività e la promozione delle energie rinnovabili e promuove le buone pratiche e l'educazione ambientale, l'economia circolare, la mobilità sostenibile e la rigenerazione urbana. Il Ministero esercita il controllo analogo congiunto (con il Ministero dei Trasporti e delle Infrastrutture) su Sogesid S.p.a.; svolge, inoltre, un ruolo di indirizzo e di vigilanza sulle attività dell'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), dell'Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile (ENEA), del Gestore Servizi Energetici (GSE), di SOGIN (Società Gestione Impianti Nucleari); esercita la vigilanza sul patrimonio naturalistico nazionale in ambito terrestre e marino (parchi nazionali, aree marine protette, autorità di bacino distrettuali, consorzi ambientali e di regolazione dei grandi laghi).

Attraverso una serie di riassetti organizzativi, il decisore pubblico ha rafforzato nel tempo gli strumenti a disposizione dell'autorità politica, ridefinendo funzioni e strumenti, anche alla luce degli investimenti previsti nel Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR).

In tale contesto, la riforma costituzionale, che nel febbraio del 2022 ha previsto l'inserimento esplicito della tutela ambientale nella nostra Costituzione, ha affermato la rilevanza delle tematiche ambientali nella gerarchia degli interessi tutelati dallo Stato. La nuova Carta Costituzionale sottolinea inoltre la centralità dello sviluppo sostenibile per le giovani generazioni¹.

¹ <https://www.mase.gov.it/pagina/competenze>

In tale scenario diventa quindi necessario munirsi degli strumenti idonei per portare avanti un lavoro organico e approfondito relativamente alla previsione, prevenzione, monitoraggio e gestione delle emergenze sul territorio. Per questo, l'Amministrazione nel 2022 ha avviato una serie di iniziative finalizzate alla progettazione, realizzazione e messa in produzione del Sistema Integrato di Monitoraggio e Previsione (SIM) di cui all'investimento PNNR M2C4 II.1².

Il SIM si inserisce nell'ambito di varie iniziative del PNRR che prevedono realizzazioni che impattano positivamente sulla capacità di conoscenza delle caratteristiche del territorio nazionale.

Rispetto alle altre Piattaforme informatiche di monitoraggio, il SIM trova la sua potenzialità nel rendere disponibile, attraverso un unico punto di accesso, una mole di informazioni provenienti da una costellazione di sistemi di monitoraggio ambientale³ federati che si renderanno interoperabili con il SIM, offrendo modalità di gestione di processi, standardizzati e modelli di simulazione che faciliteranno le attività di gestione degli interventi in capo alle diverse amministrazioni coinvolte a diverso titolo nel SIM. Nell'architettura del SIM, modelli e dati sono normalizzati e standardizzati, correlati al territorio e opportunamente georeferenziati; anche le componenti GIS, pertanto, rivestono un ruolo di primaria importanza.

Per la realizzazione di tale progetto e in coerenza con la strategia del Cloud Nazionale, l'Amministrazione ha aderito alla Convenzione del Polo Strategico Nazionale (PSN) e intende utilizzare i servizi del PSN come elementi abilitanti per la piattaforma SIM. Il PSN, infatti, offre un'infrastruttura cloud che soddisfa i requisiti di alta affidabilità, resilienza e indipendenza tecnologica, adeguati alle esigenze di mantenimento, disponibilità, sicurezza e gestione dati del SIM.

Un'ulteriore componente fondamentale del SIM è l'integrazione e lo sviluppo delle reti di rilevamento che vengono già oggi utilizzate per raccogliere informazioni da diverse fonti e per trasmetterle a un sistema di raccolta dati per l'elaborazione e il monitoraggio dei parametri ambientali quali la qualità dell'aria, gli incendi boschivi, il rilevamento di frane e la qualità dell'acqua.

Il Progetto Esecutivo è la naturale evoluzione del Progetto Preliminare (1.1) e sviluppa in dettaglio sia il modello architetturale federato basato sul cloud nativo, sia le caratteristiche specifiche delle applicazioni, basi dati, modelli e algoritmi, reti e dotazioni. dotazioni che faranno parte dell'infrastruttura del SIM.

Considerata l'ampiezza e la complessità del progetto SIM, concepito come un vero e proprio programma di interventi, nel Progetto Esecutivo vengono inoltre presentate e illustrate le attività di pianificazione gestione e coordinamento necessarie alla conduzione e al controllo del programma, che vede impegnate più di cento amministrazioni.

² <https://www.mase.gov.it/pagina/investimento-1-1-realizzazione-di-un-sistema-avanzato-ed-integrato-di-monitoraggio-e-0>

³ Correlati alle 6 verticali del SIM rappresentate nella Figura 1 par. 1.2.3

1.2.2 Overview dell'Architettura logica del SIM

Uno degli elementi principali del nuovo Sistema SIM è rappresentato dal contesto architetturale funzionale identificato per erogare tutti i servizi previsti, e che rappresenta uno dei punti di forza del sistema in termini di innovazione tecnologica, ampiezza e varietà delle informazioni trattate.

Di seguito si fornisce una visione sintetica dei Layer e dei principali componenti dell'architettura logica del SIM, in modo da consentire a tutte le parti interessate di avere fin da subito una panoramica delle componenti chiave approfondite nel prosieguo del documento.

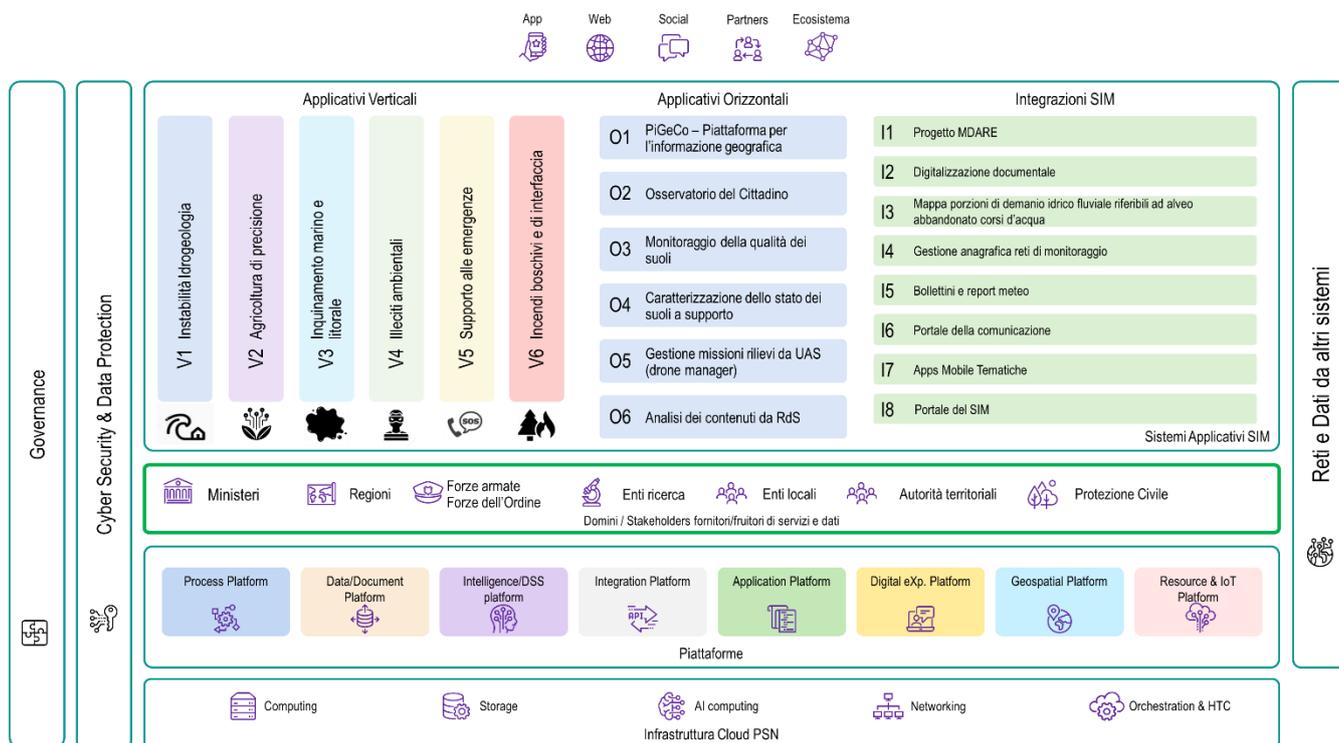


Figura 1 - Architettura logica del SIM

Governance

Strato funzionale a supporto del MASE dedicato alla gestione del SIM, composto di processi, procedure e tool per la gestione del sistema e degli utenti coinvolti. Include processi di Project Management, Risk Management, IT Service Management, nonché procedure per la gestione dei moduli anagrafici (stakeholder e amministrazioni ed enti federati), servizi di cost accounting e riaddebiti, tool di supporto al ciclo di vita del software, di gestione dei fornitori e dei contratti e di monitoraggio del sistema (cfr. § 2.2.8).

Cybersecurity & Data protection

Questo layer rappresenta un'aggregazione logica di tutti gli aspetti relativi alla cybersecurity & Data protection, concetti approfonditi in maniera trasversale in tutti i capitoli del presente documento che descrivono i layer applicativi e infrastrutturali. In particolare, la cybersecurity è garantita dai servizi del PSN (cfr. § 1.2.3.4) e da tecniche di controllo e protezione dei dati e servizi applicativi (cfr. § 8.3).

Sistemi Applicativi SIM

Layer composto da tre livelli:

- **Applicativi Verticali** – Costituiscono il Core Business del SIM e definiscono le 6 aree di Monitoraggio Integrato oggetto di sviluppo del SIM (cfr. § 5);
- **Applicativi Orizzontali** – Costituiti dai 6 applicativi con funzionalità specifiche, ma comuni e di supporto alle funzionalità degli Applicativi Verticali (cfr. § 6);
- **Integrazioni SIM** – Questo layer raccoglie gli interventi di diversa natura finalizzati a potenziare l'alimentazione del SIM e la produzione di output, ed è approfondito in paragrafo dedicato (cfr. § 7). Nel dettaglio, contribuiscono a fornire input al SIM gli interventi:
 - **I1:** M-DARE;
 - **I2:** Digitalizzazione documentale;
 - **I3:** Mappa porzioni di demanio idrico fluviale, riferibili ad alveo abbandonato da corsi d'acqua;
 - **I4:** Gestione anagrafica reti di monitoraggio;
 - mentre supportano la produzione e fruibilità degli output gli interventi:
 - **I5:** Bollettini e report meteo.
 - **i6:** Portale della comunicazione
 - **I7:** Apps mobile tematiche
 - **I8:** Portale del SIM

Domini/Stakeholders fornitori/fruitori di servizi e dati

Il SIM è un sistema federato e in questo contesto sono evidenziati i Domini o Stakeholder che partecipano attivamente nel SIM come produttori di dati e servizi, secondo il modello di federazione basato sul concetto di Data Mesh; gli stakeholders operano anche come fruitori di servizi tra loro e con entità esterne al SIM, in un'ottica di piena interoperabilità. Ulteriori dettagli nei §§ 2.2.6 e 2.2.7.

Piattaforme

In questo contesto sono evidenziate le piattaforme a supporto dei servizi applicativi previsti:

- **Process Platform:** è una piattaforma per gestire processi secondo lo standard BPM, utili per facilitare e regolare le interazioni tra i vari attori che partecipano nel vasto insieme dei servizi del SIM;
- **Data/Document Platform:** è un ricco insieme di strumenti/soluzione per implementare l'architettura Data Mesh e le funzionalità di Data Fabric che costituiscono l'ossatura di un sistema federato e distribuito come il SIM. Include diverse soluzioni e tecnologie quali database (relazionali, NoSQL, time series, key/value store), ETL, ingestion, Document management, ecc.;
- **Intelligence/DSS Platform:** è un insieme di soluzioni per le necessità di raccolta e preparazione dei dati, analytics, BI, Decision Support e predictive analytics. In questo contesto vengono realizzati ed eseguiti i modelli dei vari servizi applicativi del SIM;
- **Integration Platform:** è centro nervoso degli scambi in ottica di piena interoperabilità del SIM, sia internamente che esternamente. Tutti i flussi di interazione, API-driven, vengono gestiti e regolati da questa piattaforma e svolge le funzioni di un avanzato sistema iPaaS dedicato al SIM;

- **Application Platform:** è la piattaforma DevSecOps, basata su tecnologia containers per gestire il ciclo di vita di tutti i componenti applicativi custom realizzati per il SIM;
- **Digital eXperience Platform:** è la piattaforma per gestire l'interazione tra gli utenti finali, fruitori dei vari servizi che il SIM mette a disposizione; include l'erogazione di tutte le funzionalità di front end e accesso ai servizi del SIM, in ottica omnichannel;
- **Geospatial Platform:** è una piattaforma cruciale per il SIM in quanto espone tutte le funzionalità per esplorare e usare i servizi contestualizzati geograficamente. Include tutte le funzionalità necessarie GIS e fornisce ulteriori servizi complementari per semplificare l'analisi delle tematiche delle applicazioni SIM in rapporto alla loro relazione geografica;
- **Resource & IoT Platform:** è il principale strumento di raccordo tra le reti di monitoraggio e in generale tutti gli apparati/sensori dispiegati sul territorio e mare per rilevare misurazioni/metriche necessarie per eseguire i modelli delle varie applicazioni previste nel SIM.

I dettagli di queste piattaforme sono presenti al (cfr. § 2.6.1) e al (cfr. § 8.1.)

Infrastruttura Cloud PSN

Il sistema nella sua evoluzione finale renderà disponibile un'infrastruttura virtuale composta da servizi nella più ampia gamma dell'accezione della parola. Ogni tipologia di risorsa richiesta e impiegata sarà simile a un vero e proprio servizio, sia esso potenza di calcolo che spazio disco, che accesso a sistemi esterni. Questo tipo di architettura è in grado di fornire risorse dinamicamente e adattarsi alle esigenze di tutti gli enti coinvolti grazie alla configurazione software e logica dei sistemi. Inoltre, è possibile garantire la dinamicità specifica su un singolo sistema ove le esigenze lo richiedessero (cfr. § 8.2).

Reti e dati da altri sistemi

Il layer identifica le reti di monitoraggio che contribuiscono a fornire dati di diversa natura al SIM, e che rappresentano una delle principali componenti potenziate dal presente intervento. Nel (cfr. § 9) è presente una trattazione diffusa circa le tipologie di rete a perimetro e gli interventi di miglioramento/estensione previsti.

1.2.3 Componenti da realizzare

Il progetto SIM è chiamato a realizzare quattro componenti progettuali specifiche, previste dal PNRR e richiamate nel decreto ministeriale n. 398 del 29.09.2021:

- telerilevamento aerospaziale e sensoristica in sito;
- sistema di telecomunicazione;
- sale di analisi e controllo;
- sistemi e servizi di sicurezza informatica.

Il presente documento declina come tali componenti vengono realizzate nel corso dell'intera trattazione, in particolare nei capitoli di seguito riportati.

Componente	Paragrafo
Telerilevamento aerospaziale e sensoristica in sito	(cfr.§ 1.2.3.3;) (cfr.§ 9;) (cfr.§ 10;)
Sistema di Telecomunicazione	(cfr.§ 1.2.3.2)
Sale di analisi e controllo	(cfr.§ 1.2.3.3;)
Sistemi e servizi di sicurezza informatica	(cfr.§ 1.2.3.4;) (cfr.§2.3.2.1.3) (cfr. §2.3.2.3.3;) (cfr.§ 8.3)

Attraverso l'integrazione e la standardizzazione dei dati provenienti dalle quattro componenti sopra indicate il SIM consente di monitorare sia su scala nazionale che locale i parametri osservati in ambito agroforestale e urbano, geologico e idrogeologico, e, infine, marino e litorale, sia per finalità di prevenzione eventi di rischio, sia per prevenzione di illeciti.

Di seguito, una descrizione sintetica di come ciascuna componente concorre alla realizzazione del Sistema avanzato di monitoraggio e previsione.

1.2.3.1 Telerilevamento aerospaziale e sensoristica in sito

La componente di telerilevamento aerospaziale è fondamentale nel contesto SIM, rappresentando una delle fonti di alimentazioni primarie del sistema di monitoraggio. Nell'ambito dei SIM, questa componente prevede l'integrazione dei dati provenienti dal monitoraggio satellitare. Tali informazioni sono raccolte, in un primo tempo, integrando i dati satellitari già disponibili nell'Unione Europea (ad es., i dati open del programma europeo Sentinel Copernicus) e in Italia (es. MASE Bluesky); in un secondo momento, è prevista l'integrazione del sistema con la nuova costellazione satellitare IRIDE. Il progetto IRIDE, infatti, si trova attualmente nella "fase precursor" che prevede un'iniziale fornitura di servizi basati sui dati satellitari al momento disponibili, e potrà rendere fruibili dati campione dal secondo semestre del 2024. Il completamento del progetto IRIDE è previsto, invece, per giugno 2026.

Nell'ambito del telerilevamento aerospaziale, oltre ai dati di origine satellitare, sono integrati nel SIM il catalogo delle ortofoto prodotto da AGEA e i dati iperspettrali acquisiti mediante strumentazione impiantata su veicoli aerei. L'integrazione di questa tipologia di dato permette, tramite il riconoscimento delle firme iperspettrali, il monitoraggio degli illeciti ambientali (ad es., sversamenti nelle falde acquifere e interrimenti di inquinanti in cave e discariche).

Si deve prevedere, inoltre, l'integrazione di dati provenienti dalla rilevazione aerea Lidar per completare o integrare i modelli DTM/DSM finalizzati alla rappresentazione morfologica del terreno e alla prevenzione e simulazione di eventi dannosi causati dal dissesto idrogeologico e/o dall'azione antropica.

Rilevante è altresì l'utilizzo di dati provenienti dalle reti di monitoraggio già presenti sul territorio, così come potenziate nell'ambito del progetto. Sono previste, infatti, azioni di potenziamento della rete radar meteorologica nazionale, così come l'installazione di più di 400 nuove stazioni

idrometeorologiche diffuse sul territorio nazionale. Analogamente, è stato previsto un aumento dei siti monitorati a rischio evento franoso con conseguente integrazione, nell'ambito del SIM, dei dati di monitoraggio correlati.

Aggiunge valore all'intervento anche l'acquisizione di strumentazione atta a potenziare la Rete Accelerometrica Nazionale (RAN) e la rete dell'Osservatorio Sismico Nazionale, per il monitoraggio dei fenomeni sismici. In tal modo, il SIM può disporre anche di dati di monitoraggio sismico, e metter quindi gli stessi a disposizione degli stakeholder interessati, ad esempio per il calcolo di indici di rischio.

Ulteriore elemento della presente componente è la sensoristica in situ atta alla prevenzione dei fenomeni d'incendio, metereologici, idraulici.

La rete di sensoristica in situ è composta da apparati di varia natura e tipologia, ad esempio strumentazione, idrometrica, meteo pluviometrica, sistemi radar, sistemi satellitari, telecamere (termiche e non). L'impianto di tale sensoristica potenzia le reti esistenti e integra la raccolta nel SIM di dati omogeneizzati e standardizzati.

Oltre alla sensoristica in situ, è previsto l'utilizzo di sistemi di rilevamento aereo a pilotaggio remoto (APR).

Per un approfondimento di dettaglio circa le previsioni di progetto riferite a tale componente, si rimanda ai capitoli dedicati alle Reti di monitoraggio (cfr. § 9) e Dotazioni (cfr. § 10).

1.2.3.2 Sistema di telecomunicazione

La realizzazione del SIM comporta il potenziamento e la creazione (al fine di garantire una copertura a scala nazionale) di sistemi di telecomunicazione e trasmissione dati in tempo reale (fonia e dati), permettendo al personale delle Sale di Controllo di importare i dati e le elaborazioni generati dalla componente relativa al telerilevamento aerospaziale e di condurre interventi e coordinare il personale operativo facente parte di vari enti quali, ARPA, Protezione Civile, Carabinieri, Polizia, etc.

I sistemi di telecomunicazione previsti dal SIM garantiscono la trasmissione di dati nel rispetto dei requisiti di sicurezza più avanzati garantendo la protezione complessiva delle informazioni integrate ed elaborate.

In particolare, ai fini di una gestione ottimale delle situazioni emergenziali, la componente di telecomunicazione dovrà fornire la corretta ridondanza avvalendosi del ricorso a sistemi di telecomunicazione satellitare.

L'ampliamento, il completamento, l'ammodernamento e la creazione di nuove reti di monitoraggio comportano necessariamente l'aggiornamento e la revisione delle regole e dei principi di comunicazione necessari alla raccolta e allo smistamento dei dati recuperati sul territorio.

In funzione del tipo di rete/ sensore utilizzato si rende necessario prevedere le funzionalità di comunicazione dei sensori verso la sede di raccolta.

Ove possibile, sarà previsto il riutilizzo del canale di raccolta esistente, ma in molti casi, per esempio in caso di aggiunta di nuove stazioni di monitoraggio si rende necessario implementare od estendere anche la parte di comunicazione.

A seconda delle esigenze saranno utilizzati canali radio, canali di comunicazione mobile e/o una rete in fibra (ove non presente o nel momento in cui sarà necessario trasmettere grossi quantitativi di dati). Nel capitolo relativo alla descrizione delle reti (cfr. § 9) e nel capitolo relativo alle dotazioni (cfr. § 10) sono dettagliate le caratteristiche e le tipologie di apparati necessari per la gestione delle comunicazioni.

Brevemente vengono qui evidenziate le principali modalità di comunicazione utilizzate nell'implementazione delle varie tipologie di rete:

- rete Modem: attraverso canali GSM/GPRS UMTS;
- rete radio: tramite Data logger, Radio Modem UHF, Ripetitori UHF, ponti radio digitali;
- rete in fibra per la connessione ai centri operativi ove prevista la gestione di notevoli quantità di dati.

1.2.3.3 Sale di analisi e controllo (centrali)

Come evidenziato precedentemente, tutte le informazioni che il SIM genera, vuoi che siano dati, algoritmi, modelli, funzionalità potranno essere rese disponibili e utilizzabili all'interno delle sale di controllo e gestione dei dati riferite alla molteplicità di Enti coinvolti nell'iniziativa. Le centrali potranno quindi acquisire dal SIM dati di dettaglio e/o viste dedicate a monitoraggi specifici, per abilitare:

- previsioni basate su calcolo di probabilità per eventi climatici, basate su dati di dettaglio geolocalizzati;
- utilizzo di modellistica dedicata ad analisi di rischio eventi avversi;
- analisi predittive propedeutiche alla pianificazione di interventi di manutenzione (prevenzione di frane, dispersione inquinanti, vegetazione incontrollata, azione antropica);
- simulazione di eventi di intervento ai fini previsionali o di addestramento.

Rispetto alle simulazioni e agli interventi di addestramento, il progetto prevede anche un ammodernamento e potenziamento delle sale di esercitazioni. In particolare, nell'ambito dell'intervento Smart Forest, è prevista la realizzazione di nuove sale addestramento dislocate sul territorio nazionale, che permetteranno l'utilizzo di tecniche di addestramento immersive per il personale coinvolto, ad esempio, nella gestione degli incendi boschivi (cfr. § 5.6.6).

Nell'ambito di questa componente si inquadra, infine, il supporto alla realizzazione di un Centro di elaborazione e memorizzazione dati connesso alle attività per la gestione su scala nazionale del supporto alle emergenze, gestito dalla Guardia di Finanza.

1.2.3.4 Sistemi e servizi di sicurezza informatica

Il SIM ha l'obiettivo di migliorare la vita delle persone perché agisce sulla protezione e sicurezza dell'ambiente. In questo senso i dati del SIM, siano essi storici o acquisiti a regime, saranno convenzionalmente trattati come dati strategici, assumendo che la loro compromissione possa potenzialmente avere un impatto sulla sicurezza nazionale.

L'Amministrazione è quindi consapevole della necessità di avere contezza della copertura e maturità dei controlli di sicurezza in essere nella piattaforma SIM e prevede di assicurare e mantenere la compliance normativa rispetto al Framework Nazionale per Cyber Security e la Data Protection (FNCS), integrato con le raccomandazioni dettate dal DPCM 14 aprile 2021 n. 81/2021 in tema di Perimetro di Sicurezza Nazionale Cibernetica.

A tal fine, nel progettare il SIM, l'Amministrazione ha tenuto conto di tutti gli aspetti necessari a coprire tali controlli, assicurandosi che sia previsto un impianto di attività, servizi e strumenti per raggiungere quattro macro-obiettivi:

- Governance, obiettivo che indirizza l'insieme delle pratiche volte a definire le politiche e l'organizzazione necessarie per poter reagire e prevenire, in maniera efficace, alle minacce di sicurezza, in modo da minimizzare l'impatto di possibili danni alle finalità istituzionali dell'Amministrazione dovuti a incidenti di sicurezza di natura informatica;
- Prevent, obiettivo che esprime la capacità di attuare pratiche e misure di sicurezza per la protezione delle informazioni, delle infrastrutture e dei servizi digitali del SIM;
- Detect, obiettivo che esprime la capacità di individuare tempestivamente potenziali violazioni o eventi che possono influenzare o compromettere la sicurezza di qualsiasi elemento del SIM;
- Respond & Recovery, obiettivo che esprime la capacità di rispondere efficacemente a un incidente di sicurezza e si adopera per il ripristino dei servizi impattati dallo stesso.

A titolo indicativo e non esaustivo, nel SIM sono quindi previsti servizi di:

- Security Event Monitoring Notification & Log Management e Continuous improvement;
- Security Orchestration, Automation and Response;
- Gestione degli Incidenti di Sicurezza e Crisis Management;
- Cyber Threat intelligence: Early Warning, Data Breach, Brand Abuse, Anti-phishing con Site takedown, Pre Planned Attack + Black Market Monitor;
- Security Device Management;
- Sicurezza hosts (Managed Detection & Response);
- Threat Hunting as a service;
- Compliance Assessment Framework Nazionale Cyber Security (FNCS);
- Cyber Strategic Risk Management;
- Supporto per le attività Security By Design (gap-analysis controlli di sicurezza indirizzati alla protezione della rete, dei servizi e degli endpoint);
- Vulnerability Management;
- Dynamic Application Security Testing;
- Web Application Penetration Testing;
- Security Policy review/advisory;
- Consulting per revisione policy e procedure di cyber security;
- Maturity Level Assessment e metodologia relativa.

In coerenza con la strategia del Cloud Nazionale, il MASE ha aderito alla Convenzione del Polo Strategico Nazionale (PSN) per utilizzare i servizi da questo messi a disposizione come elementi abilitanti per la piattaforma SIM. Il PSN, infatti, offre un'infrastruttura cloud che soddisfa i requisiti di

alta affidabilità, resilienza e indipendenza tecnologica, adeguati alle esigenze di mantenimento, disponibilità, sicurezza e gestione dati del SIM. Il PSN rende inoltre disponibile un insieme di servizi e tecnologie cloud abilitanti a supporto dell'erogazione del SIM stesso. I servizi infrastrutturali del PSN permettono quindi al SIM di beneficiare di notevoli vantaggi in termini di efficienza, sicurezza e semplificazione gestionale.

La messa in produzione di un sistema cloud, quale è il SIM, è un processo complesso e un cambiamento rilevante: per il modello di fruizione, per la gestione dei workload e per la sicurezza dei dati.

Essenziale a tale scopo è il servizio di Disaster Recovery (DR). L'erogazione dei servizi di DR per il SIM sarà garantita tramite l'attivazione immediata di servizi già disponibili nel PSN. Questi servizi sono erogati attraverso soluzioni hardware, software e di connettività dedicate tra i Data Center (DC) del PSN e con il supporto di personale con adeguata preparazione. Il SIM utilizzerà DC primari e secondari già esistenti, situati nel territorio nazionale, ridondati geograficamente. Il sito secondario è allestito con piattaforme tecnologiche dotate di capacità elaborativa equivalente a quelle del sito primario, per le funzionalità degli ambienti di esercizio. I dispositivi hardware saranno ridondati o avranno adeguate caratteristiche di fault tolerant per assicurare i requisiti di DR previsti dalla normativa (ad es. tempi di recupero dell'operatività, tolleranza ai guasti, etc.).

Va anche ricordato che la progettualità complessiva tiene conto del sempre più ampio utilizzo della rete internet come elemento abilitante per la comunicazione con i sensori di raccolta dei dati. L'approccio IoT (Internet of Things) facilita l'interconnessione, l'accesso e la capacità di acquisizione dell'informazione, ma allo stesso tempo aumenta la vulnerabilità agli attacchi informatici.

Per far fronte a questa esigenza è necessario adottare dispositivi con adeguate funzionalità di sicurezza, già integrate negli "oggetti connessi" fin dalla progettazione, grazie alla Security by Design. Per tale motivo si prevede di servirsi di soluzioni che rispettino le principali normative di riferimento (cfr. §10 e § 13.11).

1.3 Acronimi

Acronimo	Definizione
ACL	Access Control List
AdBPo	Autorità di bacino distrettuale del fiume Po
AI	Artificial Intelligence
API	Application Program Interface
ASR	Automatic Speech Recognition
BI	Business Intelligence
CDZ	Common Deformation Zone
Componenti GIS	Geographic Information System (Sistema informativo Geografico)
CREA	Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria
CRUD	Create, Read, Update, Delete

Acronimo	Definizione
DL	Deep Learning
DPC	Dipartimento Protezione Civile
DBMS	Database Management System
DWH	Data WareHouse
ENEA	Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile
ESB	Enterprise Service Bus
ETL	Extract, Transform, Load
FFAS	Forest Fire Area Simulator Evolution
GHG	Green House Gas
GIS	Geographic Information System (Sistema informativo Geografico)
GNSS	Global Navigation Satellite System
GPS	Global Positioning System
GSE	Gestore Servizi Energetici
GWS	Graphical Workstation
ICOS	Integrated Carbon Observation System
IFFI	Inventario Fenomeni Franosi in Italia
IGM	L'Istituto Geografico Militare
ISPRA	Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale
LOS	Linea di Vista
MAC	Manutenzione Correttiva
MEV	Manutenzione Evolutiva
MASE	Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica
MIPAAF	Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali
MISE	Ministero per lo Sviluppo Economico
MIT	Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
ML	Machine Learning
MVP	Minimum Viable Product
NLP	Natural-Language Processing
OCI	Open Container Initiative
OAuth2	Open Authorization 2
OSS	Osservatorio Sismico Delle Strutture
PAR	Permessi Anni Retribuiti
PMO	Project Management Office
PNRR	Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza
PON	Piano Operativo Nazionale
PRF	Radiofrequenza pulsata
PSN	Polo Strategico Nazionale
RAN	Rete Accelerometrica Nazionale
RCP	Radar Control Processor
RDN	Rete Dinamica Nazionale



Acronimo	Definizione
RDP	Radar Data Processor
RdS	Repository di Sistema
RRN	Rete Radar Nazionale
RSP	Radar Signal Processor
RTDC	Real Time Display Control
RTI	Raggruppamento Temporaneo di Imprese
SIAN	Sistema Informativo Agricolo Nazionale
SIARL	Sistema Informativo Agricoltura Regionale Lombardia
SIM	Sistema avanzato e Integrato di Monitoraggio e previsione
SIMN	Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale
SIR	Servizi Idrologici Nazionali
SPA	Single Page Application
TBT	Terra-Bordo-Terra
TETRA	Terrestrial Trunked RAdio
UHF	Ultra High Frequency
VHF	Very High Frequency
VM	Virtual Machine

2 Il Sistema Integrato di Monitoraggio

2.1 Contesto di riferimento

2.1.1 Iniziative per un Futuro Sostenibile e Digitale

Numerose iniziative, tra cui l'iniziativa faro denominata DestinE (Destination Earth)⁴ finanziata dal Digital Europe Programme dell'Unione Europea, mirano a creare un modello digitale altamente preciso della Terra, noto come "gemello digitale" (Digital Twin), che ha bisogno di un ecosistema digitale che sfrutta le più recenti tecnologie dell'informazione e della comunicazione (Digital Ecosystems for Developing Digital Twins of the Earth: The Destination Earth Case)⁵.

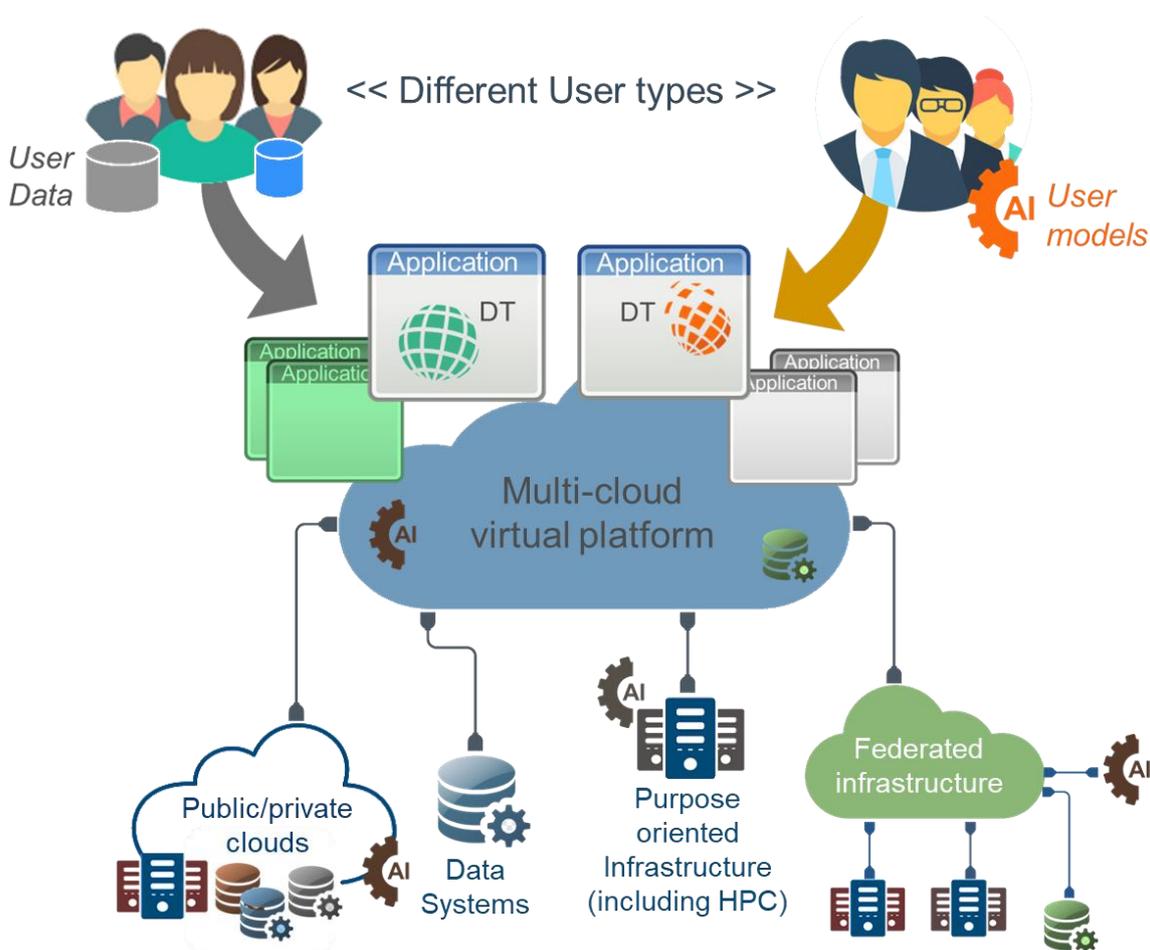


Figura 2 - DestinE (Destination Earth)

Il modello digitale della Terra è progettato per monitorare i cambiamenti ambientali e l'impatto umano al fine di promuovere lo sviluppo sostenibile della società. La Commissione europea svolge un ruolo chiave nel coinvolgere l'eccellenza scientifica e industriale per identificare le tecnologie

⁴ [Destination Earth \(DestinE\), a European Commission flagship initiative for a sustainable future](#)

⁵ [Digital Ecosystems for Developing Digital Twins of the Earth: The Destination Earth Case](#)

digitali avanzate ed i modelli di progettazione efficienti per un futuro sostenibile e digitale. Sulla base di diverse attività di ricerca, studi e progetti collaborativi, tra cui sono di rilievo quelli principalmente guidati da un team di scienziati del CNR⁶, la seguente architettura logica di alto livello rappresenta il framework tecnologico da implementare per lo sviluppo del SIM.

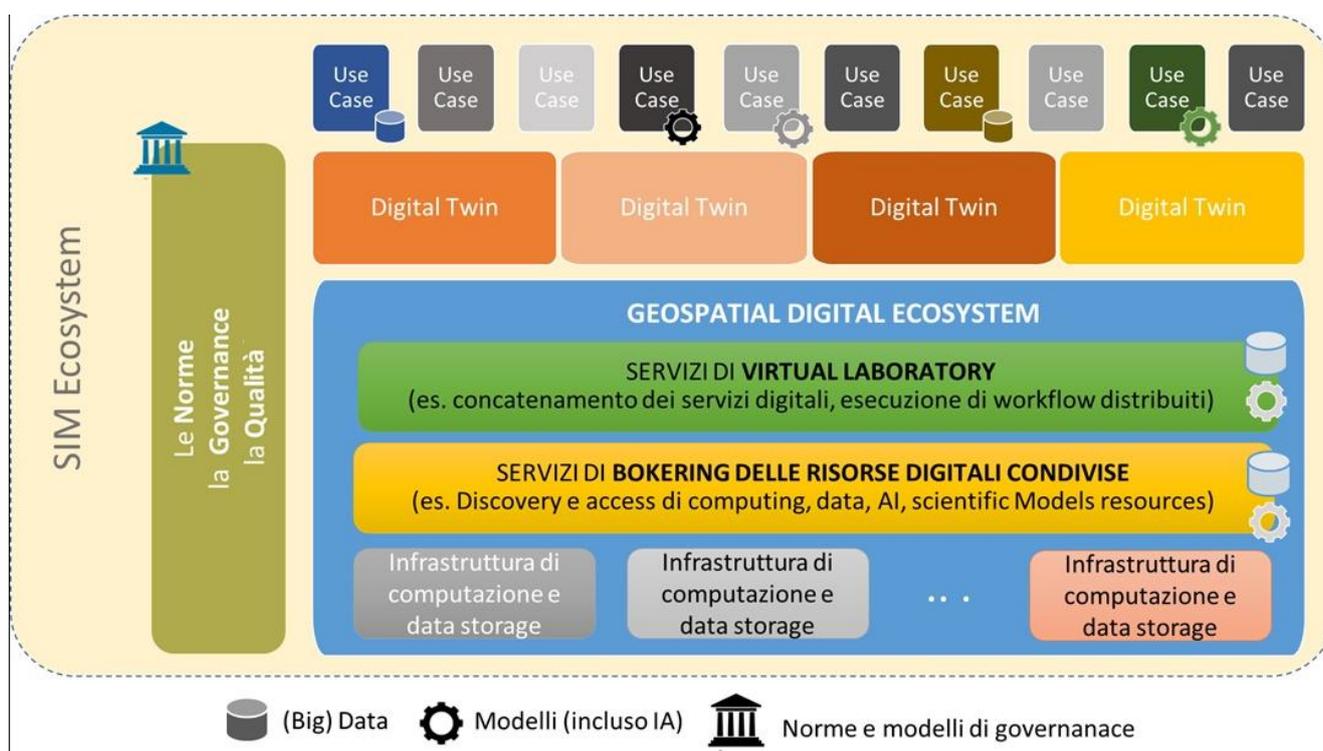


Figura 3 – Framework tecnologico

2.1.1.1 Geospatial Digital Ecosystem (GDE)

Un Ecosistema Digitale delle Scienze della Terra o Geospatial Digital Ecosystem (GDE) è definito come un “sistema di sistemi che applica il paradigma dell’ecosistema digitale per modellare il complesso dominio sociale collaborativo e competitivo che si occupa della generazione di conoscenza sulla Terra”.

Prendendo a riferimento l’architettura sviluppata dal Joint Research Centre della Commissione Europea per l’iniziativa⁷ DestinE, di seguito sono riportate le componenti particolarmente rilevanti per il progetto SIM.

⁶ CNR: Stefano Nativi, Mattia Santoro, Paolo Mazzetti, Massimo Craglia e vari articoli correlati: [Ecosistemi Digitali delle Scienze della Terra](#), [Broker di Processi per la Modellazione Geospaziale Interoperabile](#)

⁷ Nativi, S. and Craglia, M., Destination Earth: Ecosystem Architecture Description, EUR 30646 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2021, ISBN 978-92-76-32434-8, doi:10.2760/08093, JRC124168

2.1.1.2 L'Ecosistema Digitale

Il paradigma dell'Ecosistema Digitale (DE: Digital Ecosystem) deriva dal concetto di ecosistemi naturali. I DE si concentrano su una visione olistica di entità diverse e autonome - cioè i numerosi sistemi online, infrastrutture e piattaforme eterogenee e autonome che costituiscono la base di una società digitalmente trasformata - che condividono un ambiente comune.

In cerca del proprio beneficio, tali entità interagiscono ed evolvono, sviluppando nuove strategie competitive o collaborative e modificando nel frattempo l'ambiente circostante.

Nel campo delle scienze della Terra, i DE sono chiamati a consentire la co-evoluzione (cioè l'interazione complessa tra strategie aziendali competitive e collaborative) di organizzazioni pubbliche e private nel settore delle scienze della Terra. La trasformazione digitale della società, Internet, i big data e i processi di virtualizzazione del calcolo rappresentano alcune delle principali leve di innovazione, dando vita a un nuovo tipo di ecosistemi nelle scienze della Terra.

È importante notare che l'approccio dell'Ecosistema Digitale (e quindi dell'Ecosistema Digitale delle Scienze della Terra) differisce dall'approccio adottato da piattaforme cloud disponibili per il trattamento dei dati geospaziali in ambito commerciale (ad esempio Google Earth Engine, Microsoft Planetary Computers, ecc.). Tali piattaforme sono strumenti altamente ottimizzati per lo sviluppo ed esecuzione di modelli scientifici sui dati geospaziali resi disponibili dalla piattaforma stessa e utilizzano le risorse di calcolo della piattaforma cloud sottostante. L'approccio dell'Ecosistema Digitale, invece, si concentra su come costruire servizi ad alto valore aggiunto su sistemi esistenti e autonomi (cioè sistemi operati e governati autonomamente rispetto agli altri) senza avere il controllo completo dello stack tecnologico end-to-end.

A questo scopo, per quanto riguarda gli Ecosistemi Digitali delle Scienze della Terra, sono stati riconosciuti un insieme di principi, modelli di sviluppo e stili di governance per un efficace framework di implementazione del Geospatial Digital Ecosystem (GDE):

- **evolubilità e resilienza:** un GDE opera in un ambiente altamente dinamico in cui la tecnologia, le politiche e le esigenze d'uso sono in costante evoluzione;
- **comportamento emergente del GDE nel suo complesso:** per i sistemi aziendali appartenenti a un ecosistema, l'obiettivo è creare un valore maggiore (o diverso) rispetto a quello che avrebbero senza far parte dell'ecosistema;
- **dispersione dei sistemi aziendali:** i sistemi che costituiscono un GDE sono generalmente dispersi (cioè distribuiti geograficamente ed eterogenei) e gestiscono grandi quantità di dati. Di conseguenza, l'ecosistema risultante deve affrontare le sfide caratteristiche del "big data" in un contesto pienamente distribuito e implementare adeguate strategie per gestire il volume, la velocità, la varietà e il valore dei dati provenienti da diverse fonti in modo scalabile;
- **governance:** i sistemi aziendali che costituiscono un GDE sono strutture esistenti e autonome, gestite da diverse organizzazioni. La governance di un GDE deve definire e applicare un insieme di regole e principi che forniscano le necessarie funzionalità per permettere all'ecosistema digitale di raggiungere i propri obiettivi. In questo senso l'implementazione del GDE deve seguire un approccio di "Sistema di Sistemi" (System of Systems - SoS) per interconnettere e orchestrare

i contributi di vari sistemi, che partecipano nel più vasto ecosistema in modo da consentire la creazione di valore aggiunto ai servizi e alle funzionalità del GDE.

Il diagramma seguente mostra la vista, ad alto livello, del modello d'implementazione del GDE.

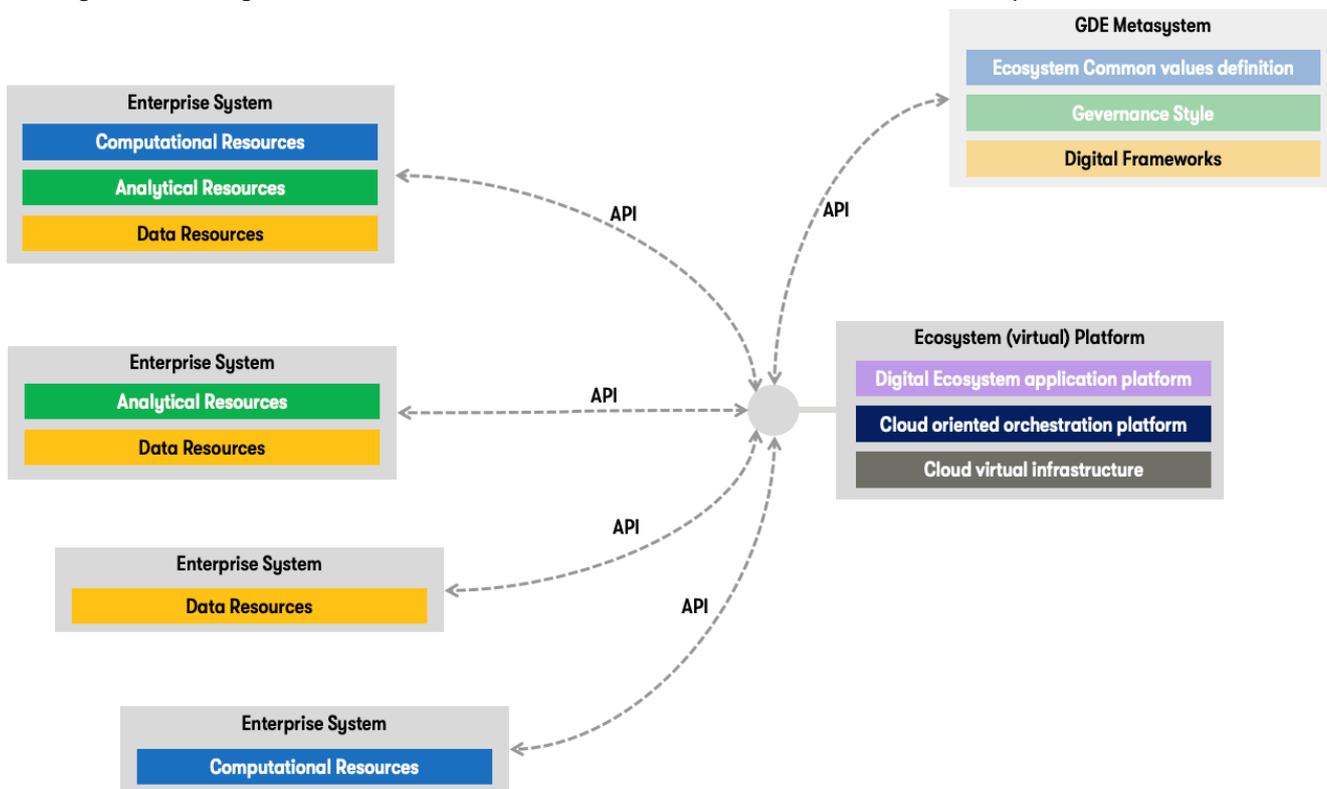


Figura 4 - Modello di implementazione del GDE

2.1.1.3 Uso del Cloud computing come piattaforma digitale di base

L'uso del Cloud garantisce scalabilità, resilienza e sicurezza oltre a un uso facilitato. Nella fattispecie il Cloud predefinito nel contesto della P.A. è il PSN (Polo Strategico Nazionale).

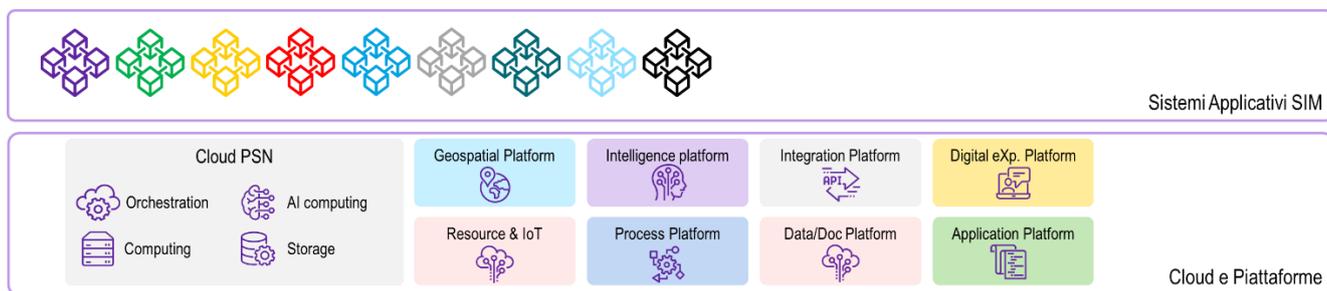


Figura 5 - Cloud computing: infrastruttura e piattaforme

2.1.1.4 Il Data Lake

Nel SIM è prevista la costituzione di un Data Lake, ovvero di un vasto insieme di dati assimilabile al modello BED (Big Earth Data) basato su una federazione di sorgenti di dati distribuite e disponibili per utilizzo e integrazione. Nel contesto del SIM il modello ideale contempla un Data mesh che

include tutti gli stakeholders e i dati raccolti dall'ambiente (IoT, dati satellitari, video, droni, ecc.). Le modalità di accesso ai dati sono differenti in quanto nel caso degli Stakeholder si usa pienamente l'interoperabilità mentre i dati dall'ambiente sono soggetti a "ingestion" sfruttando diverse tecnologie, incluse piattaforme IoT e sistemi di streaming.

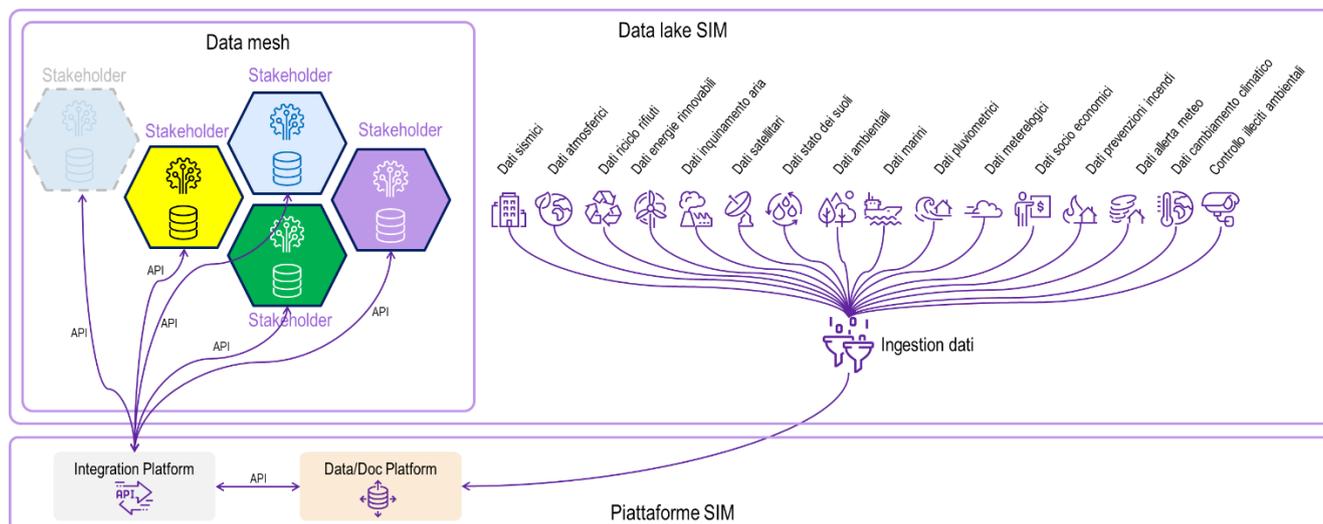


Figura 6 - SIM Data Lake / Data mesh

La governance di un GDE deve definire e applicare un insieme di regole e principi che possano aiutare a guidare l'evoluzione e l'efficacia dell'ecosistema attraverso le molte modifiche che si verificano nell'ambiente politico, sociale, culturale, scientifico e tecnologico in cui opera.

Questa architettura di alto livello deve riconoscere la necessità di sfruttare i sistemi esistenti, eterogenei e autonomi, che forniscono le funzionalità e le risorse necessarie all'ecosistema digitale per raggiungere il suo obiettivo. In altre parole, l'implementazione del GDE dovrebbe applicare un approccio di Sistema di Sistemi (SoS) per connettere e orchestrare i sistemi contribuenti al fine di fornire servizi e funzionalità ad alto valore aggiunto.

2.2 Il SIM e i suoi Obiettivi

Il SIM si inquadra in uno scenario in cui varie iniziative che ricadono nell'ambito del PNRR (Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza) prevedono realizzazioni che impattano positivamente sulla capacità di conoscere, comprendere e prendere decisioni relativamente all'ambiente, al territorio e al contesto costiero a livello nazionale.

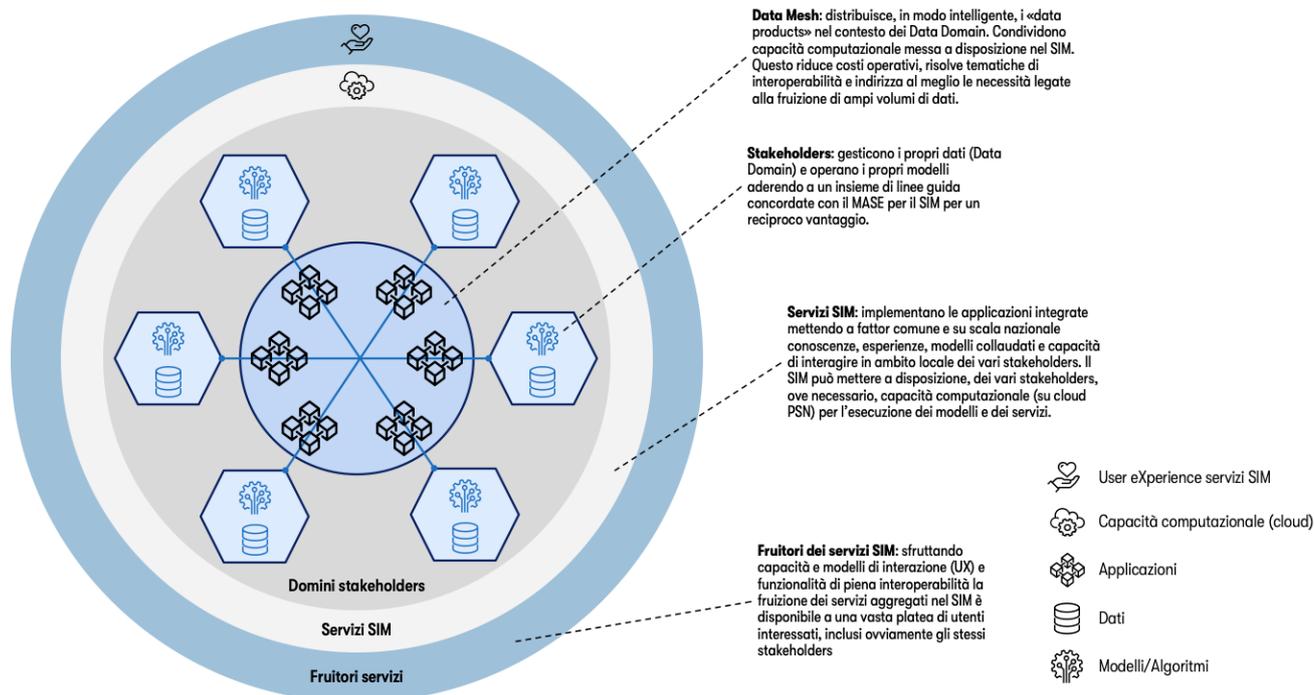


Figura 7 – Modello globale del SIM

Il SIM può essere visto concettualmente come un Digital Integration Hub, di un certo rilievo, utile alla realizzazione di un sistema che supporti la tematica di conoscenza continua dell'ambiente e del territorio ai fini di portare il massimo livello di informazione possibile per individuare e prevedere i rischi sul territorio, come conseguenza dei cambiamenti climatici, di inadeguata pianificazione territoriale e di sfruttamento illecito delle risorse ambientali.

L'utilizzo di tecnologie avanzate permette di avere sotto controllo ampie fasce territoriali, con conseguente ottimizzazione dell'allocazione di risorse. I dati di monitoraggio costituiscono la base per lo sviluppo di piani di prevenzione dei rischi, anche per le infrastrutture esistenti e di adattamento ai cambiamenti climatici. Il sistema consente anche di contrastare fenomeni di smaltimento illecito di rifiuti e di identificare gli accumuli, individuandone le caratteristiche, per i conseguenti interventi di rimozione.

Relativamente al sistema è prevista un'articolazione in quattro momenti fondamentali. Il primo è quello della raccolta e dell'omogeneizzazione di dati territoriali, sfruttando sistemi di osservazione satellitare, droni, sensoristica da remoto e integrazione di sistemi informativi esistenti. Il secondo riguarda le reti di telecomunicazione a funzionamento continuo che potranno contare sui più avanzati requisiti di sicurezza a garanzia della protezione delle informazioni. Il terzo consente l'adozione di sale di controllo centrali e regionali per permettere agli operatori di accedere alle informazioni raccolte dal campo. Infine, sono adottati sistemi e servizi di cybersecurity per la protezione da attacchi informatici.

2.2.1 Scopo strategico

La strategia del SIM è di coniugare l'uso dei mezzi digitali a processi, partenariati nel pubblico e privato e di svolgere il ruolo di facilitatore nel controllo dell'intero ecosistema ambientale nazionale.

2.2.2 La piattaforma digitale per la salvaguardia e la sostenibilità dell'ambiente

Un Digital Integration Hub (DIH) è un sistema tecnologico digitale che agisce come punto centrale per l'integrazione e l'intermediazione ("brokering") dei dati e dei servizi applicativi in un contesto organizzativo di una certa ampiezza. Il DIH consente di creare un'architettura d'integrazione e brokering flessibile, scalabile, sicura e resiliente all'evoluzione nel tempo, dei domini a cui è rivolto. Alcune delle caratteristiche chiave di un DIH includono:

- **integrazione dei dati:** il DIH consente di raccogliere, aggregare e trasformare dati provenienti da diverse fonti, come database, servizi web, applicazioni e sensori. Supporta la gestione di diverse modalità d'integrazione, come l'acquisizione batch, l'integrazione in tempo reale e l'elaborazione di dati in streaming;
- **Application Integration e API Management:** il DIH fornisce funzionalità di gestione delle API che consentono di esporre in modo sicuro e controllato le funzionalità e i dati aziendali come API. Ciò favorisce la creazione di ecosistemi digitali, consentendo a terze parti di accedere e utilizzare in modo controllato le risorse a cui è preposto il DIH;
- **gestione degli eventi:** il DIH supporta la gestione degli eventi in tempo reale, consentendo la cattura, l'elaborazione e l'indirizzamento di qualsiasi evento generato nel contesto del DIH. Ciò permette di reagire prontamente alle esigenze in tempo reale, facilitando l'automazione delle operazioni e la presa di decisioni basate sugli eventi;
- **orchestrazione dei processi:** il DIH offre capacità di orchestrazione dei processi digitalizzati, consentendo di definire, eseguire e monitorare flussi di lavoro complessi che coinvolgono diverse entità, applicazioni e servizi. Ciò favorisce l'automazione dei processi, migliorando l'efficienza e la coerenza delle operazioni;
- **sicurezza e governance:** il DIH fornisce funzionalità di sicurezza e governance per proteggere i dati, garantire l'accesso controllato alle risorse e garantire la conformità alle normative. Ciò include l'autenticazione, l'autorizzazione, la cifratura dei dati e l'audit delle attività;
- **scalabilità e flessibilità:** un DIH è progettato per essere scalabile e adattabile alle esigenze dell'organizzazione. Può gestire grandi volumi di dati, supportare la crescita del numero di applicazioni e adattarsi a nuove tecnologie e requisiti d'integrazione;
- **analisi dei dati e capacità predittiva:** il DIH può includere funzionalità di analisi dei dati per consentire l'elaborazione, l'analisi e la visualizzazione dei dati integrati. Ciò permette di ottenere insights e informazioni utili per supportare la presa di decisioni e migliorare le prestazioni delle organizzazioni associate al DIH. Sfruttando le capacità di *predictive analytics* (AI) può inoltre consentire la previsione di scenari possibili, basati su sequenze di eventi storiche o modelli specifici applicati nei contesti di servizio specifici;
- **intermediazione dei servizi:** ai vari attori che operano nel contesto del DIH viene offerta la possibilità di introdurre dati, modelli e servizi che possono essere veicolati, a livello nazionale in modo efficace e controllato. Questo tipo di intermediazione semplifica e rende maggiormente standard le interazioni tra gli attori stessi dei domini coinvolti oltre a all'utenza finale.

Un Digital Integration Hub svolge quindi un ruolo cruciale nell'orchestrare dati, modelli e applicazioni all'interno di un'organizzazione per sua natura distribuita, favorendo la connettività tra i sistemi, la collaborazione tra i team e l'innovazione digitale.

L'implementazione di un DIH per il SIM del MASE contempla, a livello architetturale, una serie di componenti funzionali che sono strettamente correlati e integrati tra loro e che svolgono un ruolo ben preciso nell'architettura. La figura seguente mostra la vista concettuale del DIH applicato al SIM.

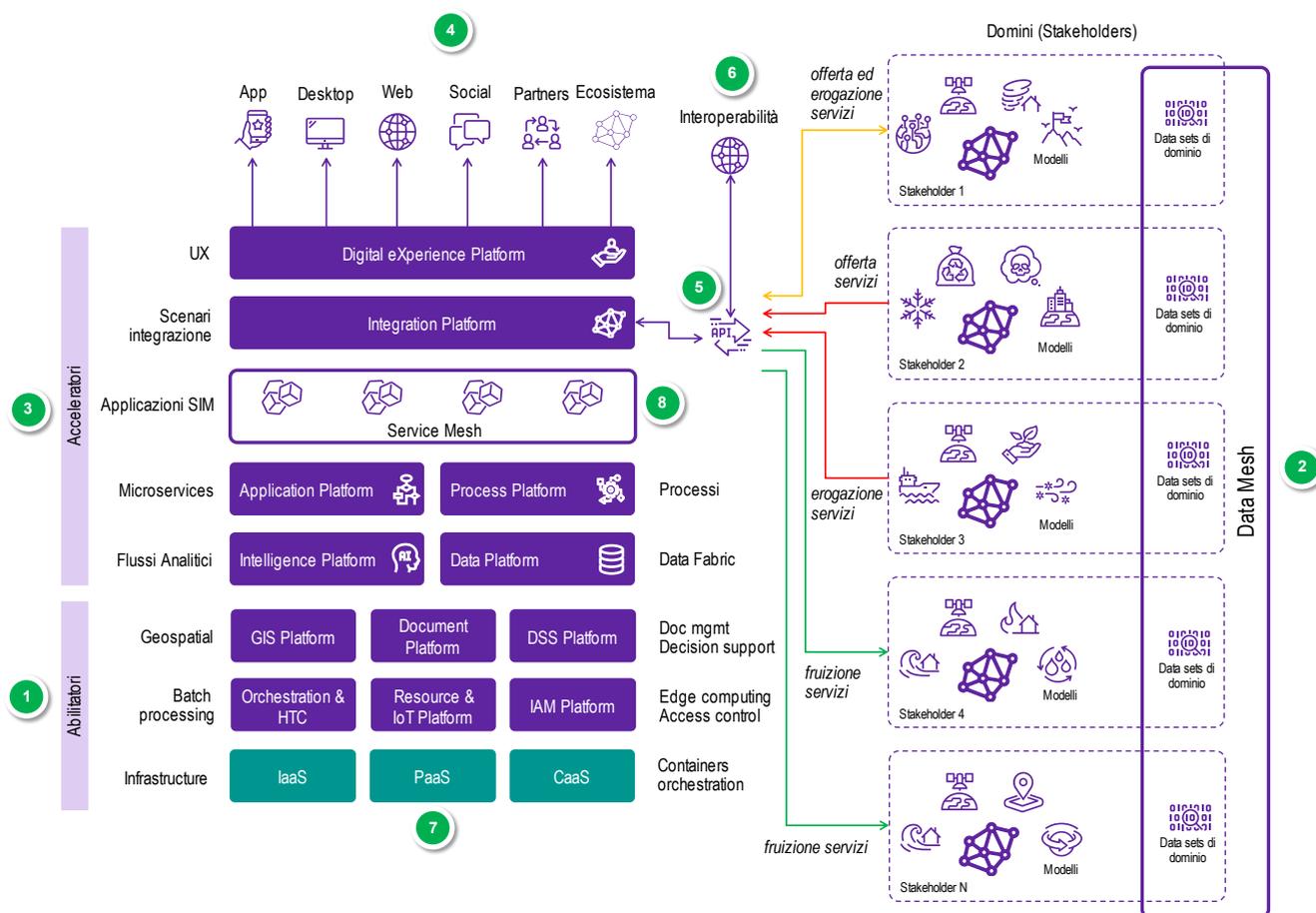


Figura 8 - SIM Digital Integration Hub

Il diagramma è interpretabile nel seguente modo:

- dall'alto, **(4)** la fruizione dei servizi, avviene in un'ottica multicanale, supportata dalla Digital eXperience Platform, dove gli utenti si possono connettere tramite app, desktop, client web e social networks. C'è poi la possibilità per i partner del MASE, nella P.A., di accedere al servizio SIM per determinate funzionalità amministrative oltre poi a enti e istituzioni nell'ecosistema del contesto ambiente;
- tramite gli endpoint API **(6)** è possibile accedere in modalità di interoperabilità ai servizi del SIM e degli stakeholder; in questo caso il SIM opera in modalità broker di servizi;

- L'Integration Platform opera come centro del "sistema nervoso" del SIM per instradare le richieste connesse ai servizi verso gli stakeholders **(2)** in modalità broker e verso il back end che offre i servizi applicativi realizzati nel SIM (Verticali, Orizzontali e Integrazioni SIM);
- gli stakeholders sulla destra **(2)** possono operare secondo le modalità descritte al capitolo § 2.2.7, ovvero Fruizione, Erogazione e Modalità ibrida (Fruizione ed Erogazione);
- le richieste, API *driven*, vengono prese in carico dalle applicazioni **(8)** che operano sfruttando le funzionalità offerte dalle piattaforme acceleratrici **(3)** (usate per sviluppare e ospitare i servizi applicativi);
- le piattaforme acceleratrici a loro volta necessitano delle funzionalità offerte dalle piattaforme abilitanti **(1)** che mettono a disposizione i servizi di base necessari per il funzionamento delle applicazioni;
- al livello più basso si trova lo strato di infrastruttura Cloud del PSN **(7)**.

Gli stakeholders, sulla destra della Figura 8, svolgono un ruolo primario nell'esistenza del SIM portando in dote un importante contributo in termini di dati, modelli già realizzati, competenze sulle tematiche specifiche in ambito locale che il SIM può e deve aiutare a proiettare in un contesto nazionale favorendo un reciproco scambio di vantaggi rispetto al loro utilizzo su scala più ampia.

In questo contesto si intravede il framework architetturale di Data Mesh che consente un efficiente flusso dei dati in ottica di piena cooperazione ed è stato rappresentato anche il contributo degli stakeholders, che operando a livello nazionale nel contesto della ricerca scientifica, svolgono un ruolo determinante nel portare in dote esperienze, anche su apertura internazionale, per accelerare e aumentare la qualità delle soluzioni previste nei sistemi verticali del SIM.

2.2.3 Attore in una federazione di sistemi

Nel contesto della federazione dei servizi digitali, il modello Data Mesh è stato adottato come approccio progettuale avanzato. Questa scelta è allineata con l'evoluzione degli standard in progetti simili sia in Italia che all'estero. L'obiettivo è sviluppare un sistema che non sostituisca i sistemi esistenti, ma che miri a un'interoperabilità avanzata con essi, riunendoli in una federazione collaborativa.

All'interno di questa federazione, è stato identificato un pool iniziale di Sistemi noti come Sistemi Federati, che rappresentano i sistemi informativi degli stakeholder. Un Sistema Federato è caratterizzato dalla sua capacità di interagire con le risorse fornite dal SIM e, allo stesso tempo, può fungere da fornitore di risorse/servizi, che possono essere dati, modelli e algoritmi.

Il SIM si posiziona in modo complementare rispetto ai sistemi esistenti, collaborando con i Sistemi Federati e rende disponibili:

- **data set:** dati ambientali di varia natura, come layer geografici, tabelle di dati alfanumerici, documenti, immagini, grafici, matrici, serie storiche e altro ancora;
- **metadati:** descrivono in dettaglio le risorse fornite dal SIM, inclusi dati, algoritmi, modelli, workflow e applicazioni disponibili tramite il sistema;

- **servizi digitali:** offrono funzionalità di elaborazione geografica e algoritmi complessi che possono essere utilizzati in diverse modalità;
- **flussi di lavoro (Workflow):** i flussi di lavoro sono disponibili per eseguire operazioni ripetitive sui dati del sistema, ottimizzando le attività;
- **servizi di presentazione e applicazioni mobile:** consentono la creazione personalizzata di interfacce utente per semplificare l'accesso ai dati e ai servizi;
- **applicazioni:** divise in Applicazioni Verticali e Applicazioni Orizzontali, sono progettate per supportare specifiche attività degli stakeholder o fornire funzionalità di uso generale trasversali a diverse aree.

Le scelte di dettaglio in termini di implementazione discendono da questa fondamentale decisione progettuale e sono descritte nel seguito del documento.

2.2.3.1 Interoperabilità e cooperazione

Nel contesto del SIM, l'interoperabilità e la cooperazione applicativa rappresentano pilastri fondamentali per garantire l'efficienza, la scalabilità e la sinergia tra i servizi digitali a tutela dell'ambiente e del territorio. L'obiettivo primario è quello di creare un ecosistema in cui le diverse entità coinvolte, tra cui istituzioni ministeriali, agenzie territoriali, protezione civile ed enti di ricerca, possano collaborare in modo efficace, condividendo dati e risorse per raggiungere obiettivi comuni.

L'interoperabilità è il punto di partenza di questa visione. Essa si traduce nell'abilità dei vari sistemi, noti come Sistemi Federati, di comunicare tra loro senza soluzione di continuità. Questi sistemi rappresentano i sistemi informativi degli stakeholder coinvolti e, fondamentalmente, devono essere in grado di scambiare dati, metadati e servizi senza barriere. Questo è possibile grazie all'adozione di standard aperti, protocolli di comunicazione ben definiti e l'implementazione di API per facilitare l'accesso e la condivisione delle risorse.

La cooperazione applicativa, d'altra parte, va oltre l'interoperabilità tecnica. Essa implica una collaborazione attiva tra le entità coinvolte nei servizi digitali. Questa collaborazione si manifesta attraverso la condivisione di competenze, l'ottimizzazione delle risorse e la realizzazione congiunta di soluzioni per affrontare sfide ambientali e territoriali complesse. Questo approccio collaborativo permette una maggiore agilità nell'adattare i servizi alle mutevoli esigenze e una migliore capacità di risposta a situazioni di emergenza.

La sicurezza e la governance sono aspetti centrali di questa cooperazione. I dati e le risorse condivise devono essere adeguatamente protetti per evitare accessi non autorizzati e garantire la riservatezza delle informazioni sensibili. La governance stabilisce regole e procedure per l'accesso, la gestione e l'uso delle risorse digitali, garantendo la trasparenza e la responsabilità nell'ecosistema.

Questo approccio all'interoperabilità e alla cooperazione applicativa, all'interno del contesto dell'architettura Data Mesh, mira a creare un ecosistema dinamico in cui le entità coinvolte possano sfruttare appieno il potenziale dei servizi digitali per proteggere e preservare l'ambiente e il territorio in modo collaborativo e sostenibile.

2.2.4 L'introduzione dei framework architetturali

A livello architetturale per rispondere alla sfida di un sistema distribuito e federato si è ritenuto conveniente ricorrere all'adozione di due framework architetturali innovativi: Data Mesh e Service Mesh. Per la loro trattazione più di dettaglio si rimanda alle specifiche sezioni (cfr § 2.4.2), più avanti nel documento.

In prima battuta si può accennare al Data Mesh come un approccio architetturale che decentralizza la gestione dei dati all'interno di un'organizzazione, affidandone la responsabilità a domini specifici. Questi domini assumono il controllo end-to-end dei loro insiemi di dati, promuovendo la collaborazione e consentendo una gestione più efficiente e scalabile delle risorse dati all'interno dell'organizzazione.

Il framework Data Fabric è un approccio architetturale che mira a creare un'infrastruttura dati distribuita e scalabile, in cui il controllo e la gestione dei dati sono decentralizzati attraverso il concetto di Data Mesh. Nel contesto del Data Mesh, il Data Fabric fornisce gli strumenti e le tecnologie necessarie per abilitare la gestione dei dati da parte dei team distribuiti, promuovendo la collaborazione, la governance e l'accessibilità dei dati in tutta l'organizzazione. Inoltre, offre funzionalità per l'ingestion, la trasformazione, la qualità e l'integrazione dei dati, consentendo alle organizzazioni di sfruttare al meglio il valore dei dati distribuiti all'interno di un ecosistema Data Mesh.

Allo stesso modo il Service Mesh è un layer di infrastruttura che gestisce la comunicazione tra i servizi all'interno di un'architettura distribuita. Fornisce funzionalità come il routing, il bilanciamento del carico e la gestione della sicurezza, migliorando l'affidabilità, la resilienza e la visibilità del sistema. Il Service Mesh utilizza un proxy sidecar accanto a ogni servizio per gestire in modo trasparente il traffico di rete.

2.2.5 Uso di più framework architetturali

È importante sottolineare la differenza tra i due framework, Data Mesh e Data Fabric: entrambi permettono l'accesso e la gestione dei dati e metadati usando più tecnologie e piattaforme, ma Data Fabric è incentrato sulla tecnologia, mentre Data Mesh si concentra sul modello organizzativo. Praticamente l'adozione del Data Mesh implica un uso esteso delle API, da parte degli sviluppatori (o di strumenti appositi come un Data Mesh Gateway), mentre con il Data Fabric sfrutta il supporto tecnologico della Data Platform dove le pipeline sono realizzate in modalità "low-code/no-code", il che significa che l'integrazione API avviene all'interno del "fabric".

L'uso contemporaneo dei due framework è un vantaggio in quanto non si escludono a vicenda ed essendo appunto dei framework architetturali offrono la possibilità di sfruttare al massimo la combinazione di un modello organizzativo innovativo per i dati con un insieme di sofisticati strumenti per gestire il ciclo di vita dei dati stessi.

2.2.6 Il ruolo del MASE e dei cosiddetti Stakeholders

Nel realizzare il SIM, il MASE si pone l'obiettivo di agire come facilitatore nel far convergere gli interessi di tanti attori (o stakeholders e con questo termine si intende più specificatamente attori che hanno

un interesse attivo nell'interazione con il MASE) che oggi operano utilizzando diversi servizi funzionali alla gestione ottimale dell'ambiente e del territorio. In questo senso, nel realizzare il SIM, il MASE mette a disposizione dei vari stakeholders, strumenti, soluzioni e servizi garantendone la loro indipendenza operativa e proprietà di dati e modelli, già ampiamente collaudati, che possono essere quindi messi a riuso della comunità nazionale offrendo la possibilità di farli evolvere nel tempo. A tale scopo anche l'architettura di riferimento deve tener conto dell'esigenza per il SIM di portare su scala nazionale tali realizzazioni di successo.

2.2.7 Il modello di erogazione dei servizi SIM

Da un punto di vista più operativo e in relazione ai flussi dei servizi integrati e offerti nel SIM si può considerare il modello rappresentato nel diagramma nella figura successiva, dove si possono notare tre differenti modalità di interazione ovvero modalità con cui il SIM interagisce con gli stakeholders.

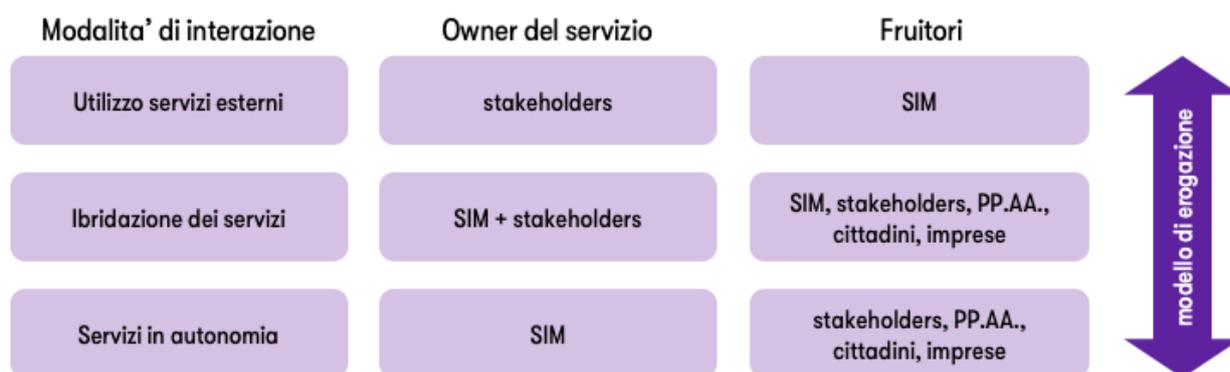


Figura 9 - SIM Modello di Erogazione servizi

2.2.7.1 Utilizzo di servizi degli stakeholders

Questa modalità prevede che il SIM utilizzi i servizi che i vari stakeholders mettono a disposizione e li veicola a livello più ampio (nazionale) senza ulteriori integrazioni o valore aggiunto a parte una modalità di accesso - ai servizi - unificata su web e app mobile apposita. Gli stakeholders sono i proprietari e responsabili dei servizi. Il SIM è anche il principale fruitore, a parte chi ovviamente accede ai servizi passando per il SIM.

2.2.7.2 Ibridazione dei servizi

Questa modalità prevede che i servizi base offerti dagli stakeholders vengano ampliati con integrazioni introdotte dal SIM che portano del valore aggiunto. Gli stakeholders sono sempre proprietari e responsabili dei servizi base ma il SIM diventa partner e co-responsabile nell'erogare il valore aggiunto. La fruizione è ampia e aperta agli stakeholders, al SIM stesso e altri soggetti esterni al SIM.

2.2.7.3 Servizi in autonomia

Quest'ultima situazione prevede che il SIM sia completamente autonomo nel fornire i servizi. Il SIM è anche proprietario e responsabile di tali servizi che sono rivolti a una platea ampia esterna al SIM, stakeholders inclusi.

2.2.8 Modello di governance del SIM

Il modello di Governance segue il piano di attuazione del SIM (Cronoprogramma), e in funzione delle varie fasi di rilascio previste è in grado di governarne la gestione e l'evoluzione. Tale modello incrementale vede il MASE come attore principale, con il ruolo di presidio e governo centrale, e coinvolge attivamente le singole amministrazioni con responsabilità non meno rilevanti, per quanto riguarda la presa in carico delle componenti di loro competenza e le richieste di eventuali attività di aggiornamento ed evoluzione.

Durante le attività previste nel cronoprogramma relative al "Modello di governance del SIM", vengono definiti nel dettaglio i processi gestionali, le modalità operative e gli strumenti per garantire un'efficace gestione del SIM a regime, con particolare cura degli aspetti relativi a:

- modello di ownership;
- manutenzione evolutiva;
- manutenzione correttiva e adeguativa;
- Service Operation.

In considerazione della complessità dell'ecosistema a perimetro SIM, nello svolgimento delle attività di definizione di tale "modello di funzionamento del SIM", potranno essere valutati molteplici scenari di stato futuro, potendo eventualmente prevedere anche verifiche di fattibilità per partenariato pubblico-privato.

2.2.8.1 Modello di ownership

La gestione a regime di un sistema complesso come il SIM deve prevedere un modello di ownership, basato su un framework organizzativo specifico, che definisca chiaramente le responsabilità e autorizzazioni per la gestione, la manutenzione, lo sviluppo e fruizione del sistema.

A partire dalle principali componenti architetture del SIM (applicazioni, dati, infrastrutture, servizi, reti, sensori, ecc.) vengono quindi identificati tutti gli attori interessati con il relativo ruolo e grado di responsabilità, in qualità di utilizzatori o produttori di dati/servizi.

Tale attività è propedeutica alla definizione del modello di governance generale del SIM, che oltre a indicare le responsabilità contempli i processi e le regole minime necessarie a garantire l'efficacia delle attività di gestione ed evoluzione del sistema, ivi incluse le logiche e i criteri di funzionamento dei processi gestionali che sviluppano gli aspetti sopra indicati.

Di seguito sono riportati alcuni elementi chiave da prevedere nel modello, auspicabilmente, gestiti in una modalità strutturata e tracciata, **a supporto del framework**:

- **definizione delle responsabilità**, in termini di ruoli e responsabilità di ogni attore coinvolto nella gestione del SIM, relativamente ai temi di gestione dei dati, manutenzione delle infrastrutture e delle applicazioni, sicurezza informatica, reti, dotazioni, supporto agli utenti, onboarding di nuovi attori;
- **assegnazione di autorizzazioni**: viene stabilito il soggetto/ruolo che ha l'autorità per effettuare operazioni di tipo CRUD sui dati (attraverso le funzionalità del sistema), ingaggiare i servizi di manutenzione e supporto, permettere l'ingresso (o l'uscita) di attori, acquisire o dismettere dotazioni, ecc.;
- **documentazione dei processi**: tutti i processi e le procedure chiave per la gestione, monitoraggio e manutenzione del sistema IT devono essere documentate e accessibili agli utenti coinvolti per una comprensione completa delle pratiche e delle procedure previste;
- **strategia di sicurezza**: le strategie e le procedure per la protezione dei dati, il monitoraggio delle minacce informatiche, la gestione degli accessi e la conformità normativa sono costantemente aggiornate per affrontare le minacce emergenti, anche con l'ausilio di programmi di formazione continua al riguardo;
- **pianificazione della continuità operativa**: la continuità operativa per il ripristino in caso di emergenze o di interruzioni del servizio, garantita dalle procedure previste dal PSN e dall'architettura applicativa, deve permettere, anche attraverso test periodici, di riprendere rapidamente le normali attività in caso di eventi imprevisti;
- **revisione e audit regolari**: per valutare l'efficacia del modello di ownership e identificare eventuali aree di miglioramento è necessario un processo di adeguamento continuo volto ad apportare le modifiche necessarie ai cambiamenti tecnologici e alle nuove minacce.

2.2.8.2 Manutenzione evolutiva

Il servizio di Manutenzione Evolutiva (MEV) consiste nella realizzazione e messa in esercizio di funzionalità aggiuntive, modificate e complementari al SIM, e volte a soddisfare le esigenze degli stakeholder.

Le richieste di MEV sono gestite attraverso uno specifico processo di **Demand Management** che garantisce una gestione integrata e ottimizzata relativamente a:

- raccolta, proposizione e qualificazione delle esigenze;
- definizione, ottimizzazione e monitoraggio delle esigenze in coerenza con gli obiettivi strategici (Top Down), con le esigenze raccolte dalle strutture interne ed esterne e con i vincoli di risorse finanziarie presenti.

Le richieste di MEV, una volta qualificate e approvate da parte dei soggetti autorizzati, seguono il processo di ingaggio e i cicli di vita previsti dai contratti di riferimento.

2.2.8.3 Manutenzione Correttiva (MAC) e Adeguativa (MAD)

Per Manutenzione Correttiva (MAC) si intende “la diagnosi e la rimozione delle cause e degli effetti delle malfunzioni delle procedure e dei programmi”⁸. Il processo di MAC comprende: interventi di emergenza a fronte di interruzioni del servizio; correzione del codice; ripristino base dati corrotta; rilascio in produzione della correzione effettuata. La MAC può essere innescata a fronte di segnalazione di utenti (reattiva) o da parte dei team di gestione del SIM (proattiva);

La Manutenzione Adeguativa (MAD), prevede interventi volti a adeguare le funzioni dell'applicazione alle nuove normative e all'evoluzione tecnologica o di altre caratteristiche non funzionali (quali, ad esempio, l'usabilità, le prestazioni, ecc.). Il processo è innescato dai soggetti autorizzati, per permetterne la corretta classificazione e assegnazione nell'ambito del processo di Demand Management previsto per la MEV.

2.2.8.4 Service Operation

Per il governo di un sistema IT complesso come quello del SIM, si raccomanda l'implementazione delle best practice ITIL 4 per il Service Management durante le fasi successive del progetto. L'adozione di tali best practice richiede una pianificazione dettagliata, una comunicazione efficace e un coinvolgimento attivo degli stakeholder chiave (Fornitori, SIM, Utenti).

Ulteriori elementi chiave da considerare, in coerenza con i principi di innovazione del SIM, riguardano:

- automazione avanzata dei processi;
- utilizzo di strumenti di Machine Learning per i servizi di assistenza e di risoluzione degli incidenti.

Di seguito sono riportati i processi (minimi) da implementare con l'ausilio di strumenti specifici da identificare:

- **Incident Management:** questo processo si concentra sulla gestione e sulla risoluzione rapida degli incidenti che impattano sul funzionamento del SIM (sull'intero sistema o su alcune funzionalità). Include la registrazione degli incidenti, la prioritizzazione, la diagnosi e la risoluzione tempestiva, nonché la comunicazione proattiva agli utenti interessati;
- **Problem Management:** processo mirato a identificare e risolvere le cause sottostanti agli incidenti ricorrenti per prevenire la loro ricomparsa. Questo processo prevede attività di trend analysis, root analysis, l'implementazione di soluzioni a lungo termine e il monitoraggio continuo per prevenire problemi futuri;
- **Change Management:** il processo si occupa della pianificazione, approvazione, implementazione e valutazione dei cambiamenti agli asset IT, intesi come elementi delle configurazioni applicative e infrastrutturali, garantendo che i cambiamenti siano gestiti in modo controllato e documentato, minimizzando al contempo l'impatto sulle operazioni aziendali;

⁸ Cfr. CNIPA (ora Agenzia per l'Italia Digitale) – Dizionario delle Forniture ICT – Manutenzione correttiva e adeguativa – Vers. 4.0 – Linee guida sulla qualità dei beni e dei servizi ICT per la definizione ed il governo dei contratti della Pubblica Amministrazione

- **Asset & Configuration Mgmt:** processo che si concentra sulla gestione accurata di tutti gli elementi di configurazione e degli asset IT all'interno del sistema (CI). Include la creazione di un database di configurazione (CMDB) completo e preciso, la registrazione e il monitoraggio delle modifiche agli asset e la gestione delle relazioni tra gli elementi di configurazione;
- **SLA Management:** processo che coinvolge la definizione, il monitoraggio e la gestione dei livelli di servizio (SLA) previsti contrattualmente. Oltre agli SLA, il processo dovrebbe definire specifici accordi tra i vari attori interni che contribuiscono al processo di erogazione del servizio complessivo (OLA);
- **Service Request:** processo di gestione delle richieste di supporto degli utenti abilitati. Come anticipato, il processo dovrebbe prevedere sistemi intelligenti di assistenza agli utenti, opportunamente addestrati durante i primi mesi di avvio del progetto. A titolo esemplificativo, si elencano alcune tipologie di richieste da gestire nel catalogo:
 - assistenza tecnico/funzionale agli utenti relativa a servizi, dati, funzioni, dotazioni, sistemi;
 - raccolta richieste di manutenzione adeguativa o evolutiva (input del processo di Demand Management);
 - onboarding di nuovi attori;
 - supporto al rilascio di credenziali
 - segnalazione di malfunzionamenti.

2.3 Impostazione tecnologica e relativi principi di base

Il sistema SIM, come delineato nel documento del Progetto Preliminare, parte da un'impostazione tecnologica, per la componente infrastrutturale, basata su Cloud, in particolare in coerenza con la strategia del Cloud Nazionale si è prescelto l'impiego dei servizi forniti dal Polo Strategico Nazionale (PSN). Il PSN, infatti, offre un'infrastruttura Cloud che soddisfa i requisiti di alta affidabilità, resilienza e indipendenza tecnologica, adeguati alle esigenze di mantenimento, disponibilità, sicurezza e gestione dati del SIM. Il PSN rende inoltre disponibile un insieme di servizi e tecnologie Cloud abilitanti a supporto dell'erogazione del SIM stesso. I servizi infrastrutturali del PSN permettono quindi al SIM di beneficiare di notevoli vantaggi in termini di efficienza, sicurezza, semplificazione gestionale e costi di manutenzione.

2.3.1 Il ruolo del SIM e i sistemi a esso federati

L'idea di base del SIM è di avere un sistema che non si sostituisca ad alcuno dei sistemi esistenti bensì si ponga in un'ottica di interoperabilità spinta con i sistemi stessi, riuniti in una federazione.

Tali sistemi che rappresentano i sistemi informativi degli stakeholder sono in questo documento denominati Sistemi Federati. Caratteristica di un Sistema Federato è la sua capacità di interagire con le risorse messe a disposizione dal SIM e a sua volta essere potenzialmente fornitori di risorse (dati, modelli, algoritmi).

Il SIM si configura quindi come un sistema che si affianca ai sistemi esistenti con cui entra in collaborazione mettendo a disposizione, con varie modalità tecniche, risorse che rientrano nelle seguenti classi:

- data sets, dati ambientali di varia natura (es. layer geografici, tabelle di dati alfanumerici, documenti, immagini, grafici, matrici, serie storiche, ecc.);
- metadati, che descrivono le risorse messe a disposizione dal SIM sotto forma di dati, algoritmi, modelli, workflow, applicazioni disponibili tramite il sistema;
- servizi di elaborazione dati, comprensivi sia di funzioni di elaborazione geografica dei dati sia di algoritmi complessi, da utilizzare in varie modalità;
- flussi di lavoro (Workflow) da utilizzare per operazioni ripetitive sui dati del sistema;
- soluzioni per la realizzazione di interfacce utente (dashboard, strumenti di esplorazione dati e mappe, ecc.);
- applicazioni in affiancamento ai sistemi esistenti o come sistemi di riferimento per gli utenti che siano privi di applicazioni o vogliano sostituire alcune tra quelle esistenti. Le Applicazioni sono declinate in due grandi gruppi: Applicazioni Verticali, che sono finalizzate a supportare gli stakeholder per specifiche attività, e Applicazioni Orizzontali, che forniscono funzionalità di uso generale per esigenze trasversali alle Aree Verticali.

2.3.2 Principi di base dell'architettura

La scelta del modello architetturale si basa su un insieme di principi qui elencati:

- uso di servizi cloud non specializzati: l'architettura prevede l'uso dei servizi IaaS/PaaS che sono disponibili su più cloud provider, in questo modo non viene creato un vincolo forte con uno specifico cloud provider e il MASE ha la garanzia in futuro, qualora ve ne sia la necessità di attuare un processo di reversibilità e passare a un differente cloud provider senza dover impegnarsi in un costoso processo di adattamento/trasformazione delle applicazioni che farebbero uso di tali servizi vincolanti (evitare il lock-in tecnologico);
- adozione di soluzioni software open source: la preferenza in generale, nella scelta è di usare quanto più possibile soluzioni software open source. Qualora non ci siano le condizioni o i vantaggi che una soluzione non open source offre in termini di efficienza, costi (da un punto di vista del TCO), si può considerare un'eccezione in tal senso. Tutte le soluzioni open source adottate devono necessariamente essere associate a un contratto di supporto che possa garantire la risoluzione rapida di problematiche di natura tecnica;
- impiego esteso della tecnologia containers: in funzione di avere la massima efficienza operativa (nel contesto del ciclo di vita dei servizi), elevato livello di scalabilità e resilienza, indipendenza dall'infrastruttura fisica o virtuale di base (server e VM), riuso facilitato di componenti software, ottimizzazione dell'uso delle risorse computazionali e altri ulteriori vantaggi, è previsto l'uso esteso di cluster Kubernetes e incapsulamento in immagini container (Docker) dei servizi applicativi realizzati. Le piattaforme container sono inoltre un forte abilitatore al modello DevSecOps impiegato nello sviluppo e gestione dei servizi IT del SIM;
- utilizzo del modello a microservizi e di servizi realizzati secondo il concetto API-driven: Questo approccio porta il beneficio di un'architettura modulare, flessibile, più resiliente e adattabile nel tempo a esigenze non facilmente prevedibili al presente. Altri vantaggi sono la scalabilità e la rapidità di deployment dei progetti;
- adozione del framework architetturale Data Mesh: considerando la natura federata e distribuita del SIM è fondamentale adottare l'innovativa concezione del Data Mesh che soddisfa le necessità che il MASE pone nella realizzazione del SIM;

- adozione del framework architettura e tecnologica Data Fabric: che abilita fortemente la realizzazione di architetture decentralizzate e l'uso di strutture dati ibride; consente inoltre l'esecuzione di pipeline di trasformazione dei dati in funzione delle esigenze specifiche di ogni servizio applicativo.

2.3.2.1 Principi sull'organizzazione architetturale

I principi elencati seguito sono la base dell'organizzazione architetturale per il SIM.

2.3.2.1.1 Flessibilità

La flessibilità operativa si basa su due principi:

- decentralizzazione delle decisioni: decentralizzare la presa di decisioni ai team di microservizi individuali. Ogni team dovrebbe avere l'autonomia di scegliere la propria tecnologia, linguaggio di programmazione e metodi di distribuzione. Questo promuove l'agilità e consente ai team di adattarsi rapidamente ai cambiamenti dei requisiti;
- accoppiamento debole (loose coupling): i microservizi dovrebbero essere debolmente accoppiati, il che significa che dovrebbero avere poche dipendenze da altri servizi. L'accoppiamento debole consente modifiche in un microservizio senza influenzare gli altri, migliorando la flessibilità nell'evolvere e scalare i singoli servizi.

2.3.2.1.2 Resilienza

La resilienza contempla i seguenti principi:

- ridondanza e replica: progettare i microservizi in modo che siano ridondanti e replicabili. Avendo molteplici istanze di un microservizio, il sistema può continuare a funzionare anche se una delle istanze fallisce. Implementare meccanismi come il bilanciamento del carico e il failover per garantire la disponibilità del servizio;
- Graceful Degradation: sulla base di questo principio un microservizio può continuare a fornire funzionalità essenziali anche in condizioni avverse. Ciò garantisce che il sistema rimanga operativo e reattivo durante i guasti.

2.3.2.1.3 Sicurezza

Relativamente alla sicurezza sono contemplati i seguenti principi:

- difesa a strati: applicare una strategia di difesa a strati per proteggere i microservizi. Implementare misure di sicurezza a livelli multipli, tra cui autenticazione, autorizzazione, crittografia e monitoraggio. Proteggere i dati sia in transito che a riposo;
- sicurezza delle API: proteggere le API con meccanismi di autenticazione e autorizzazione adeguati. Implementare il limitamento del tasso, la convalida degli input e considerare potenziali vulnerabilità di sicurezza, come gli attacchi di injection, durante la progettazione dei microservizi.

2.3.2.1.4 Scalabilità

In termini di scalabilità i principi rilevanti sono:

- **scaling orizzontale:** progettazione dei microservizi sfruttando la scalabilità orizzontale. Ogni servizio dovrebbe gestire un insieme limitato di responsabilità e scalare in modo indipendente per gestire variazioni nel carico di lavoro. Utilizzare strumenti di orchestrazione dei container come Kubernetes per gestire la scalabilità;
- **assenza di stato (statelessness):** adottare l'assenza di stato nei microservizi ogniqualvolta possibile. L'assenza di stato semplifica la scalabilità poiché qualsiasi istanza può gestire una richiesta e non è necessario gestire sessioni. Utilizzare dei meccanismi di "store" dei dati esterni o cache per gestire stati condivisi.

2.3.2.1.5 Prestazioni

Nel contesto delle prestazioni:

- **Cache:** implementare meccanismi di caching per migliorare le prestazioni. Memorizzare nella cache dati i risultati frequentemente utilizzati per ridurre il carico sui servizi back-end.
- **comunicazione asincrona:** utilizzare modelli di comunicazione asincrona, come code di messaggi o architetture basate sugli eventi, per disaccoppiare i componenti e migliorare la reattività complessiva del sistema.

2.3.2.1.6 Sostenibilità

Per garantire la migliore sostenibilità operativa dei servizi:

- **osservabilità:** implementare una soluzione di osservabilità completa con la raccolta di metriche per i microservizi su base temporale (Time Series DB). Monitorare continuamente lo stato salute, le prestazioni e l'utilizzo delle risorse di ciascun servizio correlando tra loro questi dati. Utilizzare i dati raccolti per ottimizzare e allocare efficientemente le risorse;
- **efficienza delle risorse:** ottimizzare l'utilizzo delle risorse dimensionando opportunamente container e i servizi. Identificare ed eliminare eventuali colli di bottiglia, nell'uso delle risorse, per ridurre i costi infrastrutturali e il consumo di energia computazionale.

2.3.2.2 Criteri sui vincoli architetturali

Questo capitolo espone i vincoli architetturali essenziali da considerare nell'adozione di un'architettura basata su Microservizi e nello sviluppo nativo cloud. I vincoli architetturali forniscono limitazioni critiche che aiutano a garantire il successo e l'efficacia complessiva del sistema.

2.3.2.2.1 Vincoli Funzionali

- **Vincolo di modularità dei microservizi:**
 - **descrizione:** ciascun microservizio deve avere una responsabilità chiara e non dovrebbe essere sovraffollato con funzionalità non correlate;
 - **beneficio:** favorisce la manutenibilità e la facilità di sviluppo, consentendo agli sviluppatori di concentrarsi su compiti specifici.
- **Vincolo di comunicazione API documentate:**
 - **descrizione:** la comunicazione tra microservizi deve essere basata su API ben definite, documentate e versionate;

- beneficio: fornisce una chiara interfaccia per l'interazione tra servizi, facilitando l'integrazione e la gestione delle modifiche.
- Vincolo di gestione dei dati:
 - descrizione: la gestione dei dati dovrebbe essere decentralizzata, con ciascun microservizio responsabile dei propri dati;
 - beneficio: garantisce l'indipendenza dei servizi e previene conflitti e incertezze nella gestione dei dati.

2.3.2.2.2 Vincoli Non Funzionali

- Vincolo di Sicurezza Integrata:
 - descrizione: la sicurezza deve essere incorporata in ogni livello dell'architettura, con attenzione ad autenticazione, autorizzazione, crittografia e monitoraggio costante;
 - beneficio: protegge i dati e previene vulnerabilità e minacce alla sicurezza.
- Vincolo di Scalabilità Automatica:
 - descrizione: l'architettura deve supportare la scalabilità automatica dei servizi in base al carico, senza necessità di intervento manuale;
 - beneficio: garantisce prestazioni ottimali e una migliore gestione delle risorse.
- Vincolo di Monitoraggio e Tracciamento:
 - descrizione: ogni microservizio deve generare registri e metadati per il monitoraggio delle operazioni e la tracciabilità delle richieste;
 - beneficio: semplifica la risoluzione dei problemi, il monitoraggio delle prestazioni e la conformità alle normative.
- Vincolo di Prestazioni Ottimizzate:
 - descrizione: i microservizi devono essere ottimizzati per le prestazioni, con un focus su tempi di risposta rapidi e uso efficiente delle risorse;
 - beneficio: assicura che l'architettura possa gestire carichi di lavoro intensi e garantire esperienze utente fluide.

2.3.2.2.3 Vincoli di Sostenibilità

- Vincolo di Gestione del Ciclo di Vita dei Servizi:
 - descrizione: i servizi devono essere gestiti in modo completo durante tutto il loro ciclo di vita, compresa la distribuzione, la manutenzione e il ritiro;
 - beneficio: assicura che i servizi siano sempre allineati agli obiettivi aziendali e rispettino le normative.
- Vincolo di Efficienza Energetica:
 - descrizione: la progettazione deve mirare a ridurre l'uso delle risorse, compresa l'energia, per promuovere la sostenibilità;
 - beneficio: contribuisce alla riduzione dei costi operativi e all'eco-sostenibilità.

2.3.2.3 Il Modello di Sicurezza dei servizi applicativi del SIM

Nell'approccio tradizionale la sicurezza si implementa attraverso architetture e strumenti HW/SW specializzati, per i quali le applicazioni sono "scatole nere". Nei contesti applicativi moderni, invece, la sicurezza e la privacy vanno considerate sin dalla fase di progettazione in quanto connaturate

con il disegno e lo sviluppo delle applicazioni (Security by Design e Privacy by Design); questo aspetto è ancor più evidente per le applicazioni che operano in Cloud, per le quali vi sono aspetti specifici da considerare. Fra le linee guida di riferimento, le più importanti da considerare per i servizi realizzati, sono le seguenti:

- **Linee Guida AgID per la sicurezza nello sviluppo delle applicazioni:** tra le diverse indicazioni quelle più rilevanti sono di rimuovere le "inconsistenze" (servizi non più utilizzati, non più mantenuti, gestione accessi non consona, ecc.); limitare e rinforzare l'accesso ai sistemi e ai network device, monitorare i cambiamenti; assistere le funzioni responsabili della sicurezza dell'Amministrazione riguardo i temi di Intrusion Detection & Response, curando un processo ciclico e integrato di misure di sicurezza, verifiche, monitoraggi, allarmi e processi autorizzativi nell'ambito del servizio di gestione operativa tracciare il maggior numero possibile di eventi per analisi successive; utilizzare uno stack di strumenti di sicurezza applicativa;
- **SSDLC (Secure Software Development Life Cycle):** analisi della sicurezza lungo tutto il ciclo di vita dello sviluppo del software, con il supporto di best practice che prevengono possibili vulnerabilità e suggeriscono le relative contromisure; fra queste, citiamo gli standard OWASP SKF (Security Knowledge Framework) e OWASP ASVS (Application Security Verification Standard), che prescrivono analisi del codice e test automatizzati, e lo standard CWE/SANS 25 (Common Weakness Enumeration del SANS Technology Institute), che identifica gli errori più comuni nella codifica del software che possono determinare rischi di sicurezza;
- **paradigma DIE (Distributed, Immutable, Ephemeral):** le componenti applicative devono assorbire gli attacchi e se necessario devono essere ricreate in qualsiasi momento; l'uso sistematico dei container e dei microservizi distribuisce le funzionalità e rende le componenti applicative non persistenti "by design". Le tecnologie che garantiscono l'orchestrazione dei container devono disporre di funzionalità native per riattivare istantaneamente i container nel caso venissero corrotti.

Paradigma DIE

Il paradigma DIE rappresenta una svolta fondamentale nel campo della sicurezza informatica, offrendo un approccio innovativo e proattivo alla protezione delle applicazioni e delle infrastrutture. Questo modello, basato sui concetti di distribuzione, immutabilità e "effimerità", mira a garantire la resilienza di fronte a potenziali attacchi, pur mantenendo l'agilità operativa.



Figura 10 - Paradigma DIE

Distributed (Distribuito)

- **Concetto:** la distribuzione delle componenti applicative assicura che un attacco su una singola componente non comprometta l'intero sistema. In altre parole, se una componente viene attaccata o cade, le altre rimangono operative, garantendo la continuità del servizio;
- **benefici:** questa caratteristica migliora la disponibilità complessiva del sistema e garantisce che le risorse siano sempre disponibili quando necessario, indipendentemente dallo stato di qualsiasi componente individuale.

Immutable (Immutabile)

- **Concetto:** quando un sistema o una componente applicativa diventa corrotto o compromesso, può essere rapidamente ricreato al suo stato originale. L'immutabilità garantisce che ogni componente mantenga sempre la sua integrità originale, rendendo inutile ogni tentativo di modifica non autorizzata;
- **benefici:** questo approccio assicura l'integrità dei dati e delle applicazioni, riducendo al minimo il tempo necessario per ripristinare un servizio dopo un potenziale incidente di sicurezza.

Ephemeral (Effimero)

- **Concetto:** le componenti applicative sono progettate per essere non persistenti "by design". Questa "effimerità" significa che le componenti possono essere distrutte e ricreate all'occorrenza, rendendo vani gli attacchi che mirano a compromettere o manipolare le risorse persistenti;
- **benefici:** questa caratteristica aumenta la riservatezza, garantendo che i dati sensibili siano protetti e che gli attacchi basati sulla persistenza siano inutili.

Nel contesto dell'Application Platform, l'adozione del paradigma DIE è resa possibile grazie all'uso diffuso dei container e dei microservizi. Le soluzioni tecnologiche identificate offrono funzionalità native per orchestrare i container, garantendo che siano sempre attivi e pronti a rispondere, anche in caso di corruzione o compromissione. In sostanza, l'approccio DIE, fornisce una soluzione robusta e resiliente garantendo la sicurezza e l'affidabilità necessaria in un sistema che opera con servizi distribuiti.

La valutazione del rischio nei servizi applicativi sviluppati per il SIM

La metodologia per determinare il livello iniziale di rischio ha lo scopo di produrre le metriche più oggettive possibili per la valutazione di tale rischio: si può applicare su un intero parco applicativo e non è vincolata a una specifica tipologia di applicazioni. Il processo cerca le risposte relativamente a:

- quale percorso può prendere un eventuale attacco per riuscire ad accedere a un'applicazione?
- Quali strumenti sono necessari per soverchiare le misure di protezione predisposte in un servizio applicativo?
- Quali sono le possibili evidenze o segnali di un attacco che è specifico a ciascuna categoria di applicazioni?

- Si è in grado, come organizzazione, di predisporre le misure adeguate a rilevare uno o più attacchi?

Il risultato finale del processo porta a determinare (a) la misura della suscettibilità di un servizio a uno o più attacchi, ovvero il rischio della probabilità di un evento negativo in tema di sicurezza, (b) un insieme di evidenze di dettaglio delle vulnerabilità, e (c) le indicazioni per intraprendere azioni correttive ai fini di ridurre al minimo tale suscettibilità.

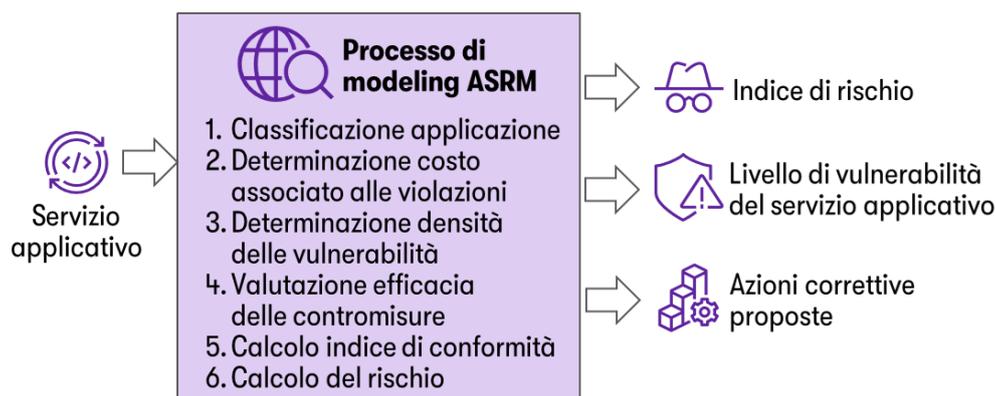


Figura 11 - Processo ASRM di valutazione del rischio applicativo

Il processo appena descritto viene condotto periodicamente durante tutto il ciclo di vita dell'applicazione, secondo una pianificazione appositamente predisposta. Oltre a questo, viene integrata una gestione del rischio nelle fasi di sviluppo, in modo da:

- identificare minacce e vulnerabilità "a priori", ossia nelle fasi iniziali di disegno delle nuove applicazioni, secondo la metodologia già vista che può includere, ad esempio, eventuali DPIA esistenti e/o prodotte all'occorrenza;
- implementare i test di sicurezza integrandoli con i test applicativi, in modo da avere un'unica pipeline con tutti i test a cui sottoporre le applicazioni secondo il modello DevSecOps; i test comprendono:
 - SAST – Static Application Security Testing: esame del codice di programmazione e del codice binario senza eseguire l'applicazione;
 - SCA – Software Composition Analysis: metodologia di testing utilizzata per analizzare i componenti open source e di terze parti in uso in un'applicazione, le loro vulnerabilità di sicurezza e le restrizioni di licenza;
 - DAST – Dynamic Application Security Testing: osservazione del comportamento dell'applicazione quando è in funzione;
 - IAST – Interactive Application Security Testing: osservazione del comportamento dell'applicazione nelle sue interazioni con l'esterno;
 - Fuzz Testing – analisi vulnerabilità su protocolli network, API e dati applicativi;
 - effettuare test ulteriori in ambiente di riproduzione prima del rilascio – in particolare Penetration Testing, per simulare attacchi esterni;

- monitorare la sicurezza applicativa in esercizio per aggiornare continuamente il modello di classificazione delle minacce.

Durante le fasi operative di sviluppo, test e rilascio del software; il modello CI/CD (Continuous Integration/Continuous Deployment) dell'Application Platform prevede l'esecuzione automatica di tutta la pipeline di test nel momento in cui lo sviluppatore rilascia un qualsiasi componente: fra questi test sono compresi i test di sicurezza, eseguiti nei vari stadi della pipeline rappresentata nella figura di seguito.

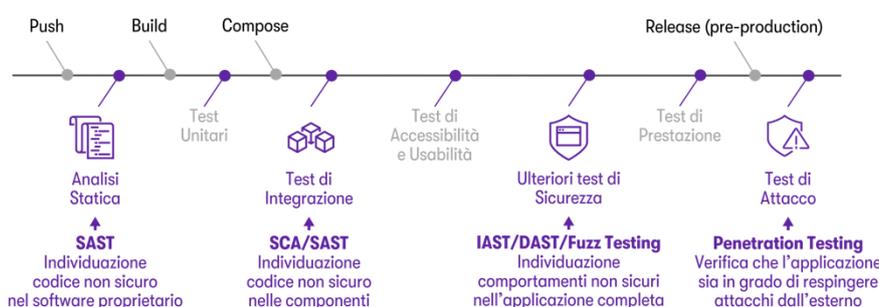


Figura 12 - Esecuzione dei processi di test relativi alla sicurezza applicativa nella pipeline CI/CD dello sviluppo software

2.3.2.3.1 Il controllo sugli accessi e sull'interoperabilità

La caratteristica del SIM di offrire accesso ai servizi in modalità Multicanale (Omnichannel) implica che gli utenti interagiscano con i servizi attraverso molteplici canali, come web, mobile, API, social networks, richiedendo un sistema di autenticazione e autorizzazione strettamente controllato e sicuro.

2.3.2.3.1.1 Autenticazione e Autorizzazione Centralizzata

La soluzione Identity and Access Management (IAM) del SIM, descritta ampiamente al (cfr. § 2.6.2.2), si basa sull'implementazione di un sistema di autenticazione e autorizzazione centralizzato. Questo sistema funge da unico punto di controllo per l'accesso agli applicativi, garantendo che le politiche di sicurezza siano applicate in modo uniforme su tutti i canali. Tra le soluzioni impiegate in questo contesto ci sono OAuth 2.0, OpenID Connect e SAML che sono standard consolidati per la gestione degli accessi e l'identità degli utenti in ambienti *multicanale*. Per accessi tramite app mobile e servizi web ove sia prevista una previa identificazione delle utenze viene utilizzata pienamente l'autenticazione mediante SPID o CIE.

2.3.2.3.2 La protezione dei dati

La progettazione del SIM, essendo un sistema distribuito, deve prevedere un'attenzione particolare alla protezione dei dati nel contesto dello sviluppo e della gestione del ciclo di vita di servizi applicativi, e in ottica "cloud native" con uso di architetture basate su microservizi. La violazione della privacy e la perdita di dati sensibili sono eventi dannosi per la reputazione e il potenziale impatto sui

servizi critici erogati per la protezione dell'ambiente; di conseguenza, l'adozione di misure di sicurezza adeguate è imprescindibile.

2.3.2.3.2.1 Fase di Progettazione

Nella fase di progettazione, l'approccio "Privacy by Design" si impone come metodologia irrinunciabile. Questo approccio prevede l'integrazione della protezione dei dati fin dalle prime fasi dello sviluppo, con particolare attenzione alla limitazione della raccolta dei dati (data minimization) e alla cifratura dei dati sia in transito che a riposo. Inoltre, la gestione delle identità e degli accessi (IAM) deve essere progettata per garantire che solo soggetti autorizzati possano accedere ai dati pertinenti.

2.3.2.3.2.2 Sviluppo e Integrazione Continua

Durante le fasi di sviluppo e integrazione continua, è essenziale implementare test di sicurezza automatici per rilevare vulnerabilità nei microservizi. L'analisi delle dipendenze per identificare librerie vulnerabili e la sicurezza dei container sono aspetti che non possono essere trascurati. La containerizzazione, spesso utilizzata in architetture cloud native, deve essere accompagnata da pratiche di sicurezza robuste, come l'uso di immagini di container affidabili e la scansione regolare per vulnerabilità.

2.3.2.3.2.3 Deployment e Operazioni

Nel deployment e nelle operazioni, le strategie di sicurezza devono essere continuamente aggiornate e migliorate. L'orchestrazione dei container deve includere la configurazione di network policies per controllare la comunicazione tra i servizi. Inoltre, è fondamentale implementare il monitoraggio in tempo reale per rilevare e rispondere rapidamente a eventuali incidenti di sicurezza.

2.3.2.3.2.4 Gestione dei Dati e Compliance

La gestione dei dati deve essere conforme ai regolamenti vigenti, come il GDPR nell'Unione Europea, che impone requisiti stringenti in termini di consenso, trasparenza, diritto all'oblio e portabilità dei dati. Le politiche di backup e di disaster recovery devono essere ben definite per garantire la resilienza e la capacità di ripristino in caso di perdita di dati.

2.3.2.3.2.5 Sicurezza a Livello di Rete

La sicurezza a livello di rete è un altro aspetto critico, trattato ampiamente al (cfr.§ 2.8.3).

2.3.2.3.2.6 Formazione e Cultura della Sicurezza

Infine, ma non meno importante, la formazione continua del personale e la promozione di una cultura della sicurezza sono essenziali per mantenere elevati standard di protezione dei dati. Questo tema viene quindi trattato anche nel contesto della formazione dove saranno predisposti opportuni percorsi di apprendimento e sensibilizzazione relativamente alla best practices per aumentare la consapevolezza su protezione della privacy e in generale dei dati concernenti il SIM.

2.3.2.3.3 Cybersecurity dei servizi applicativi

Il sistema dei servizi applicativi del SIM prevede l'implementazione di misure di cybersecurity che coprano tutti gli aspetti fondamentali per garantire la sicurezza delle informazioni e delle operazioni. Di seguito sono descritti gli aspetti contemplati nella realizzazione del AIM:

- **autenticazione e autorizzazione:** il sistema ha integrato l'autenticazione a più fattori (MFA) e il single sign-on (SSO), oltre a un controllo degli accessi basato sui ruoli (RBAC), per assicurare che solo gli utenti autorizzati possano accedere ai servizi applicativi. In questo contesto il supporto SPID e CIE come soluzioni per l'autenticazione garantisce il più elevato standard di sicurezza oggi disponibile;
- **cifratura dei dati:** tutti i dati sono protetti mediante cifratura sia quando sono memorizzati che durante la loro trasmissione, utilizzando protocolli sicuri come TLS/SSL.
- **sicurezza della rete:** la rete è salvaguardata da firewall avanzati e sistemi di rilevazione/prevenzione delle intrusioni (IDS/IPS), che monitorano e proteggono il traffico di rete;
- **sicurezza delle applicazioni:** nella progettazione sono state adottate pratiche di codifica sicura, con revisioni regolari del codice e scansione automatica della sicurezza per prevenire vulnerabilità comuni come SQL injection, XSS e CSRF;
- **protezione degli endpoint:** tutti gli endpoint che interagiscono con i servizi applicativi del SIM prevedono l'uso di soluzioni antivirus, anti-malware e sistemi EDR, per un livello aggiuntivo di sicurezza;
- **gestione degli aggiornamenti:** Il software viene costantemente aggiornato con gli ultimi aggiornamenti di sicurezza per mitigare il rischio di attacchi;
- **monitoraggio e rilevamento:** il sistema utilizza soluzioni SIEM per il monitoraggio continuo, permettendo la rilevazione e la risposta tempestiva a eventuali attività sospette;
- **risposta agli incidenti e recupero:** sono definiti piani di risposta agli incidenti e ripristino dei servizi, con procedure già testate e mature per garantire la continuità operativa in caso di incidenti di sicurezza;
- **conformità e regolamenti:** il sistema è concepito per essere pienamente conforme a normative come il GDPR e segue gli standard di sicurezza come il PCI DSS, assicurando la protezione dei dati rilevanti considerando anche gli aspetti di federazione e architettura basata sul concetto Data Mesh;
- **sicurezza delle API:** le API sono protette contro usi non autorizzati e possono essere accessibili solo tramite token o chiavi di sicurezza, sottoposti a processi di rinnovo e rotazione, garantendo l'integrità delle interazioni tra i servizi;
- **sicurezza nel Cloud:** per i servizi ospitati nel cloud, sono adottate le misure specifiche, nel contesto PSN, come la gestione sicura degli accessi, l'isolamento delle risorse e i controlli sulla residenza dei dati in funzione del loro livello di classificazione.

Queste misure di sicurezza sono parte integrante del sistema nel suo insieme e rappresentano la realizzazione pratica di una strategia di difesa in profondità, essenziale per proteggere i servizi applicativi in un ambiente operativo dinamico e complesso come quello del SIM.

2.3.2.3.4 Tracciabilità estesa delle operazioni

In un sistema digitale distribuito basato sul cloud, progettato secondo i concetti di Data Mesh è di estrema rilevanza la tematica relativa alla tracciabilità delle operazioni contemplate nei servizi applicativi erogati.

Immaginiamo per esempio di dover recuperare tutte le evidenze contestuali a un evento disastroso, come un'alluvione; in questo caso ci sono le misurazioni rilevate dai vari sistemi di sensoristica, le immagini satellitari, riprese video, ecc. tutte queste informazioni sono di estrema utilità per la determinazione accurata delle cause ed effetti dell'evento. In questo senso è fondamentale garantire un rapido recupero di questi dati e allo stesso tempo avere la garanzia che questi dati non siano stati contraffatti.

In quest'ottica il SIM deve offrire processi e soluzioni che offrano il supporto per le tematiche di audit e conformità, considerando la natura distribuita del sistema stesso, in particolare:

- **governance decentralizzata dei dati:** Il sistema considera una proprietà dei dati orientata al dominio, con ogni dominio responsabile della governance e della qualità dei suoi dati. Questo approccio decentralizzato facilita la conformità con le normative relative ai dati definendo chiaramente la responsabilità;
- **log degli eventi immutabili:** le operazioni all'interno del sistema sono registrate in modo immutabile, assicurando che le transazioni e la trasformazione dei dati siano tracciabili e verificabili. Questo è fondamentale per la conformità con le normative che richiedono registrazioni dettagliate del trattamento dei dati;
- **gestione dei metadati:** il sistema include pratiche complete di gestione dei metadati, assicurando che tutti gli asset di dati siano accompagnati da metadati ricchi, essenziali per tracciare la genealogia e comprendere la provenienza dei dati;
- **monitoraggio e allarmi:** è parte del sistema di monitoraggio in tempo reale la capacità di tracciare le prestazioni e lo stato di salute dei servizi. Meccanismi di allarme notificano al personale appropriato qualsiasi problema che potrebbe influenzare la conformità o i requisiti di audit;
- **controlli di accesso ai dati:** sono previsti controlli di accesso granulari per assicurare che solo il personale autorizzato possa accedere o manipolare i dati, in linea con il principio del privilegio minimo;
- **conformità come codice:** il sistema prevede politiche e regole di conformità codificate nella sua infrastruttura, consentendo l'applicazione automatizzata e riducendo il rischio di errore umano;
- **audit regolari e controlli di conformità:** Il sistema è progettato per facilitare audit regolari e controlli di conformità, con strumenti integrati per semplificare questi processi;
- **cifratura e mascheramento dei dati:** I dati sono cifrati sia a riposo che in transito, con mascheramento applicato dove necessario per proteggere le informazioni sensibili, assicurando la conformità con gli standard di protezione dei dati;
- **integrazione del Service Mesh:** a livello di deployment ed esecuzione dei workload la piattaforma di orchestrazione prevede la soluzione service mesh integrata per gestire le comunicazioni tra i servizi, fornendo cifratura end-to-end e registrazione dettagliata delle comunicazioni interservizio;

- **Gateway API:** i gateway API sono utilizzati per imporre un'autenticazione, autorizzazione e registrazione coerenti in tutte le interazioni tra servizi, vitali per la tracciabilità;
- **reporting della conformità:** Il sistema è in grado di generare dei rapporti di conformità, attingendo dai log estesi e dai metadati per dimostrare l'aderenza alle normative pertinenti.

Nel SIM la tracciabilità operativa non è un aspetto secondario ma è un elemento fondamentale dell'architettura, supportando pratiche di audit e conformità ampiamente adeguate in un contesto Data Mesh.

2.3.2.4 Preferenza nell'uso di soluzioni software open source

Adottare soluzioni software open-source per sistemi digitali di grandi dimensioni, specialmente in un contesto inerenti alla Pubblica Amministrazione, presenta diversi vantaggi e potenziali problemi. Inoltre, è parte delle raccomandazioni e linee guida di AgID del Dipartimento per la Transizione Digitale.

L'uso di software open source comporta vantaggi e potenziali problemi delineati di seguito.

Vantaggi:

- **efficienza dei Costi:** il software open-source può ridurre significativamente i costi poiché tipicamente non ci sono costi di licenza. Questo è particolarmente vantaggioso per le agenzie governative con budget limitati ma vanno tenute conto anche le esigenze di garanzia di supporto qualora ci siano difetti o problemi rilevati nel software e che debbano essere risolti in un tempo accettabile che tipicamente la comunità relativa al progetto non è in grado di garantire;
- **trasparenza:** la natura open source consente una maggiore trasparenza, e questo è un fattore importante in quanto si può ispezionare il codice sorgente alla ricerca di difetti di sicurezza o codice malevolo;
- **flessibilità e Personalizzazione:** Il software open-source può essere liberamente modificato per soddisfare le esigenze specifiche dell'agenzia governativa, consentendo soluzioni su misura;
- **supporto della Comunità:** spesso c'è una grande comunità di sviluppatori che contribuisce ai progetti open-source, che può fornire un'abbondanza di supporto e risorse;
- **evitare il Lock-in del Fornitore:** le amministrazioni possono evitare di essere legate all'ecosistema di un unico fornitore, che può essere costoso e limitare la flessibilità.

Problemi Potenziali:

- **preoccupazioni per la sicurezza:** sebbene il software open-source possa essere controllato da chiunque, significa anche che le vulnerabilità possono essere scoperte e sfruttate se non aggiornate e corrette regolarmente;
- **supporto e Manutenzione:** fare affidamento sul supporto della comunità può essere rischioso per i sistemi critici poiché potrebbe non essere sempre affidabile o tempestivo. Da questo punto di vista è essenziale considerare, laddove vengano usati software open source ed è presente un'offerta di supporto garantito scegliere l'opzione di supporto commerciale che offra le garanzie opportune;

- **conformità e Standard:** assicurare che il software open-source sia conforme agli standard e alle normative di sicurezza governative può rappresentare un impegno rilevante se non sono previsti processi adeguati;
- **integrazione:** Integrare il software open-source con i sistemi esistenti può essere complesso, specialmente se quei sistemi sono proprietari o obsoleti.

Modalità per indirizzare i problemi descritti:

- **quadro di governance:** è previsto nel contesto del SIM la creazione di un organo di governance che si prenda carico delle politiche per l'uso del software open-source, inclusi audit di sicurezza regolari, aggiornamenti e protocolli di manutenzione (questo è contemplato anche nel modello del contratto quadro SAC2 previsto per l'erogazione di servizi applicativi in cloud);
- **pratiche di sicurezza:** sono adottate le migliori pratiche per la sicurezza, come l'uso di standard di codifica sicuri, la conduzione di valutazioni regolari delle vulnerabilità e l'impiego di monitoraggio continuo, oltre a soluzioni che consentono di valutare l'impatto relativamente all'uso di software open source nello sviluppo di servizi applicativi (già contemplate nel contesto delle attività previste per il SIM);
- **standard Aperti:** utilizzo di standard aperti per i dati e l'interoperabilità per facilitare le necessità di integrazione e garantire che diversi sistemi software possano operare in cooperazione senza problemi;
- **criteri di valutazione per l'adozione di soluzioni open source:** l'adozione, di software open source nel SIM, considera alcuni aspetti importanti concernenti la sostenibilità dell'uso, quali: 1) "vitalità" del progetto, ovvero quanto il progetto è attivamente fatto evolvere dalla comunità; 2) livello di adozione e maturità, ovvero quanto è ampiamente in uso e quindi ha raggiunto un certo livello di maturità; 3) numero di problematiche ancora aperte e non indirizzate nel contesto del progetto.

Laddove non sia possibile o non esistano soluzioni basate su progetti open source, adeguate in termini di maturità, sostenibilità e completezza della copertura dei requisiti funzionali, è ovviamente necessario ricorrere a soluzioni di mercato, preferibilmente anche parzialmente open source o che comunque consentano una modularità e estendibilità con integrazioni basate su open source.

2.4 I dati del SIM

2.4.1 Principi rilevanti sui dati e il relativo ciclo di vita

Per affrontare nel modo adeguato le necessità del SIM, in termini di approccio all'accesso e gestione del ciclo di vita dei dati, la scelta architetturale ideale è quella di adottare un'architettura Data Mesh associata all'impiego del Data Fabric.

2.4.2 Data Mesh e Service Mesh per il SIM

2.4.2.1 Data Mesh

Il Data Mesh è un framework architetturale che affronta le sfide legate alla gestione dei dati su larga scala all'interno delle organizzazioni dei vari attori coinvolgendole direttamente in quest'ambito. Di fatto si propone come un modello decentralizzato e orientato ai domini in cui la proprietà e la

responsabilità dei dati sono distribuite a team interfunzionali, noti come team orientati al dominio. Lo scopo di Data Mesh è di fornire a questi team le competenze necessarie per gestire i loro domini di dati, inclusa la raccolta, l'elaborazione e l'analisi dei dati, promuovendo allo stesso tempo una cultura di collaborazione sui dati e di infrastruttura self-service.

2.4.2.2 Architettura distribuita guidata dal dominio

Il framework architetturale Data Mesh prevede che la responsabilità della gestione dei dati sia organizzata sulla base di domini o funzioni organizzative. Ogni dominio ha la responsabilità dei propri dati occupandosi della raccolta, normalizzazione, trasformazione e delle funzionalità utili a rendere fruibili tali dati. Infatti, invece di replicare i dati verso un contesto centrale ogni dominio offre i suoi dati in una modalità facilmente consumabile.

2.4.2.3 Dati come prodotto

Un'implementazione efficace del framework Data Mesh deve considerare i dati come un prodotto con le caratteristiche salienti che questo comporta: cura, qualità, conformità, ecc. e per una migliore user eXperience, i prodotti dati di un dominio Data Mesh devono presentare le seguenti qualità:

- rintracciabilità: ciascun prodotto dati deve essere registrato in un catalogo dati centralizzato per una facile rintracciabilità;
- indirizzabilità: ogni prodotto dati ha associato un indirizzo unico che consente ai fruitori di poterlo accedere programmaticamente. Questo indirizzo si basa su convenzioni stabilite all'interno del sistema dove operano i vari domini del Data Mesh;
- affidabilità: i prodotti dati definiscono dei livelli di servizio accettabili, per i fruitori, rispetto alla qualità dei dati;
- auto-documentati: tutti i prodotti dati presentano una ben definita rappresentazione e una semantica che segue delle convenzioni sulla terminologia, allo stesso tempo anche i metadati seguono degli schemi preventivamente concordati o basati su standard internazionali di riferimento nel contesto del dominio;
- infrastruttura self-service: un'architettura dati distribuita necessita che ogni dominio sia dotato di una propria pipeline per pulire, filtrare e caricare i propri prodotti dati. Il Data Mesh introduce il concetto di piattaforma self-service per evitare duplicazioni e attività inefficienti. Di fatto permette una suddivisione di responsabilità all'interno del dominio dove il team di data engineering si occupa degli aspetti più tecnologici e il team di data business gestisce i dati. L'obiettivo è consentire un accesso diretto ai dati da parte dei fruitori senza intermediazioni e basato su regole di accesso e uso chiaramente definite;
- governance dei dati federata: l'implementazione degli aspetti legati alla sicurezza è realizzata come responsabilità condivisa all'interno del sistema Data Mesh e basata su standard e politiche che sono concordate con i domini. Allo stesso tempo in un Data Mesh deve esserci un certo grado di autonomia su standard e policy all'interno di ogni dominio.

2.4.2.4 Il Data Mesh per rispondere alle esigenze del SIM

Attraverso l'implementazione di una architettura Data Mesh si promuove la scalabilità, la flessibilità e l'agilità nella gestione di ecosistemi complessi di dati, consentendo una presa di decisioni più

rapida basata sui dati, stimolando l'innovazione e migliorando la qualità complessiva e l'utilizzabilità dei dati all'interno dell'organizzazione.

Il Data Mesh è la soluzione ideale per venire incontro alle necessità del SIM, considerando la complessità, l'eterogeneità e le dimensioni dei dati, nonché le necessità di garantire proprietà e responsabilità su dati stessi agli specifici stakeholders, che di fatto rappresentano i veri domini di dati del SIM stesso.

2.4.2.5 Come viene applicato il Data Mesh nel SIM

Lo scenario tipico di applicazione è quello dove c'è la necessità di accedere a dati che:

- sono specifici di uno stakeholder e sotto la responsabilità, in termini di accesso, qualità e proprietà dei dati stessi di uno specifico soggetto, nel caso del SIM tale soggetto è identificabile come uno stakeholder;
- sono accessibili in modalità self-service, in pratica sfruttando meccanismi che non necessitano interazione o intermediazione umana (API, file transfer);
- sono considerati come prodotto con tutto ciò che ne consegue, ovvero che si assume siano soggetti a processi di validazione, conformità prima che possano essere resi disponibili;
- sono sottoposti a un processo federato di governance in modo da garantirne la conformità rispetto a standard e processi predefiniti.

A titolo di esempio si consideri l'applicazione "Richiesta da Rete Agro-Meteo", parte del Verticale 2 del SIM (Agricoltura di Precisione) dove si utilizzano due domini di dati:

- i dati di agrometeorologia dalla Rete AgroMeteo Nazionale (RAN) e regionali tramite SIM. In questo caso il dominio dei dati è il SIM stesso che colleziona nel cosiddetto RdS (Repository di Sistema) tutti i dati ottenuti dai sensori interconnessi alle varie reti di monitoraggio predisposte all'uso;
- i dati dei dataset CREA relativi alle informazioni della tipologia di suolo (che contiene lo stato del terreno sotto la superficie).

Quindi in questo specifico caso il SIM stesso è parte del Data Mesh come possessore di dati rilevanti e li offre come "prodotto". Nella fattispecie di dati della sensoristica in generale sono collezionati tramite la piattaforma IoT che li rende disponibili secondo modalità specifiche, su database time series per le metriche legate a indicizzazione temporale e su data base NoSQL per tutti gli altri casi.

L'applicazione ha l'obiettivo di permettere una esplorazione delle informazioni riguardanti lo stato dei terreni in termini di umidità, temperatura, ecc. e prendere decisioni in merito o eseguire previsioni sulla base dei dati storici. In termini di fruizione, si presenta come un ambiente integrato nel quale poter visualizzare su mappa le stazioni agrometeorologiche e accedere alle informazioni misurate dalla sensoristica installata su queste. L'utente tramite un'apposita interfaccia grafica dispone di funzionalità di visualizzazione su base geo-referenziata su mappa 2D di dati in tempo reale oltre alle serie storiche. Può inoltre effettuare un minimo di previsione proiettando i valori delle serie storiche su base stagionale.

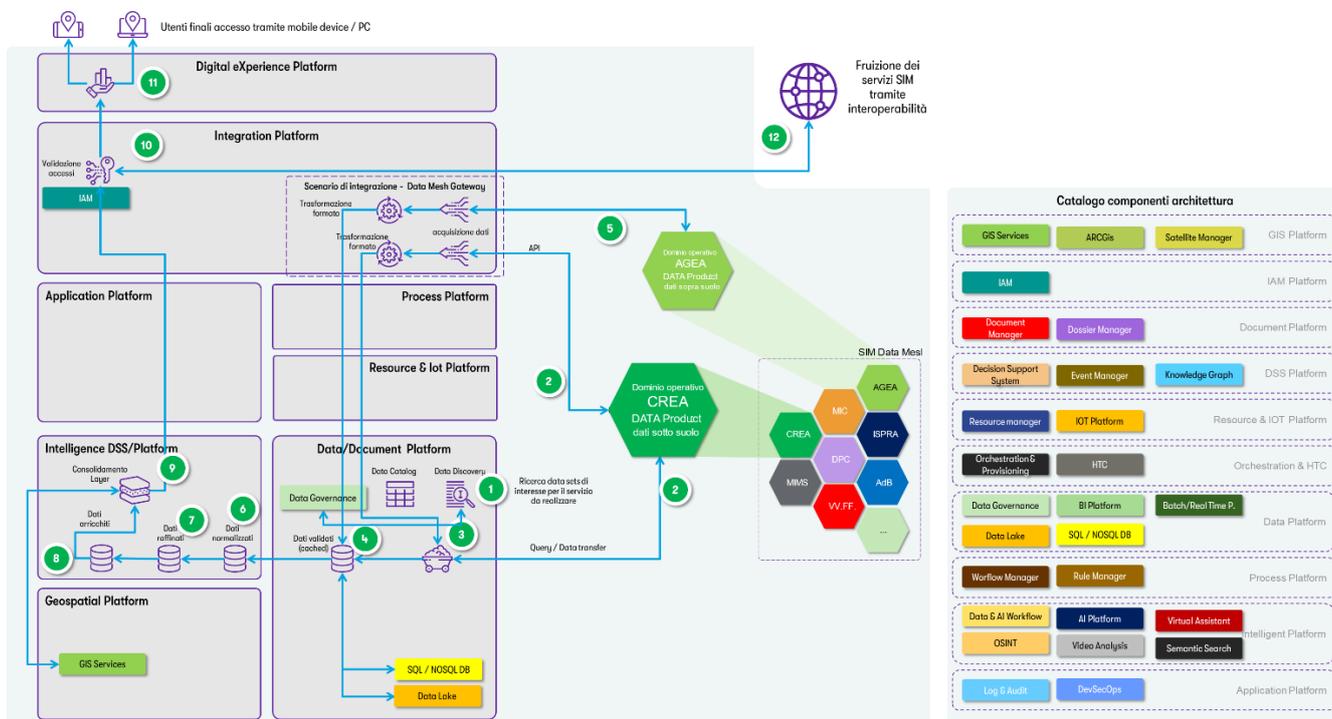


Figura 13 - Esempio di realizzazione di un'applicazione SIM basata su modello Data Mesh

Il diagramma esposto sopra mostra come, basandosi sull'architettura di riferimento, è possibile delineare una soluzione per la realizzazione del servizio applicativo in questione. La scelta delle piattaforme da utilizzare viene effettuata a priori nella fase di progettazione decidendo l'approccio più conveniente sulla base del tipo di elaborazione associata all'obiettivo del servizio applicativo da realizzare. In questo caso si può utilizzare una pipeline nella Data Fabric, per acquisire i dati, prepararli per l'elaborazione che prevede un consolidamento di dati di base, relativi al suolo e su un altro layer le informazioni, geo-referenziate, sui dati idrometrici/umidità e temperatura. Questa pipeline prevede l'uso della Data Platform e dell'Intelligence Platform, inoltre per interagire con i domini nel Data Mesh SIM e l'esposizione del servizio verso enti esterni e gli stessi stakeholders, c'è la necessità di usare l'Integration Platform. Per finire la fruizione del servizio da parte di utenti finali tramite web e app mobile richiede anche la Digital eXperience Platform.

Le interazioni previste sono queste:

- sfruttando il Data Catalog e il servizio di Data Discovery è possibile ricercare i data sets utili a questo specifico servizio applicativo, in questo caso il database della carta dei suoli, il cui dominio è a carico del CREA e i dati relativi alla Rete Agrometeo Nazionale (raccolti dalla piattaforma IoT) vengono registrati nel Rds in due distinte tipologie di database: NoSQL DB per dati con indicizzazione varia e Time Series DB dove storicizzare metriche su base temporale;
- parte la pipeline dell'impianto tecnologico della Data Fabric e viene così effettuato un accesso ai dati verso il dominio CREA e possono esserci due modalità: una basata su query diretta o

tramite file transfer e l'altra mediante l'uso di una chiamata API. L'accesso può indicare l'entità dei dati utili allo scopo;

- il risultato sono dati che vengono memorizzati, nel contesto della Data Platform, in un'area temporanea utile per le successive elaborazioni;
- i dati sono sottoposti a una prima elaborazione che ne verifica la validità per l'uso previsto;
- l'esecuzione della pipeline continua nel contesto dell'Intelligence Platform. Ai fini delle necessità applicative si procede tipicamente a una normalizzazione, utile per convertire degli attributi/campi dei dati in modo che siano conformi a formati standard (per esempio struttura delle date, conversione su unità di misura, ecc.).

Questo è il modello con cui i principi Data Mesh e le relative soluzioni tecnologiche possono essere applicate:

- organizzazioni, Domain-Oriented decentralizzate (praticamente gli stakeholders): il SIM e gli stakeholders si accordano nella definizione di organizzazioni orientate a domini specifici di competenza. In questo contesto ogni stakeholder rende disponibile la fruizione dei dati ed è responsabile per la gestione end-to-end del proprio dominio dei dati, incluso la raccolta dei dati, l'elaborazione primaria e un primo stadio di analisi laddove applicabile, nel rispetto delle normative nazionali e sovranazionali, nonché delle best-practices e degli standard internazionali (ISO) applicabili;
- Data Product Ownership: ogni stakeholder ha la proprietà dei dati e la responsabilità della qualità che include, modalità di raccolta, metadati, ecc.;
- accesso self-service ai dati: si assume che in generale ogni stakeholder sfrutti un'infrastruttura dedicata per la memorizzazione dei dati e offra una modalità di accesso a questi dati di tipo programmatica, mediante servizio API o di file transfer automatizzabile, con tutte le garanzie previste in termini di accesso sicuro alle basi dati, al loro transito (trasferimento su canali comunicativi protetti);
- Data Mesh Gateway: si tratta di una soluzione tecnologica per realizzare punto di accesso centralizzato per facilitare e regolare l'accesso ai vari domini di dati del Data Mesh. Opera sulla base di tecniche di virtualizzazione dei dati o sfruttando più recenti soluzioni tecnologiche come GraphQL consentendo una vista unificata dei dati. Nello stack tecnologico previsto per il SIM è disponibile una tecnologia per realizzare questa funzionalità;
- Data Catalog and Discovery: si assume che ciascun stakeholder abbia un insieme consistente ed esaustivo dei metadati relativi ai propri "prodotti" (dati). La funzionalità di catalogo, messa a disposizione dal SIM, consente di ricercare e comprendere tutti i data sets utili per specifiche realizzazione applicative e in generale per conoscere la disponibilità di dati su tematiche ben specifiche;
- contratti sui dati standardizzati: per garantire l'interoperabilità, in modalità orientata ai domini dei dati, gli stakeholder possono stabilire dei contratti o accordi in cui sono specificate in modo chiaro, la struttura dei dati, il formato, i requisiti di qualità e le modalità di accesso e integrazione. Questi contratti/accordi costituiscono un valido aiuto per assicurare consistenza sul modello collaborativo del Digital Integration Hub del SIM;

- Collaborative Data Analysis: gli stakeholders che sono coinvolti nel SIM possono collaborare sull'analisi e l'elaborazione dei dati condividendo osservazioni e apprendimenti, modelli e metodologie analitiche. A tale scopo in questa architettura di riferimento diventa cruciale il ruolo svolto dall'Intelligence Platform che di fatto è lo strumento principale per facilitare al massimo questo modello collaborativo;
- sicurezza dei dati e gestione degli aspetti legati alla Privacy: considerando la possibile sensibilità di alcuni dati gestiti dai vari stakeholders è necessario attuare misure adeguate atte a garantire la cifratura dei dati, il controllo sull'accesso ed eventuali tecnologie di anonimizzazione in modo da rispettare le normative vigenti sul tema;
- Monitoring e osservabilità: per essere certi che i livelli prestazionali sulla fruibilità dei dati siano rispettati si rende anche necessaria la disponibilità di strumenti, integrati nel sistema, in grado di rilevare dati utili a stabilire se le prestazioni dei servizi di accesso ai dati siano nei termini di accettabilità per il SIM. Tali strumenti consentono di rilevare periodicamente l'accesso ai dati e misurare le prestazioni di fruizione.

2.4.2.6 Data Fabric per facilitare l'integrazione end-to-end di varie pipelines di dati

Data Fabric è un altro framework architetturale che implica una facile integrazione end-to-end di varie pipeline di dati e ambienti cloud attraverso l'uso di sistemi intelligenti che sfruttano l'automazione. Nell'ultimo decennio, gli sviluppi nell'ambito del cloud ibrido, l'intelligenza artificiale, l'Internet of Things (IoT) e l'edge computing hanno portato alla crescita esponenziale dei cosiddetti "big data", aumentando la complessità per la gestione di soluzioni che ne fanno uso. Ciò ha reso l'unificazione e la governance degli ambienti dei dati una priorità crescente in quanto questa crescita ha portato alla proliferazione di silos di dati, rischi per la sicurezza e inefficienza operativa.

L'uso di un'architettura Data Fabric rende possibile l'unificazione di dati disparati e distribuiti, integrarne la governance, rafforzare le misure di sicurezza e privacy e fornire una maggiore accessibilità dei dati ai servizi applicativi e in generale a chi ne ha bisogno in modo affidabile, sicuro e nel rispetto della privacy.

Sfruttando i servizi dati e le API, in un sistema basato su architettura Data Fabric vengono raccolti i dati da sistemi legacy, data lake, data warehouse, database sql e app, fornendo una visione olistica dei dati stessi.

In contrasto con il modello tradizionale tramite il modello Data Fabric diventa possibile creare maggiore fluidità tra i vari ambienti dove gli stessi dati risiedono, contrastando il concetto di gravità dei dati, cioè il fatto che all'aumentare delle dimensioni dei dati stessi:

- diventa meno sostenibile un loro trasferimento;
- si rischia di creare copie dei dati stessi creando poi problemi di allineamento;
- viene penalizzata l'efficienza del sistema (dovuta a continue copie e occupazione di spazio storage). Inoltre, la soluzione che impiega il modello Data Fabric astrae via le complessità tecnologiche impegnate per il movimento e la trasformazione dei dati e integrazione, rendendo tutti i dati sempre e pienamente disponibili nel sistema.

Le architetture Data Fabric si basano sull'idea di accoppiare liberamente i dati di piattaforme con le applicazioni che ne hanno bisogno. Nel caso del SIM l'uso del Data Fabric consente di usare più fonti di dati distinte, legate a differenti stakeholders, attivare delle pipeline di ingestion che consentono a vari stadi di normalizzare e arricchire questi dati e poi in un altro ambiente, sempre nel SIM e connesso a tali pipeline operano processi di analisi e predizione sfruttando modelli ML/DL. L'architettura Data Fabric non fa altro che "cucire" insieme questi ambienti per creare una vista unificata olistica dei dati. In questo modo chi produce i dati ne detiene sempre rispettivamente la titolarità e la responsabilità in conformità a quanto previsto dalla normativa di settore e dal GDPR. Chi li usa ha la garanzia di avere sempre dati validi e aggiornati.

2.4.2.7 Caratteristiche tipiche di un'architettura Data Fabric

Un'architettura Data Fabric è caratterizzata da sei componenti base:

- Data Management layer: è responsabile della governance e della sicurezza dei dati;
- Data Ingestion Layer: questo livello contempla l'acquisizione dei dati e la loro unificazione trovando connessioni tra dati strutturati e non strutturati;
- Data Processing: raffina i dati in modo da garantire che solo i dati di interesse siano disponibili per le successive elaborazioni;
- Data Orchestration: in questo livello vengono eseguite attività di trasformazione, pulizia, arricchimento e integrazione;
- Data Discovery: in questo livello sono disponibili funzionalità per analizzare i dati e scoprire ulteriori opportunità di integrazione con altri fonti dati. Un ruolo importante in questo contesto lo svolgono il Catalogo dei Dati in cui sono registrati tutti i data set e i relativi metadati del SIM accessibili e consultabili;
- accesso ai dati: questo livello consente il consumo di dati, garantendo le giuste autorizzazioni, in base al ruolo di un utente o un sistema e nel rispetto delle policy.

2.4.3 Video

La Computer Vision è uno dei campi in cui l'Intelligenza Artificiale è in maggiore espansione, le potenzialità e gli ambiti di applicabilità sono notevoli. La piattaforma di Video Analytics fa uso di questa tecnologia e in particolare si basa sulle tecniche di Machine Learning. Sfrutta algoritmi pre-addestrati per elaborare e comprendere le informazioni visuali, presenti in immagini bidimensionali o in flussi video. Grazie a questi algoritmi, la piattaforma permette il riconoscimento e la localizzazione di oggetti su scene video complesse.

2.4.3.1 Uso di video per monitorare l'ambiente

La specificità del SIM fa sì che la piattaforma di Video Analisi utilizzi come sorgenti anche le immagini satellitari; in questo caso, i modelli di Intelligenza Artificiale richiedono immagini pre-elaborate al fine di rimuovere effetti quali l'interferenza atmosferica, le distorsioni geometriche, ecc.

Quale che sia lo specifico algoritmo, il suo utilizzo prevede tre macro fasi:

- **acquisizione:** le immagini o il flusso video sono acquisite dalla piattaforma, anche in tempo reale;
- **elaborazione:** la piattaforma applica al flusso video i modelli di deep learning;
- **interpretazione:** il frutto dell'elaborazione permette di migliorare la conoscenza del contesto.

Per ogni algoritmo, è previsto un addestramento iniziale in modo da calibrare lo strumento sullo specifico contesto, cionondimeno, a ogni successivo run dell'algoritmo, si ha un miglioramento in termini di prestazioni qualitative della fase di elaborazione.

La fase di elaborazione dei flussi video in ingresso alla piattaforma, si distingue a sua volta in tre step:

- **analisi:** raccolta dei metadati necessari all'analisi, i metadati variano al variare dell'algoritmo;
- **interpretazione:** gestione degli eventi di notifica e/o aggiornamento dei contatori al verificarsi di una o più condizioni;
- **streaming:** generazione di un flusso video in uscita che arricchisca e alteri il flusso video entrante evidenziando elementi sensibili e/o aggiungendo informazioni real-time raccolte dalla sorgente video.

Gli algoritmi utilizzati dalla piattaforma, di interesse per il SIM appartengono alle seguenti categorie:

- **identificazione** (Detection): algoritmi con la capacità di determinare la presenza di un tipo di oggetto o entità, ad esempio una persona o un'autovettura;
- **classificazione:** algoritmi con la capacità di riconoscere, e quindi possibilmente identificare, oggetti o soggetti (es. persone, automobili) che appartengono a un database noto o secondo un approccio open world;
- **conteggio:** algoritmi con la capacità di contare il numero di oggetti appartenenti a specifiche classi all'interno di un singolo fotogramma o in una sequenza di fotogrammi;
- **stima della densità:** algoritmi con la capacità di tradurre una popolazione di oggetti all'interno di una immagine nella mappa di densità corrispondente.

2.4.3.2 *Analisi delle immagini video per rilevare cambiamenti ambientali*

Di seguito alcuni possibili casi d'uso in cui applicare algoritmi di intelligenza artificiale per i verticali di interesse. Per ogni caso d'uso è descritto l'approccio tecnologico ipotizzato per introdurre i modelli di AI nell'elaborazione del dato.

2.4.3.2.1 *Controllo dell'instabilità idrogeologica*

Monitoraggio visivo del terreno: il modulo di Video Analysis può analizzare immagini e flussi video per rilevare cambiamenti nel terreno o crepe nelle aree vulnerabili all'instabilità idrogeologica.

Notifica tempestiva: l'analisi delle immagini può attivare notifiche in tempo reale quando vengono rilevati segni di instabilità, consentendo risposte immediate.

Alcuni possibili casi d'uso sono:

- Analisi delle immagini satellitari:
 - **Detection:** capability per adattare i modelli di intelligenza artificiale già a disposizione per il rilevamento automatico di caratteristiche di instabilità idrogeologica nelle immagini satellitari o raccolte tramite droni;
 - **Classification:** implementazione di tecniche di intelligenza artificiale per classificare le caratteristiche rilevate in categorie quali frane, subsidenza e fluttuazioni delle acque sotterranee e per assegnare un indice di rischio sulla base di un'opportuna tassonomia;
 - **Segmentation:** capability per adattare i modelli di intelligenza artificiale già a disposizione per eseguire una segmentazione delle aree instabili nelle immagini satellitari;
 - **Change detection:** la capacità di sfruttare le informazioni ottenute dalla segmentazione, in istanti temporali diversi, per rilevare e monitorare eventuali cambiamenti nelle zone sottoposte ad analisi.

2.4.3.2.2 *Agricoltura di Precisione*

Alcuni possibili casi d'uso sono:

- monitoraggio delle colture. Le immagini e i flussi video possono essere utilizzati per monitorare:
 - lo stato delle colture;
 - identificare malattie o carenze di nutrienti;
 - ottimizzare le pratiche agricole.
- Pianificazione e gestione delle risorse. I dati video possono supportare gli agricoltori:
 - nella pianificazione della semina;
 - nella pianificazione della raccolta;
 - nell'efficiamento della gestione delle risorse.

2.4.3.2.3 *Monitoraggio dell'Inquinamento Marino e Litorale*

Rilevamento delle fuoriuscite di sostanze inquinanti: il modulo di Video Analysis può identificare le fuoriuscite di sostanze inquinanti in mare o lungo la costa, consentendo una risposta rapida alle emergenze ambientali.

Sorveglianza costiera: il monitoraggio costante delle spiagge e delle acque costiere può rilevare cambiamenti nelle condizioni ambientali.

Alcuni possibili casi d'uso sono:

- Analisi delle immagini satellitari:
 - **Detection:** capability per adattare i modelli di intelligenza artificiale già a disposizione per il rilevamento automatico di fuoriuscite di petrolio o altri agenti inquinanti nelle immagini satellitari;
 - **Segmentation:** capability per adattare i modelli di intelligenza artificiale già a disposizione per eseguire una segmentazione di immagini SAR per stimare le dimensioni della fuoriuscita con conseguente assegnazione di indice di rischio.

2.4.3.2.4 *Prevenzione di Illeciti Ambientali*

Rilevamento di attività sospette: il modulo può identificare attività illegali o sospette, come lo smaltimento illegale di rifiuti o l'abbattimento illegale di alberi in aree protette.

Segnalazione automatica: le anomalie rilevate possono attivare la segnalazione automatica alle autorità competenti e l'arricchimento di un eventuale dossier.

Alcuni possibili casi d'uso sono:

- Analisi immagini satellitari o da drone:
 - Segmentation: capability per adattare i modelli di intelligenza artificiale già a disposizione per l'individuazione e la segmentazione di aree che hanno subito illeciti ambientali. Ad esempio:
 - insorgenza di baraccopoli;
 - deforestazione;
 - scarico dei rifiuti;
 - incendio.
 - Change detection: la capacità di fruttare le informazioni ottenute dalla segmentazione, in istanti temporali diversi, per rilevare l'insorgenza di fenomeni di illeciti ambientali e monitorarne l'evoluzione nel tempo.

2.4.3.2.5 *Supporto alle Emergenze*

- Gestione delle risorse di emergenza: il modulo può supportare il coordinamento dell'allocazione delle risorse di emergenza, come squadre di soccorso, in caso di eventi catastrofici;
- valutazione dei danni: le immagini aeree o video post-emergenza possono essere utilizzate per valutare i danni e pianificare le operazioni di soccorso.

2.4.3.2.6 *Gestione degli Incendi Boschivi e di Interfaccia*

- Monitoraggio degli incendi: il modulo può rilevare incendi boschivi e di interfaccia attraverso immagini termiche e video, consentendo una risposta rapida;



Figura 14 – Fires & Smoke Detection

- pianificazione delle operazioni di spegnimento: le immagini aeree possono essere utilizzate per pianificare le operazioni di spegnimento e il posizionamento delle risorse.

Alcuni possibili casi d'uso sono:

- scenario real-time analysis:
 - analisi di immagini RGB:
 - Fire&smoke detection: algoritmo già integrato nella piattaforma per il rilevamento automatico di fumo e fuoco.
- Scenario post-event analysis:
 - analisi delle immagini satellitari:
 - Segmentation: capability per l'adattamento dei modelli di intelligenza artificiale già a disposizione per l'individuazione e la segmentazione di aree che hanno subito l'impatto degli incendi.
 - Change Detection: la capacità di sfruttare le informazioni ottenute dalla segmentazione, in istanti temporali diversi, per il rilevamento e il monitoraggio dell'evoluzione dello stato del terreno prima/dopo l'incendio.

2.4.4 Metadati

I metadati vengono spesso descritti come "dati su altri dati". Che si tratti di dettagliare il contenuto di una pagina Web, i dettagli tecnici di un'immagine o informazioni descrittive sullo stato dell'ambiente circostante, i metadati forniscono informazioni aggiuntive che facilitano la gestione dei dati in modo che le risorse possano essere individuate e utilizzate in modo più efficiente. I metadati sono progettati principalmente per essere leggibili dalle macchine – ad esempio, i metadati di una pagina web aiutano i motori di ricerca a comprendere e classificare le pagine – e sono invisibili al visitatore occasionale del sito. Allo stesso modo, i metadati di un'informazione

riportante la descrizione dello stato ambientale consentono di classificare correttamente e di trovarla facilmente in un sistema di gestione delle risorse digitali. I metadati hanno anche importanti implicazioni negli universi della condivisione delle informazioni, dei diritti di utilizzo e del riutilizzo dei contenuti.

Nel 1995, il Dublin Core Metadata Element Set ha identificato 15 elementi comuni alla maggior parte dei tipi di informazioni digitali: contributore, copertura, creatore, data, descrizione, formato, identificatore, lingua, editore, relazione, diritti, fonte, soggetto, titolo e tipo.

Da allora, i metadati sono diventati parte integrante praticamente di ogni sistema digitale che gestisce i contenuti.

L'utilizzo dei metadati è importante perché facilita la ricerca, l'utilizzo e la conservazione di tali contenuti fornendo un meccanismo e un vocabolario standard. Svolge anche un ruolo significativo nell'ottimizzazione dei motori di ricerca. Sebbene sia possibile cercare documenti basati su testo sul proprio computer o su Internet, cercare un tipo di dato più complesso in un repository è quasi impossibile senza i metadati che li descrivono.

I metadati vengono utilizzati in modo strutturale per indicare elementi organizzativi, come sezioni e numeri di pagina, data e ora di registrazione, i metadati inoltre vengono utilizzati per archiviare importanti dettagli amministrativi, come l'autore, i diritti di utilizzo e le informazioni sul copyright.

I metadati, quindi, sono dati che descrivono, strutturano e amministrano diverse forme di contenuto.

In sistemi complessi, possono influenzare il modo in cui un sistema di ricerca classifica le informazioni estratte e il modo in cui vengono visualizzate le informazioni. Questo è il motivo per cui è importante creare titoli e tag descrittivi efficaci e includere informazioni il più complete possibili.

La gestione dei metadati sarà affrontata nell'architettura del SIM nel modulo di Data Governance definito nel cap. (cfr. § 2.6.1.3.1)

2.4.4.1 Contesto dell'uso dei metadati nei servizi di monitoraggio ambientale

I metadati sono informazioni strutturate che presentano, descrivono e localizzano una risorsa informativa, ne permettono il reperimento, l'uso e la gestione e garantiscono la sua conservazione a lungo termine. Si applicano a qualsiasi tipo di oggetto, digitale o non digitale. I metadati sono "dati sui dati" o "informazioni sulle informazioni".

In campo ambientale, quel set informativo che descrive informazioni spaziali, sensori e altri servizi relativi a dati e/o osservazioni spaziali viene definito come metadato.

Il Repertorio Nazionale dei Dati Territoriali (RNDT) è stato istituito con l'articolo 59 del Codice dell'Amministrazione Digitale ed è stato individuato, dal successivo articolo 60, come base di dati di interesse nazionale.

Esso rappresenta lo strumento per agevolare la conoscenza, l'accesso e l'utilizzo del patrimonio pubblico rappresentato dai dati territoriali disponibili presso le pubbliche amministrazioni italiane.

Perché questo processo di conoscibilità e disponibilità dei dati sia possibile, le amministrazioni sono chiamate a descrivere le risorse geografiche, di cui sono titolari, attraverso i metadati e a rendere disponibili i dati attraverso i servizi contemplati dalle regole di implementazione della direttiva INSPIRE.

2.4.4.1.1 I principali standard dei metadati ambientali

Di seguito verranno descritti i principali standard di metadati ambientali.

- Normativa ISO 19115

La norma ISO 19115-1:2014 definisce lo schema richiesto per descrivere informazioni e servizi geografici mediante metadati. Fornisce informazioni sull'identificazione, l'estensione, la qualità, gli aspetti spaziali e temporali, il contenuto, il riferimento spaziale, la rappresentazione, la distribuzione e altre proprietà dei dati e dei servizi geografici digitali.

La ISO 19115-1:2014 è applicabile a:

- la catalogazione di tutti i tipi di risorse, attività di compensazione e la descrizione completa di set di dati e servizi;
- servizi geografici, set di dati geografici, serie di set di dati e singole caratteristiche geografiche e proprietà delle caratteristiche.

La norma ISO 19115-1:2014 definisce:

- sezioni di metadati obbligatorie e condizionali, entità di metadati ed elementi di metadati;
- l'insieme minimo di metadati richiesti per servire la maggior parte delle applicazioni di metadati (rilevamento dei dati, determinazione dell'idoneità dei dati all'uso, accesso ai dati, trasferimento dei dati e utilizzo di dati e servizi digitali);
- elementi di metadati opzionali per consentire una descrizione standard più estesa delle risorse, se richiesto;
- un metodo per estendere i metadati per soddisfare esigenze specializzate.

Sebbene la ISO 19115-1:2014 sia applicabile a dati e servizi digitali, i suoi principi possono essere estesi a molti altri tipi di risorse come mappe, grafici e documenti testuali, nonché dati non geografici.

- Dublin CORE

Il Dublin Core, noto anche come Dublin Core Metadata Element Set (DCMES), è un insieme di quindici elementi di metadati principali per descrivere risorse digitali o fisiche.

Dublin Core è stato formalmente standardizzato a livello internazionale come ISO 15836 dall'Organizzazione internazionale per la standardizzazione (ISO) e come IETF RFC 5013 dalla Internet Engineering Task Force (IETF), nonché negli Stati Uniti come ANSI/NISO Z39.85 dalla National Information Standards Organization (NISO).

Le proprietà principali fanno parte di un insieme più ampio di Termini dei metadati DCMI. "Dublin Core" è anche usato come aggettivo per i metadati Dublin Core, uno stile di metadati che si

basa su più vocabolari Resource Description Framework (RDF), impacchettati e vincolati nei profili dell'applicazione Dublin Core.

Le risorse descritte utilizzando il Dublin Core possono essere risorse digitali (video, immagini, pagine web, ecc.) così come risorse fisiche come libri o opere d'arte. I metadati Dublin Core possono essere utilizzati per molteplici scopi, dalla semplice descrizione delle risorse alla combinazione di vocabolari di metadati di diversi standard di metadati, al fornire interoperabilità per i vocabolari di metadati nel linked data cloud e nelle implementazioni del Web semantico.

Per quanto concerne i metadati ambientali lo standard Dublin Core aggiunge agli elementi standard di geolocalizzazione (nome, codice geografico, informazioni perimetrali ecc....) lo schema DCMI Point.

Questo è uno schema di codifica che specifica le coordinate della posizione del punto di un luogo, e descrive un metodo per codificare il DCMI Point in una stringa di testo utilizzando la sintassi DCSV. Se è richiesto un identificatore corrispondente a una regione estesa, per le regioni rettangolari è disponibile la DCMI Box.

2.4.4.1.2 *Direttiva INSPIRE*

La realizzazione di un'infrastruttura dati europea può semplificare la condivisione delle informazioni territoriali tra le pubbliche amministrazioni, facilitare l'accesso del pubblico alle informazioni territoriali ambientali in tutta Europa e coadiuvare i processi decisionali inerenti all'ambiente e il territorio.

La Direttiva si ispira a 5 principi:

- gestione più efficiente: i dati vanno raccolti una sola volta e gestiti laddove ciò può essere fatto in maniera più efficiente;
- interoperabilità: deve essere possibile combinare i dati provenienti da differenti fonti e condividerli tra più utenti e applicazioni;
- condivisione: deve essere possibile la condivisione di informazioni raccolte dai diversi livelli di governo;
- abbondanza e fruibilità: l'informazione geografica necessaria per il buon governo deve esistere ed essere realmente accessibile a condizioni che non ne limitino il possibile uso;
- reperibilità e accesso: deve essere facile individuare quale informazione geografica è disponibile, valutarne l'utilità per i propri scopi e le condizioni secondo cui è possibile ottenerla ed usarla.

L'infrastruttura per i dati territoriali è costituita da:

- metadati che descrivono i dataset di dati territoriali, serie di dataset e servizi;
- interoperabilità di dataset e servizi:
 - struttura comune (modello dati) per una identificazione univoca degli oggetti territoriali;
 - la relazione tra oggetti territoriali;
 - gli attributi chiave;
 - informazioni sulla dimensione temporale dei dati;

- aggiornamenti dei dati.
- Servizi di rete che consentono la ricerca di metadati (servizio di ricerca), la consultazione (servizio di visualizzazione), lo scaricamento (servizio di download) e la trasformazione di dati (servizio di trasformazione);
- condivisione e riutilizzo dei dati che consentono alle autorità pubbliche di accedere, scambiare e utilizzare dataset e servizi ai fini delle funzioni pubbliche che possono avere ripercussioni sull'ambiente;
- misure di coordinamento e misure complementari che assicurano che siano individuate strutture e meccanismi adeguati a coordinare tutti i soggetti interessati quali utilizzatori, produttori, fornitori di servizi e organismi di coordinamento.

2.4.4.1.3 *Recepimento della Direttiva INSPIRE*

La Direttiva INSPIRE è stata recepita nell'ordinamento italiano con il decreto legislativo 27 gennaio 2010, n. 32 con cui è stata istituita in Italia, l'Infrastruttura nazionale per l'informazione territoriale e del monitoraggio ambientale, quale nodo dell'infrastruttura comunitaria.

A tale scopo, con il decreto 10 novembre 2011, è stato definito il profilo nazionale dei metadati necessari per descrivere, nel Repertorio, dati e servizi geografici in modo condiviso e interoperabile. Detto profilo è basato sulle regole definite nell'ambito del framework europeo rappresentato da INSPIRE e sui pertinenti standard internazionali.

Il Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare è autorità competente per l'attuazione del D.lgs. 32/10 e presso il Ministero è istituito il National Contact Point per la Direttiva INSPIRE.

Per quanto riguarda il Geoportale Nazionale, l'art. 8 del D. Lgs. 32/2010 stabilisce che:

- il Geoportale Nazionale consente ai soggetti interessati, pubblici e privati, di avere contezza della disponibilità dell'informazione territoriale e ambientale;
- il Geoportale Nazionale è punto di accesso per le finalità della Direttiva INSPIRE, per il livello nazionale:
 - ai servizi di rete;
 - ai cataloghi delle autorità pubbliche;
 - alla rete SINAnet.

Nell'ambito di INSPIRE sono state introdotte diverse modifiche nel tempo sia per tenere conto delle evidenze applicative delle regole tecniche di cui al citato decreto da parte delle amministrazioni e, quindi, apportare i miglioramenti e le integrazioni necessari per facilitare ulteriormente il processo di alimentazione.

Le presenti Linee Guida stabiliscono le regole tecniche per la definizione e l'aggiornamento del contenuto del Repertorio nazionale dei dati territoriali, in ottemperanza al comma 5 art. 59 del CAD. Esse definiscono, inoltre, le modalità operative di accesso, comunicazione e popolamento del Repertorio da parte delle Pubbliche Amministrazioni, in coerenza con la direttiva 2007/2/CE (INSPIRE)

e relativa norma di recepimento (D. Lgs. 32/2010), e con il Regolamento (CE) n. 1205/2008 della Commissione Europea del 3 dicembre 2008 e s.m.i.

Il contenuto del Repertorio è rappresentato dai metadati di dati e servizi territoriali che devono essere forniti al Repertorio secondo quanto indicato nel capitolo (cfr. § 2.4.4.2.)

Possono essere definite estensioni ai set di metadati indicati nel presente documento assicurando però il rispetto delle regole di cui all'Allegato C dello Standard ISO 19115:2003.

I metadati devono essere applicati alle seguenti classi di informazioni territoriali:

- dataset;
- serie di dataset;
- servizi.

La scelta della modulazione dei dati territoriali nei livelli gerarchici indicati è lasciata alla singola Amministrazione.

La figura seguente illustra il diagramma UML che rappresenta le classi di dati territoriali a cui possono essere applicati i metadati.

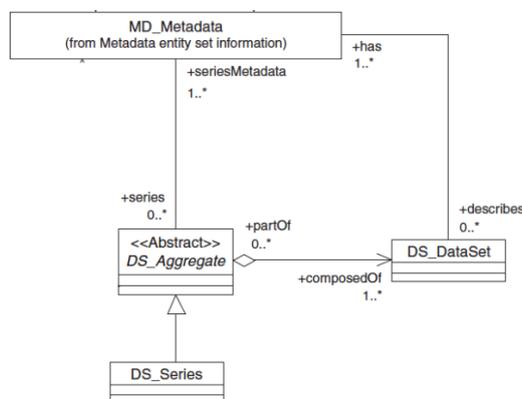


Figura 15 - Classi di dati territoriali

Relativamente ai servizi, in ambito INSPIRE sono individuate le seguenti tipologie di servizi di dati territoriali:

- servizi di rete di cui all'art. 11 della direttiva INSPIRE, che rientrano nel campo di applicazione del regolamento INSPIRE;
- servizi di dati territoriali che rientrano nel campo di applicazione del regolamento INSPIRE che sono suddivisi nelle seguenti categorie:
 - servizi di dati territoriali invocabili;
 - servizi di dati territoriali interoperabili;
 - servizi di dati territoriali armonizzati.

Nella figura che segue, tratta dalla *Guida tecnica per i servizi di dati territoriali INSPIRE*, sono rappresentate le diverse tipologie e categorie di servizi.

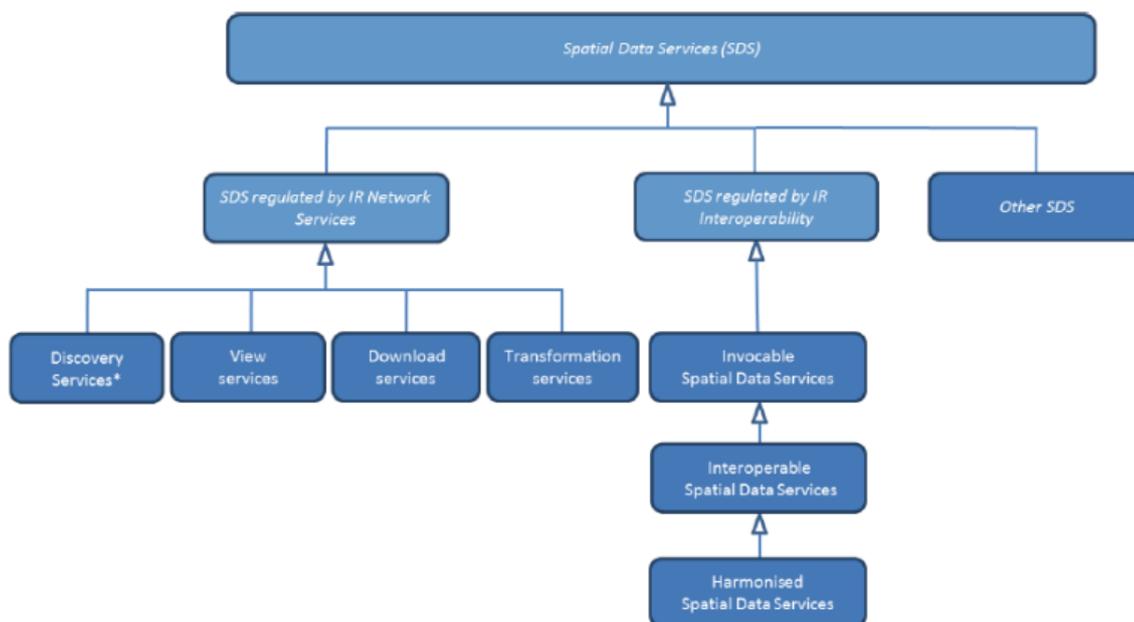


Figura 16 - Tipologie e categorie di servizi INSPIRE

2.4.4.2 Repertorio Nazionale

2.4.4.2.1 Funzioni del Repertorio

Il Repertorio di cui all'articolo 59, comma 3, del Codice dell'amministrazione Digitale (CAD) costituisce il catalogo nazionale dei metadati riguardanti i dati territoriali e i servizi a essi relativi, disponibili presso le pubbliche amministrazioni.

Il Repertorio eroga i servizi di ricerca di cui all'articolo 7, comma 1, lettera a) del Decreto legislativo 27 gennaio 2010, e rappresenta il punto di accesso nazionale ai fini dell'alimentazione del Geoportale di cui all'art. 15, comma 1 della direttiva INSPIRE.

I metadati resi disponibili attraverso il servizio di ricerca erogato dal Repertorio costituiscono la base informativa per il calcolo degli indicatori per il monitoraggio di cui alla Decisione 2009/442/CE della Commissione del 5 giugno 2009 recante attuazione della direttiva INSPIRE per quanto riguarda il monitoraggio e la rendicontazione.

Il Repertorio costituisce parte integrante dell'infrastruttura nazionale per l'informazione territoriale e del monitoraggio ambientale di cui all'articolo 3, comma 1, del Decreto legislativo 27 gennaio 2010, relativamente alla raccolta dei metadati per i dati territoriali e i relativi servizi.

2.4.4.2.2 *Contenuto del Repertorio*

Il Repertorio contiene i metadati dei dati territoriali di interesse generale e contiene altresì i metadati relativi ai dati e servizi territoriali che l'amministrazione titolare degli stessi reputi opportuno documentare.

2.4.4.2.3 *Efficacia della pubblicazione nel Repertorio*

La pubblicazione dei metadati nel Repertorio certifica l'esistenza del relativo dato e assicura il rispetto degli adempimenti e la conformità alla direttiva INSPIRE, relativamente ai metadati per l'interoperabilità (ex art. 13) e ai metadati per i servizi di dati territoriali.

L'amministrazione titolare dei dati territoriali resta responsabile della correttezza, della tenuta, della gestione e dell'aggiornamento dei dati medesimi. È altresì responsabile della correttezza e dell'aggiornamento dei relativi metadati pubblicati nel Repertorio.

2.4.4.2.4 *Creazione e aggiornamento dei metadati*

Le amministrazioni devono alimentare e aggiornare il Repertorio in conformità alle specifiche tecniche definite con questo documento di linee guida.

Entro tre mesi dall'acquisizione di nuovi dati territoriali di interesse generale o dall'aggiornamento di dati esistenti, e servizi a essi relativi, le amministrazioni titolari devono provvedere alla pubblicazione dei relativi metadati nel Repertorio.

Le amministrazioni possono, altresì, inserire nel Repertorio i metadati relativi ai dati territoriali ed eventuali servizi che intendono acquisire e sviluppare e, quindi, non ancora disponibili.

Previa comunicazione all'Agenzia per l'Italia Digitale e ferma restando la responsabilità diretta dell'amministrazione titolare, per tutte le attività di alimentazione e aggiornamento del Repertorio, le amministrazioni titolari dei dati, e dei relativi servizi, possono avvalersi di altra pubblica amministrazione ovvero di altro soggetto individuato ai sensi della normativa vigente.

2.4.4.2.5 *Accesso al Repertorio*

L'accesso al Repertorio per la consultazione dei metadati è pubblico e gratuito.

Ai fini dell'alimentazione del Repertorio, l'accesso all'area dedicata alla gestione dei metadati è riservato alle amministrazioni titolari di dati e servizi previo accreditamento da effettuarsi secondo le modalità descritte più avanti.

2.4.4.2.6 *Pianificazione*

I metadati contenuti nel Repertorio costituiscono la base informativa attraverso la quale le amministrazioni possono verificare l'eventuale esistenza di esigenze comuni o analoghe e pianificare l'attività di acquisizione dei dati in maniera congiunta, con l'obiettivo di minimizzare i costi sostenuti dalle singole Amministrazioni, informandone AgID.

2.4.4.2.7 *Coordinamento con il portale nazionale dei dati aperti*

Anche nel caso di dati territoriali di tipo aperto, i relativi metadati DEVONO essere documentati esclusivamente nel Repertorio secondo le regole definite nelle presenti linee guida.

Il Repertorio garantisce l'accesso ai dati territoriali di tipo aperto rendendo disponibile i relativi metadati, secondo gli standard di riferimento, anche nel portale nazionale dei dati aperti di cui all'art. 9 del decreto legislativo n. 36 del 2006 come modificato dal decreto legislativo 8 maggio 2015, n. 102.

AgID adotta pertinenti guide operative per disciplinare le modalità per il coordinamento e l'integrazione dei due cataloghi.

2.4.4.3 Tipologie di Metadati Utilizzati nel Monitoraggio Ambientale

Ai fini del presente documento, sono individuati diverse tipologie di metadato utilizzati per il monitoraggio ambientale:

- l'insieme minimo di metadati comune a tutte le tipologie di dati territoriali.
- i metadati supplementari opzionali per alcune categorie tematiche;
- il set di metadati necessario per documentare i servizi;
- il set opzionale di metadati per documentare le nuove acquisizioni ovvero i dati territoriali che una Pubblica Amministrazione prevede di acquisire.

2.4.4.3.1 Metadati comuni a tutte le tipologie di dati territoriali

Informazione dei Metadati		
Identificatore del file		
Lingua dei metadati		
Set dei caratteri dei metadati		
Id file precedente		
Livello gerarchico		
Responsabile dei metadati	Nome dell'ente	
	Ruolo	
	Contatti	
Data dei metadati		
Nome dello Standard		
Versione dello Standard		
Identificazione dei Dati		
Titolo		
Data	Data	

	Tipo Data	
Formato di presentazione		
Responsabile	Nome dell'ente	
	Ruolo	
	Contatti	
Identificatore		
Id livello superiore		
Altri dettagli		
Descrizione		
Parole chiave	Parola chiave	
	Thesaurus	
Punto di contatto	Nome dell'ente	
	Contatti	
Tipo di rappresentazione spaziale		
Risoluzione Spaziale	Scala equivalente	
	Distanza	
Lingua		
Set di Caratteri		
Categoria tematica		
Informazioni supplementari		
Vincoli sui dati		
Limitazioni d'uso		
Vincoli di accesso		
Vincoli di fruibilità		
Altri vincoli		

Estensione dei dati		
Localizzazione geografica	Longitudine Ovest	
	Longitudine Est	
	Longitudine Sud	
	Longitudine Nord	
Estensione Verticale	Quota minima	
	Quota massima	
	Unità di misura	Datum verticale
Estensione temporale	Data inizio	
	Data Fine	
Qualità dei dati		
Livello di qualità		
Accuratezza posizionale	Unità di misura	
	Valore	
Coerenza topologica	Unità di misura	
	Valore	
Genealogia		
Conformità specifiche	Titolo	
	Data	
	Tipo Data	
Sistema di riferimento		
Sistema di riferimento spaziale		
Sistema di riferimento temporale		
Distribuzione dei dati		
Formato di distribuzione	Nome formato	

	Versione formato	
Distributore	Nome dell'ente	
	Ruolo	
	Contatti	
Risorsa On line	Url	
	Protocollo	
	Profilo applicativo	
	Nome	
	Descrizione	
	Funzione	
Gestione dei dati		
Frequenza di aggiornamento		

2.4.4.3.2 Metadati supplementari per specifiche categorie tematiche

La sezione 8.3 delle specifiche INSPIRE sui dati (INSPIRE data specifications) raccomanda di utilizzare alcuni metadati supplementari specifici per alcune categorie tematiche di dati.

Una panoramica di tali metadati, con l'indicazione dei temi per i quali ne è raccomandato l'uso, è fornita nelle linee guida INSPIRE sui metadati.

Ai fini delle presenti linee guida, alcuni dei suddetti metadati sono inclusi nei metadati comuni a tutte le tipologie di dati di cui al paragrafo (cfr. § 2.4.4.3.1).

Si tratta, in particolare, dei seguenti elementi:

- frequenza di aggiornamento;
- informazioni supplementari;
- estensione;
- accuratezza posizionale.

Per le immagini (foto aeree, ortofoto, immagini da telerilevamento, ecc.) e i modelli digitali del terreno (DTM, DEM, ecc.), oltre all'insieme minimo di metadati, lo Standard ISO individua due grandi gruppi per le immagini e i dati raster in generale: i dati "georeferenziabili" per i quali è utile conoscere i punti di controllo e altri parametri allo scopo di processarli per essere georettificati, e i dati georettificati. I metadati comuni ad ambedue le categorie (che quindi vanno documentati sempre in caso di dati raster) sono riportati nella prima tabella che segue, nella quale i metadati relativi al contenuto si riferiscono specificatamente alle ortofoto; i metadati relativi ai dati raster georettificati

sono riportati nella seconda, quelli per i dati raster georeferenziabili sono riportati nella terza tabella a seguire.

Riepilogando, per la documentazione di immagini e DTM, possono essere utilizzati i metadati riportati nella prima tabella che segue, (i primi quattro si riferiscono alle ortofoto) e, a seconda se si tratta di dati georettificati o georeferenziabili, rispettivamente, nelle tabelle metadati qui riportate.

Contenuto dei dati raster		
1	Descrizione degli attributi	
2	Tipo di contenuto	
3	Risoluzione radiometrica	
4	Triangolazione aerea	
Rappresentazione spaziale dei dati raster		
5	Numero di dimensioni	
6	Proprietà dimensioni	6.1 - Nome dimensione
		6.2 - Misura dimensione
		6.3 - Risoluzione
7	Geometria della cella	
8	Disponibilità coefficienti della trasformazione	

Rappresentazione spaziale dei dati raster georettificati		
9	Disponibilità dei check-points	
10	Descrizione check-points	
11	Coordinate dei vertici	
12	Punto del pixel	

Rappresentazione spaziale dei dati raster "georeferenziabili"		
13	Disponibilità dei punti di controllo	
14	Disponibilità dei parametri di orientamento	
15	Parametri per la georeferenziazione	

2.4.4.3.3 Metadati per i Servizi territoriali

In questo paragrafo sono definiti i metadati da utilizzare per descrivere i servizi territoriali.

Nel "Dizionario dei metadati relativi ai servizi, per ogni metadato, è specificata la definizione, il corrispondente elemento ISO, il tipo, il dominio, il livello di obbligatorietà e la molteplicità.

Al paragrafo (cfr. § 2.4.4.3.4) sono individuati i metadati che devono essere applicati a tutte le tipologie di servizi di dati territoriali.

Al paragrafo (cfr. § 2.4.4.3.5) sono individuati i metadati supplementari per le categorie di servizi individuate nel Regolamento INSPIRE-SDSS-REG, ovvero:

- servizi di dati territoriali invocabili;
- servizi di dati territoriali interoperabili;
- servizi di dati territoriali armonizzati.

2.4.4.3.4 Metadati comuni a tutte le tipologie di servizi territoriali

Informazioni sui metadati			
1	Identificatore del file		
2	Lingua dei metadati		
3	Set dei caratteri dei metadati		
4	Id file precedente		
5	Livello gerarchico	5.1 - Livello	
		5.2 – Nome livello	
6	Responsabile dei metadati	6.1 - Nome dell'Ente	
		6.2 – Ruolo	
		6.3 - Informazioni per contattare l'Ente	6.3.1 - Sito web
			6.3.2 - Telefono
6.3.3 - E-mail			
7	Data dei metadati		
8	Nome dello Standard		
9	Versione dello Standard		
Identificazione dei servizi			
10	Titolo		
11	Data	11.1 – Data	
		11.2 - Tipo data	
12	Responsabile	12.1 - Nome dell'Ente	
		12.2 – Ruolo	
		12.3 - Informazioni per contattare l'Ente	12.3.1 - Sito web
			12.3.2 - Telefono
12.3.3 - E-mail			
13	Identificatore		
14	Descrizione		
15	Parole chiave	15.1 - Parola chiave	
		15.2 – Thesaurus	
16	Punto di contatto	16.1 - Nome dell'Ente	
		16.2 – Ruolo	
		16.3 - Informazioni per contattare l'Ente	16.3.1 - Sito web
			16.3.2 - Telefono
16.3.3 - E-mail			
17	Tipo di servizio		
18	Tipo di aggancio		

19	Risorsa accoppiata	
20	Operazioni	20.1 - Nome operazione
		20.2 – DCP
		20.3 - Punto di connessione
21	Risorsa on line	21.1 - URL
		21.2 - Nome
		21.3 - Descrizione
		21.4 - Funzione
Vincoli sui servizi		
22	Limitazione d'uso	
23	Vincoli di accesso	
24	Vincoli di fruibilità	
25	Altri vincoli	
Estensione dei servizi		
26	Localizzazione geografica	27.1 - Longitudine Ovest
		27.2 - Longitudine Est
		27.3 - Latitudine Sud
		27.4 - Latitudine Nord
27	Estensione temporale	28.1 - Data inizio
		28.2 - Data fine
Qualità dei servizi		
28	Livello di qualità	28.1 - Livello
		28.2 - Descrizione
29	Conformità: specifiche	29.1 – Titolo
		29.2 – Data
		29.3 - Tipo data
30	Conformità: grado	

2.4.4.3.5 Metadati supplementari per i servizi di dati territoriali

Il Regolamento (UE) n. 1089/2010 della Commissione del 23 novembre 2010 recante attuazione della direttiva 2007/2/CE del Parlamento europeo e del Consiglio per quanto riguarda l'interoperabilità dei set di dati territoriali e dei servizi di dati territoriali, ha definito alcune tipologie di servizi di dati territoriali, diversi dai servizi di rete, per i quali, negli allegati V, VI e VII, sono stati individuati alcuni metadati supplementari riportati nelle tabelle che seguono.

Servizi di dati territoriali invocabili		
1	Categoria	
Servizi di dati territoriali interoperabili		
2	Qualità del servizio - Criteri	
3	Qualità del servizio - Misurazione	3.1 - Descrizione
		3.2 - Valore
		3.3 – Unità
4	Sistema di riferimento spaziale	
Servizi di dati territoriali armonizzati		
5	Metadati di richiamata	

2.4.4.3.6 Metadati per le nuove acquisizioni di dati territoriali

In questo paragrafo sono definiti i metadati che possono essere utilizzati nel caso in cui una Amministrazione scelga di descrivere nel Repertorio i dati territoriali che prevede di acquisire.

Informazioni sui metadati		
1	Identificatore del file	
2	Lingua dei metadati	
3	Responsabile dei metadati	3.1 - Nome dell'Ente
		3.2 – Ruolo
		3.3 - Informazioni per contattare l'Ente
		3.3.1 - Sito web
		3.3.2 - Telefono
		3.3.3 - E-mail
4	Data dei metadati	
Identificazione dei dati		
5	Titolo	
6	Data di presunta disponibilità	
7	Formato di presentazione	
8	Responsabile	8.1 - Nome dell'Ente
		8.2 – Ruolo
		8.3 - Informazioni per contattare l'Ente
		8.3.1 - Sito web
		8.3.2 - Telefono
		8.3.3 - E-mail
9	Identificatore	
10	Altri dettagli	
11	Descrizione	
12	Status	
13	Tipo di rappresentazione spaziale	
14	Risoluzione spaziale: Scala equivalente	
15	Categoria tematica	
16	Localizzazione geografica	16.1 - Longitudine Ovest
		16.2 - Longitudine Est
		16.3 - Latitudine Sud
		16.4 - Latitudine Nord
17	Limite amministrativo	
18	Informazioni supplementari	
Vincoli sui dati		
19	Limitazione d'uso	
Sistema di riferimento		
20	Sistema di riferimento spaziale	

2.4.4.3.7 Corrispondenze Metadati Repertorio – Metadati INSPIRE

Nella tabella seguente è riportata la corrispondenza tra i metadati per dati e servizi definiti nel presente documento e quelli riportati nei Regolamenti INSPIRE.

I metadati definiti nel presente documento sono identificati dal numero ordinale della tabella e dal numero del singolo elemento (es. I-1 per indicare il metadato n. 1 della tabella I) oltre che dal nome del metadato stesso come riportati nelle relative tabelle nel paragrafo precedente (cfr. § 2.4.4.2).

I metadati INSPIRE sono riportati:

- con il numero e il nome indicati nella parte B del Regolamento INSPIRE;
- con il numero e il nome indicati all'art. 13 del Regolamento INSPIRE;
- con il numero e il nome indicati nella parte B del regolamento INSPIRE;
- con il nome (in inglese) indicato nel paragrafo delle specifiche di dati (data specifications) per i metadati specifici per alcune categorie di dati.



Metadati Repertorio		Metadati INSPIRE	
Informazioni sui metadati			
I-1/V-1	Identificatore del file		-
I-2/V-2	Lingua dei metadati	B-10.3	Lingua dei metadati
I-3/V-3	Set dei caratteri dei metadati		-
I-4/V-4	Id file precedente		-
I-5/V-5	Livello gerarchico	B-1.3	Tipo di risorsa
I-6/V-6	Responsabile dei metadati	B-10.1	Punto di contatto dei metadati
I-7/V-7	Data dei metadati	B-10.2	Data dei metadati
I-8/V-8	Nome dello Standard		-
I-9/V-9	Versione dello Standard		-
Identificazione dei dati			
I-10/V-10	Titolo	B-1.1	Titolo della risorsa
I-11.1/V-11.1	Data	B-5.2	Data di pubblicazione
I-11.2/V-11.2	Tipo data	B-5.3	Data dell'ultima revisione
		B-5.4	Data di creazione
I-12	Formato di presentazione		-

I-13/V-12	Responsabile		-
I-14/V-13	Identificatore	B-1.5	Identificatore univoco della risorsa
I-15	Id livello superiore		-
I-16	Altri dettagli		-
I-17/V-14	Descrizione	B-1.2	Breve descrizione della risorsa
I-18.1/V-15.1	Parola chiave	B-3.1	Valore della parola chiave
I-18.2/V-15.2	Thesaurus	B-3.2	Vocabolario controllato di origine
I-19/V-16	Punto di contatto	B-9.1 B-9.2	Parte responsabile Ruolo della parte responsabile
I-20	Tipo di rappresentazione spaziale	art.13-6	Tipo di rappresentazione territoriale
I-21	Risoluzione spaziale	B-6.2	Risoluzione spaziale
I-22	Lingua	B-1.7	Lingua della risorsa
I-23	Set di caratteri	art.13-5	Codifica dei caratteri
I-24	Categoria tematica	B-2.1	Categoria di argomento
I-25	Informazioni supplementari	DS-8.3	Supplemental information
Vincoli sui dati			
I-26/V-22	Limitazione d'uso		-
I-27/V-23	Vincoli di accesso	B-8.1 B-8.2	Condizioni applicabili all'accesso e all'uso Vincoli per l'accesso pubblico
I-28/V-24	Vincoli di fruibilità	B-8.1	Condizioni applicabili all'accesso e all'uso
I-29/V-25	Altri vincoli	B-8.1 B-8.2	Condizioni applicabili all'accesso e all'uso Vincoli per l'accesso pubblico
Estensione dei dati			
I-30/V-27	Localizzazione geografica	B-4.1	Riquadro di delimitazione geografica
I-31	Estensione verticale	DS-8.3	Extent
I-32/V-28	Estensione temporale	B-5.1	Estensione temporale
Qualità dei dati			
I-33/V-29	Livello di qualità		-
I-34	Accuratezza posizionale	DS-8.3	Data quality – Quantitative results
I-35	Coerenza topologica	art.13-4	Coerenza topologica
I-36	Genealogia	B-6.1	Genealogia
I-37/V-30	Conformità: specifiche	B-7.1	Specifica
I-38/V-31	Conformità: grado	B-7.2	Grado
Sistema di riferimento			
I-39	Sistema di riferimento spaziale	art.13-1	Sistema di riferimento di coordinate
I-40	Sistema di riferimento temporale	art.13-2	Sistema di riferimento temporale
I-41	Formato di distribuzione	art.13-3	Codifica
I-42	Distributore		-
I-43/V-21	Risorsa on line	B-1.4	Localizzatore della risorsa
Gestione dei dati			
I-44	Frequenza di aggiornamento	DS-8.3	Maintenance information
Contenuto dei dati raster			
II-1	Descrizione degli attributi	DS-8.3	Image description
II-2	Tipo di contenuto	DS-8.3	Image description
II-3	Risoluzione radiometrica		-
II-4	Triangolazione aerea		-
Rappresentazione spaziale dei dati			
II-5	Numero di dimensioni	DS-8.3	Spatial representation information
II-6	Proprietà dimensioni	DS-8.3	Spatial representation information
II-7	Geometria della cella	DS-8.3	Spatial representation information

II-8	Disponibilità coefficienti della trasformazione	DS-8.3	Spatial representation information
Rappresentazione spaziale dei dati raster georeferenziati			
III-9	Disponibilità dei check-points	DS-8.3	Spatial representation information
III-10	Descrizione check-points	DS-8.3	Spatial representation information
III-11	Punto del pixel	DS-8.3	Spatial representation information
III-12	Coordinate dei vertici	DS-8.3	Spatial representation information
Rappresentazione spaziale dei dati raster georeferenziabili			
IV-13	Disponibilità dei punti di controllo	DS-8.3	Spatial representation information
IV-14	Disponibilità dei parametri di orientamento	DS-8.3	Spatial representation information
IV-15	Parametri per la georeferenziazione	DS-8.3	Spatial representation information
Informazioni specifiche sui servizi			
V-17	Tipo di servizio	B-2.2	Tipo di servizio di dati territoriali
V-18	Tipo di aggancio	-	-
V-19	Risorsa accoppiata	B-1.6	Risorsa accoppiata
V-20	Operazioni	-	-
Servizi di dati territoriali invocabili			
VI-1	Categoria	V-B.1	Categoria
Servizi di dati territoriali interoperabili			
VI-2	Qualità del servizio – Criteri	VI-B.4.1	Qualità del servizio - Criteri
VI-3	Qualità del servizio - Misurazione	VI-B.4.2	Qualità del servizio – Misurazione
Servizi di dati territoriali armonizzati			
VI-4	Metadati di richiamata	VII-B.3	Metadati di richiamata

2.4.4.4 Accesso, modalità di comunicazione e alimentazione

2.4.4.4.1 Accesso e consultazione

La consultazione del Repertorio avviene tramite l'accesso al portale <https://geodati.gov.it>.

Le informazioni, in termini di metadati, relative ai dati territoriali e ai servizi di cui sono titolari le Pubbliche Amministrazioni sono liberamente consultabili sul Repertorio anche da parte dei privati.

La consultazione può avvenire anche attraverso le operazioni e le interrogazioni possibili con il servizio di catalogo CSW e il servizio REST che il Repertorio rende disponibili.

2.4.4.4.2 Alimentazione dei dati

L'alimentazione e l'aggiornamento del Repertorio utilizzano il formato XML.

Le regole di codifica XML utilizzate fanno riferimento allo Standard [ISO-19139] e alle Specifiche [CSW2-AP-ISO].

La trasmissione, al Repertorio, dei file XML, contenenti i metadati relativi ai dati territoriali e ai servizi, prodotti dalle Pubbliche Amministrazioni in conformità agli schemi XSD di cui al paragrafo precedente e alle regole del presente documento, avviene attraverso i servizi di catalogo basati sullo standard CSW definito da OGC.

Le Amministrazioni Pubbliche che non dispongono di propri servizi di catalogo POSSONO avvalersi delle funzioni di utility (editor, caricamento, validazione) rese disponibili dal Repertorio, per la compilazione e/o la trasmissione dei file. Tali funzionalità riguardano:

- **editor**, strumento per l'acquisizione e l'aggiornamento dei metadati attraverso la compilazione di "form" guidate e conformi al modello di metadati del Repertorio. L'editor crea automaticamente un file XML conforme agli schemi XSD di cui al paragrafo (cfr. § 2.4.4.4);
- **validazione**, funzione che verifica la conformità dei file XML agli schemi XSD e alle regole del Repertorio definite dalle presenti linee guida e dalle relative guide operative;

- **caricamento**, funzione che permette di trasmettere all'Agencia per l'Italia Digitale, per la successiva pubblicazione nel Repertorio, i file XML di metadati, previa verifica di conformità agli schemi XSD e alle indicazioni contenute in questo documento e nelle guide operative. Il caricamento dei file XML può avvenire anche previa registrazione di una cartella contenente i file, disponibile sul web, che viene assimilata a un servizio di catalogo.

Le operazioni possibili per i metadati sono le seguenti:

- **inserimento**: si chiede di inserire nel Repertorio, per la prima volta, un set di metadati, strutturato secondo quanto riportato nel presente allegato, che descrive una certa risorsa informativa;
- **aggiornamento**: si chiede di effettuare una modifica/aggiornamento di un set di metadati, relativo a uno o più determinati livelli gerarchici di una risorsa, già pubblicato nel Repertorio;
- **cancellazione**: si chiede la rimozione di un set di metadati, relativo a uno o più determinati livelli gerarchici di una risorsa, già pubblicato nel Repertorio.

2.4.4.4.3 Integrazione del Repertorio con INSPIRE

Il Repertorio, in quanto punto di accesso nazionale per i metadati, provvede a rendere disponibili i metadati al Geoportale INSPIRE secondo le modalità individuate per l'applicazione della direttiva INSPIRE.

La raccolta dei dati del Repertorio da parte del Geoportale INSPIRE può avvenire attraverso l'impostazione di uno specifico filtro per poter selezionare ed esporre nel già menzionato Geoportale solo i dati e i servizi prodotti ai fini INSPIRE.

Anche ai fini delle operazioni di monitoraggio l'amministrazione titolare deve indicare l'ambito di applicazione della risorsa documentata, secondo le indicazioni fornite nelle guide operative.

2.4.4.5 Utilizzo dei Metadati per la Descrizione dei Dati Ambientali

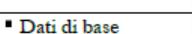
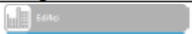
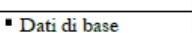
Nelle tabelle che seguono sono elencati i dati di interesse generale (di cui all'articolo 59, comma 3, del decreto legislativo 7 marzo 2005, n. 82), con le relative definizioni, che le Amministrazioni titolari sono tenute a documentare nel Repertorio Nazionale dei Dati Territoriali secondo le regole tecniche definite nelle linee guida.

Di seguito definito un esempio di tipologia in cui sono indicati anche i temi INSPIRE18 e le categorie di argomento ISO 1911519 associati.

L'elenco è organizzato in paragrafi con riferimento al cluster tematico di appartenenza definito nell'ambito di INSPIRE come raggruppamento dei temi di cui agli allegati della Direttiva INSPIRE. Il primo paragrafo riporta i dati territoriali che fanno riferimento a più cluster tematici, mentre ciascun paragrafo successivo riporta i dati territoriali relativi a uno specifico cluster tematico.

L'elenco dei dati territoriali è pubblicato nel relativo registro disponibile nel Sistema di Registri INSPIRE Italia al seguente URL: <https://registry.geodati.gov.it/rndt-alli>.

Dati di interessi generali afferenti a molteplici cluster tematici INSPIRE

ID	Dati di interesse generale	Tema INSPIRE	Categoria ISO
		Cluster tematico	
10	Aree percorse da incendio sottoposte a vincolo Rappresentazione delle aree percorse da incendio con riferimento alla L. 353/ 2000 (catasto incendi)	  <ul style="list-style-type: none"> ▪ Biodiversità e Aree sottoposte a gestione ▪ Scienze della Terra 	<ul style="list-style-type: none"> • Informazioni geoscientifiche • Pianificazione/Catasto
21	Carta tecnica regionale numerica Carta topografica di dettaglio basata su archivi di coordinate che descrivono la geometria degli oggetti cartografati e di codifiche che ne individuano la tipologia. Rappresenta, assieme ai Database Geotopografici conformi al Decreto 10/11/2011, la cartografia di base ufficiale alla grande scala la cui competenza è in capo alle Regioni e alle Province Autonome secondo le rispettive leggi.	     <ul style="list-style-type: none"> ▪ Dati di base topografici e catastali ▪ Impianti e Servizi di pubblica utilità 	<ul style="list-style-type: none"> • Acque interne • Confini • Servizi di pubblica utilità/Comunicazione • Struttura • Trasporti
22	Carte corografiche – IGM Rappresentazioni di regioni e/o di territori estesi a scale comprese tra 1:100.000 a 1:1.500.000. Es. la “Carta d’Italia” è la carta corografica prodotta dall’IGM alla scala 1:250.000, La Carta “Il Mondo 1404” serie 500, La carta “Serie 1000DB - Il Mondo 1301-1	     <ul style="list-style-type: none"> ▪ Dati di base topografici e catastali ▪ Impianti e Servizi di pubblica utilità 	<ul style="list-style-type: none"> • Acque interne • Confini • Servizi di pubblica utilità/Comunicazione • Struttura • Trasporti
29	Carte topografiche - IGM Rappresentazione del territorio realizzata dall’IGM che costituisce la cartografia ufficiale italiana alla scala 1:25.000 e alle scale 1:50.000 e 1:100.000	     <ul style="list-style-type: none"> ▪ Dati di base topografici e catastali ▪ Impianti e Servizi di pubblica utilità 	<ul style="list-style-type: none"> • Acque interne • Confini • Servizi di pubblica utilità/Comunicazione • Struttura • Trasporti

2.4.5 Brokering accesso ai dati e Data Discovery

Gli aspetti relativi alle tematiche: **Brokering accesso ai dati** e **alla Data Discovery** è abbastanza rilevante in un sistema federato come il SIM che necessita di dati, prevalentemente affini al contesto ambientale e dell'osservazione della terra.

Si tratta di una soluzione, estremamente importante per il SIM, che serve per abilitare l'analisi gli eventi e modellare il comportamento dei sistemi, garantendo l'accesso rapido a dati specifici e di qualità, in particolare considerando che si tratta di grandi volumi di dati geospaziali, dati derivanti da sistemi di monitoraggio e da satelliti.

2.4.5.1 Brokering accesso ai dati

Il brokering di dati è il processo di mediazione tra diverse fonti di dati e gli utenti finali. In un sistema dove i dati possono provenire da una moltitudine di fonti diverse, il *broker di dati* agisce come un

intermediario che semplifica l'accesso ai dati. Gestisce le richieste degli utenti e delle applicazioni, traducendole se necessario, e reindirizzando queste richieste verso i sistemi appropriati che curano e rendono disponibili i dati richiesti.

2.4.5.2 Data Discovery

La "discovery" dei dati è il processo attraverso il quale gli utenti possono identificare e localizzare dati di interesse all'interno di grandi insiemi di dati (nel Data Lake del SIM per esempio). Questo spesso implica l'uso di strumenti di ricerca e di algoritmi intelligenti che possono aiutare a filtrare e ordinare attraverso grandi volumi di dati per trovare quelli che sono più rilevanti per una determinata domanda o esigenza di analisi.

2.4.5.3 GeoDAB

L'iniziativa intrapresa con l'Amministrazione mira a sfruttare l'eccellente realizzazione del CNR-IIA (ESSI-Lab) relativamente alla tecnologia open source DAB⁹ utilizzata nel contesto di iniziative intergovernative, quali GEOSS (Global Earth Observation System of Systems)¹⁰ e WHOS (WMO Hydrological Observing System)¹¹, come base per la realizzazione dei servizi di middleware Brokering per la ricerca e l'accesso ai dati con particolare attenzione a quelli di tipo geospaziale.

2.4.5.3.1 DAB in ambito GEOSS (il GEO DAB)

GEO (Group on Earth Observation¹²) è una partnership intergovernativa (115 stati membri e 152 Organizzazioni Partecipanti) che si propone di migliorare la disponibilità, l'accesso e l'uso dei dati d'osservazioni della Terra per un pianeta sostenibile, anche attraverso la realizzazione di GEOSS: un sistema di sistemi che rappresenta un punto di accesso unificato ai diversi tipi di dati geospaziali e d'osservazioni della Terra, provenienti da fonti distribuite ed eterogenee.

GEOSS è composto da un insieme di sistemi collaborativi e indipendenti per l'osservazione e l'analisi della Terra che interagiscono tra di loro e forniscono l'accesso a diverse informazioni verso un'ampia gamma di utenti che operano sia nel settore pubblico che privato. GEOSS è una piattaforma di middleware che collega questi sistemi per rafforzare il monitoraggio dello stato della Terra. La piattaforma facilita la condivisione dei dati e delle informazioni raccolte dall'ampia gamma di sistemi d'osservazione e simulazione messi a disposizione dagli Stati membri e dalle Organizzazioni partecipanti, nell'ambito di GEO. Inoltre, GEOSS garantisce che questi dati ed informazioni siano accessibili, caratterizzati da un certo livello di qualità, metadati e interoperabili al fine di supportare lo sviluppo di strumenti efficaci e la fornitura di servizi informativi. In questo modo, GEOSS aumenta la comprensione dei processi terrestri (e della società) e migliora le capacità di simulazione e previsione, che sono alla base di un solido processo decisionale. Attualmente GEOSS supporta un'ampia gamma di utenti (dai cittadini ai decisori pubblici e agli scienziati).

⁹ <https://github.com/ESSI-Lab/DAB>: repository GitHub del software open source Discovery and Access Broker (DAB) Community Edition (CE)

¹⁰ <https://www.earthobservations.org/geoss.php>

¹¹ <https://public.wmo.int/en/our-mandate/water/whos>

¹² <https://www.earthobservations.org/>

Nel contesto di GEO la sede di Firenze del CNR-IIA (ESSI-Lab) ha guidato l'iniziativa per la realizzazione e la gestione del ciclo di vita del GEO DAB: una componente chiave della piattaforma GEOSS, basata sulla tecnologia DAB. Similmente a quanto previsto nel SIM con i suoi stakeholder, il GEO DAB collega in modo trasparente le richieste degli utenti di GEOSS alle risorse digitali condivise da parte dei fornitori di GEOSS –i.e. i partecipanti all'ecosistema GEOSS. Lo scopo di GEO DAB è quello di semplificare la scoperta, l'accesso e l'utilizzo (o il riutilizzo) di dati ed informazioni eterogenee e multidisciplinari, in un quadro d'intermediazione che interconnette centinaia di sistemi di condivisione che sono dissimili e autonomi (e che di fatto costituiscono il metasistema di GEO) fornendo capacità di mediazione, armonizzazione, trasformazione e controllo della QoS.

GEO DAB funziona come un broker dei servizi per la condivisione e l'accesso ai dati geospaziali, permettendo agli utenti di cercare e accedere a dati eterogenei pubblicati da molteplici fonti diverse, attraverso un'interfaccia unica e consistente. Questa componente utilizza standard internazionali aperti per garantire che i dati possano essere facilmente condivisi e (re)utilizzati tra sistemi differenti e applicazioni diverse. Inoltre, fornisce strumenti per la catalogazione dei dati, assicurando che le risorse digitali siano ben documentate e che i metadati siano coerenti e conformi agli standard internazionali.

Maggiori dettagli riguardo a GEO DAB sono disponibili in questo documento: https://db0849f3-9e8a-47bc-8560-1fb69c3918bf.filesusr.com/ugd/668ecf_192038eadaeae4f4db20a316349dec638.pdf

e anche presso il sito ufficiale: <https://www.geodab.net/>

2.4.5.3.2 DAB in ambito WHOS (WHOS DAB)

L'Organizzazione Mondiale della Meteorologia (OMM)¹³ è la massima agenzia mondiale per la Meteorologia. Come agenzia specializzata delle Nazioni Unite, l'OMM si dedica alla cooperazione e al coordinamento internazionale sullo stato e sul comportamento dell'atmosfera terrestre, sulla sua interazione con la terra e gli oceani, sul tempo e sul clima che produce e sulla conseguente distribuzione delle risorse idriche. Fanno parte dell'OMM Stati membri e Territori che collaborano su scala globale per lo sviluppo di attività operative nel campo della meteorologia e dell'idrologia. La piattaforma WHOS (WMO Hydrological Observing System) rappresenta un punto d'accesso unificato per l'informazione idrologica su scala globale.

I servizi idrologici nazionali, le agenzie pubbliche e le organizzazioni private contribuiscono ad WHOS rendendo disponibili i propri dati idrologici (quali ad esempio portate, livelli fluviali e precipitazioni) attraverso i propri servizi Web. La tecnologia DAB è impiegata in ambito WHOS per realizzare la componente WHOS DAB: un middleware di brokering che abilita l'interoperabilità tra i diversi sistemi digitali usati dai produttori dei dati ed i sistemi software dei consumatori di questi dati. Questi ultimi

¹³ <https://public.wmo.int/>

possono ricercare, accedere e ulteriormente elaborare i dati idrologici attraverso le numerose applicazioni ed interfacce standard supportate da WHOS DAB.

Maggiori informazioni su WHOS, compresa la descrizione dei casi d'uso di successo e le pubblicazioni scientifiche, sono disponibili presso il sito ufficiale: <https://community.wmo.int/activity-areas/wmo-hydrological-observing-system-whos>

2.4.5.3.3 Implementazione di DAB per il SIM

L'adozione della tecnologia DAB è parte di un progetto interno al SIM per estenderne l'adozione come soluzione di Data Access Brokering e Discovery, rendendolo sostenibile in un'ottica di resilienza e operatività. Al momento attuale i dettagli sono ancora in fase di approfondimento, per cui la documentazione sarà successivamente aggiornata in uno specifico allegato a questo documento del progetto esecutivo.

2.4.6 Ontologie e semantica

2.4.6.1 Introduzione

Per ontologia si intende una rappresentazione formale del mondo reale, un processo di traduzione del linguaggio naturale in un linguaggio non ambiguo, formale e utilizzabile per realizzare sistemi informativi integrati.

Nel contesto dell'informatica, un'ontologia definisce un insieme di rappresentazioni con cui modellare un dominio di conoscenza o di discorso.

Le rappresentazioni sono tipicamente classi (o insiemi), attributi (o proprietà) e relazioni (o relazioni tra i membri della classe). Le definizioni di primitive rappresentative includono informazioni sul loro significato e vincoli sulla loro applicazione logicamente coerente.

Nel contesto dei sistemi di database, l'ontologia può essere vista come un livello di astrazione dei modelli di dati, analogo ai modelli gerarchici e relazionali, ma inteso a modellare la conoscenza sugli individui, i loro attributi e le loro relazioni con altri individui.

Le ontologie sono tipicamente specificate in linguaggi che permettono l'astrazione lontano da strutture di dati e strategie di implementazione; in pratica, i linguaggi delle ontologie sono più vicini in potenza espressiva alla logica del primo ordine rispetto ai linguaggi usati per modellare database. Per questo motivo le ontologie sono dette a livello "semantico", mentre gli schemi di database sono modelli di dati a livello "logico" o "fisico".

Grazie alla loro indipendenza dai modelli di dati di livello inferiore, le ontologie sono utilizzate per integrare database eterogenei, consentendo l'interoperabilità tra sistemi diversi e specificando interfacce per servizi indipendenti basati sulla conoscenza.

Le caratteristiche che deve avere questa forma di rappresentazione ottenuta attraverso un processo Ontologico sono:

- **formalità**, utilizza un linguaggio simbolico non ambiguo e processabile da elaboratori;

- **condivisibilità**, determinata dal consenso di una pluralità, il più ampia possibile, di soggetti competenti sulla materia rappresentata;
- **esplicitazione**, tutte le assunzioni sono rese in maniera esplicita.

I principali vantaggi della rappresentazione ontologica dei domini di interesse sono:

- modellazione concettuale, che non richiede di conoscere l'organizzazione fisica dei dati;
- elevata espressività, un concetto non è un elenco di attributi ma è la composizione ricorsiva di costrutti logici (intersezione, unione, complemento, disgiunzione o enumerazione di più concetti);
- possibilità di uso di strumenti automatici di ragionamento, si possono ottenere informazioni più complete ed esaustive ed effettuare ricerche più complesse ed efficienti;
- condivisione di conoscenza e vocabolari comuni, ottenendo un'interoperabilità a livello semantico tra uomo/uomo, uomo/macchina e macchina/macchina;
- separazione della conoscenza di dominio da quella operativa.

Le ontologie fanno parte dello stack di standard W3C per Semantic Web, in cui sono utilizzate per specificare vocabolari concettuali standard in cui scambiare dati tra sistemi, fornire servizi per rispondere a query, pubblicare basi di conoscenza riutilizzabili, e offrire servizi per facilitare l'interoperabilità tra sistemi e database multipli ed eterogenei.

Il ruolo chiave delle ontologie rispetto ai sistemi di database è quello di specificare una rappresentazione di modellazione dei dati a un livello di astrazione al di sopra di specifiche progettazioni di database (logiche o fisiche), in modo che i dati possano essere esportati, tradotti, interrogati e unificati attraverso sistemi e servizi sviluppati in modo indipendente.

2.4.6.1.1 Criteri di progettazione per Ontologie

Una serie preliminare di criteri di progettazione per ontologie il cui scopo è la condivisione delle conoscenze e la inter operazione tra programmi basati su una concettualizzazione condivisa sono:

- **chiarezza**. Un'ontologia dovrebbe comunicare il significato proposto dei termini definiti. Le definizioni dovrebbero essere obiettive e indipendenti dal contesto sociale e computazionale. Una definizione completa (un predicato definito da condizioni necessarie e sufficienti) è preferibile a una definizione parziale (definito solo da condizioni necessarie o sufficienti). Tutte le definizioni dovrebbero essere documentate con linguaggio naturale;
- **coerenza**. L'ontologia dovrebbe consentire inferenze coerenti con le definizioni. Almeno, gli assiomi di definizione dovrebbero essere logicamente consistenti. La coerenza dovrebbe applicarsi anche ai concetti definiti informalmente, come quelli descritti nella documentazione ed esempi in linguaggio naturale. Se una frase che può essere dedotta dagli assiomi contraddice una definizione o esempio dato informalmente, quindi l'ontologia è incoerente;
- **estensibilità**. L'Ontologia dovrebbe essere progettata per anticipare gli usi del vocabolario condiviso. Dovrebbe offrire una base concettuale per una serie di compiti previsti e la rappresentazione dovrebbe essere realizzata in modo che si può estendere e specializzare

l'ontologia monotonicamente. In altre parole, si dovrebbe essere in grado di definire nuovi termini per usi speciali sulla base del vocabolario esistente, in un modo che non richieda la revisione delle definizioni esistenti;

- **bias di codifica minimo.** La concettualizzazione dovrebbe essere specificata a livello di conoscenza senza dipendere da una particolare codifica a livello di simbolo. Un bias di codifica si verifica quando le scelte di rappresentazione vengono fatte in modo puro per comodità di notazione o implementazione. I bias di codifica dovrebbero essere minimizzati perché gli agenti di condivisione della conoscenza possono essere implementati in diversi sistemi di rappresentazione e stili di rappresentazione;
- **minimo impegno ontologico.** L'ontologia dovrebbe richiedere l'impegno ontologico minimo sufficiente a supportare le attività di condivisione della conoscenza previste. L'ontologia dovrebbe fare il minor numero possibile di affermazioni sul mondo da modellare, consentendo alle parti impegnate nella libertà dell'ontologia di specializzarsi e istanziare l'ontologia secondo necessità.

2.4.6.2 *Linked Data*

Nell'informatica, per Linked Data si intendono dati strutturati che sono interconnessi con altri dati in modo che diventino più utili attraverso query semantiche. È una tecnologia che basa su Web standard come HTTP, RDF e URI, ma invece di utilizzarle per servire pagine Web solo per utenti reali, le estende per condividere informazioni in modo che possano essere lette automaticamente dai computer. Parte della visione dei linked data prevede che Internet diventi un database globale.

I dati collegati possono anche essere dati aperti, nel qual caso vengono solitamente descritti come dati aperti collegati.

I quattro principi dei linked data sono i seguenti:

- gli URI (Uniform Resource Identifier) dovrebbero essere utilizzati per denominare e identificare singole cose;
- gli URI HTTP dovrebbero essere utilizzati per consentire la ricerca, l'interpretazione e successivamente il "dereferenzamento" di questi elementi;
- informazioni utili su ciò che un nome identifica dovrebbero essere fornite attraverso standard aperti come RDF, SPARQL, ecc.;
- quando si pubblicano dati sul Web, è necessario fare riferimento ad altri elementi utilizzando i nomi basati sull'URI HTTP.

2.4.6.2.1 *Ontologie usate nel Linked Data*

Una ontologia, come descritto nel precedente paragrafo, è una raccolta di definizioni di Tipo di entità e Tipo di relazione tra entità associate a un ambito del discorso.

Le ontologie sono liberamente accoppiate e condivisibili, se costruite utilizzando i principi dei Linked Data.

Alcune delle ontologie più conosciute sono:

- **FOAF**, un'ontologia che descrive le persone, le loro proprietà e relazioni;
- **UMBEL**, una struttura di riferimento leggera di 20.000 classi di concetti di soggetto e le loro relazioni derivate da OpenCyc, che possono fungere da classi vincolanti per dati esterni; contiene inoltre collegamenti a 1,5 milioni di entità denominate da DBpedia e YAGO.
UMBEL, una struttura di riferimento leggera di 20.000 classi di concetti di soggetto e le loro relazioni derivate da OpenCyc, che possono fungere da classi vincolanti per dati esterni; contiene inoltre collegamenti a 1,5 milioni di entità denominate da DBpedia e YAGO.

2.4.6.2.2 FOAF

FOAF (acronimo di Friend of a Friend) è un'ontologia leggibile dalla macchina che descrive le persone, le loro attività e le loro relazioni con altre persone e oggetti. Chiunque può usare FOAF per descrivere sé stesso. FOAF consente a gruppi di persone di descrivere i social network senza la necessità di un database centralizzato.

FOAF è un vocabolario descrittivo espresso utilizzando il Resource Description Framework (RDF) e il Web Ontology Language (OWL). I computer possono utilizzare questi profili FOAF per trovare, ad esempio, tutte le persone che vivono in Europa o per elencare tutte le persone che tu e un tuo amico conoscete.

Ciò si ottiene definendo le relazioni tra le persone. Ogni profilo ha un identificatore univoco (come gli indirizzi e-mail della persona, il numero di telefono internazionale, il nome dell'account Facebook, un ID Jabber o un URI della home page o del blog della persona), che viene utilizzato quando si definiscono queste relazioni.

Sebbene sia un caso d'uso e uno standard relativamente semplice, FOAF ha avuto un'adozione limitata sul web.

2.4.6.2.3 UMBEL

UMBEL (Upper Mapping and Binding Exchange Layer) è un Knowledge Graph organizzato logicamente di 34.000 concetti e tipi di entità che possono essere utilizzati in informatica per mettere in relazione tra loro informazioni provenienti da fonti diverse. UMBEL è stato rilasciato per la prima volta nel luglio 2008.

Il fondamento di queste informazioni avviene mediante riferimento comune agli URI permanenti per i concetti UMBEL; le connessioni all'interno dell'ontologia superiore dell'UMBEL consentono di collegare logicamente concetti provenienti da fonti a diversi livelli di astrazione o specificità. Poiché UMBEL è un estratto open source della base di conoscenza OpenCyc, può anche sfruttare le capacità di ragionamento all'interno di Cyc.

UMBEL ha due mezzi per promuovere l'interoperabilità semantica delle informazioni:

- una ontologia di circa 35.000 concetti di riferimento, progettata per fornire punti di mappatura comuni per mettere in relazione tra loro diverse ontologie o schemi;

- un vocabolario per facilitare la mappatura dell'ontologia, comprese le espressioni di relazioni di verosimiglianza distinte dall'esatta identità o equivalenza. Questo vocabolario è progettato anche per ontologie di domini interoperabili.

UMBEL è scritto nei linguaggi del Web semantico di SKOS e OWL 2.

È una struttura di classi utilizzata in Linked Data, insieme a OpenCyc, YAGO e all'ontologia DBpedia. Oltre all'integrazione dei dati, UMBEL è stato utilizzato per facilitare la ricerca di concetti, le definizioni di concetti, la classificazione delle query, l'integrazione dell'ontologia e il controllo della coerenza dell'ontologia.

È stato utilizzato anche per costruire ontologie di grandi dimensioni e per sistemi di risposta alle domande online.

Includendo OpenCyc, UMBEL ha circa 65.000 mappature formali a DBpedia, PROTON, GeoNames e schema.org e fornisce collegamenti a più di 2 milioni di pagine Wikipedia (versione inglese). Tutti i suoi concetti di riferimento e le mappature sono organizzati sotto una gerarchia di 31 diversi "super tipi", che sono per lo più disgiunti l'uno dall'altro. Ciascuno di questi "super tipi" ha la propria tipologia di classi di entità per fornire collegamenti flessibili per il contenuto esterno. Il 90% di UMBEL è contenuto in queste classi di entità.

2.4.6.3 OWL

Il Web Ontology Language (OWL) è una famiglia di linguaggi di Knowledge Representation per la creazione di ontologie. Le ontologie sono un modo formale per descrivere tassonomie e reti di classificazione, definendo essenzialmente la struttura della conoscenza per vari domini: i nomi che rappresentano classi di oggetti e i verbi che rappresentano le relazioni tra gli oggetti.

Le ontologie assomigliano alle gerarchie di classi nella programmazione orientata agli oggetti, ma esistono numerose differenze critiche. Le gerarchie di classi hanno lo scopo di rappresentare le strutture utilizzate nel codice sorgente che si evolvono abbastanza lentamente (magari con revisioni mensili) mentre le ontologie hanno lo scopo di rappresentare le informazioni su Internet e si prevede che si evolvano quasi costantemente.

Allo stesso modo, le ontologie sono tipicamente molto più flessibili in quanto destinate a rappresentare informazioni su Internet provenienti da tutti i tipi di fonti di dati eterogenee. Le gerarchie di classi, d'altro canto, tendono a essere abbastanza statiche e si basano su fonti di dati molto meno diversificate e più strutturate come i database aziendali.

I linguaggi OWL sono caratterizzati da una semantica formale. Si basano sullo standard per gli oggetti del World Wide Web Consortium (W3C) chiamato Resource Description Framework (RDF).

La famiglia OWL contiene molte specie, serializzazioni, sintassi e specifiche con nomi simili. OWL e OWL2 vengono utilizzati per fare riferimento rispettivamente alle specifiche del 2004 e del 2009.

Verranno utilizzati i nomi completi delle specie, inclusa la versione delle specifiche (ad esempio, OWL2 EL).

2.4.6.3.1 *OWL Ontology*

I dati descritti da un'ontologia della famiglia OWL vengono interpretati come un insieme di "individui" e un insieme di "asserzioni di proprietà" che mettono in relazione questi individui tra loro.

Un'ontologia consiste in un insieme di assiomi che pongono vincoli su insiemi di individui (chiamati "classi") e sui tipi di relazioni consentite tra loro. Questi assiomi forniscono la semantica consentendo ai sistemi di dedurre informazioni aggiuntive sulla base dei dati esplicitamente forniti. Un'introduzione completa al potere espressivo dell'OWL è fornita nella Guida OWL del W3C.

Le ontologie OWL possono importare altre ontologie, aggiungendo informazioni dall'ontologia importata all'ontologia corrente.

2.4.6.3.2 *Varianti OWL*

La specifica OWL approvata dal W3C include la definizione di tre varianti di OWL, con diversi livelli di espressività.

Questi sono OWL Lite, OWL DL e OWL Full (ordinati per espressività crescente). Ciascuno di questi sotto linguaggi è un'estensione sintattica del suo predecessore più semplice.

Vale il seguente insieme di relazioni e non i loro inversi:

- ogni ontologia di OWL Lite è un'ontologia di OWL DL;
- ogni ontologia OWL DL è un'ontologia OWL Full;
- ogni conclusione valida di OWL Lite è una conclusione valida di OWL DL;
- ogni conclusione OWL DL valida è una conclusione OWL completa valida.

OWL Lite

OWL Lite era originariamente destinato a supportare quegli utenti che necessitavano principalmente di una gerarchia di classificazione e di vincoli semplici.

Ad esempio, sebbene supporti i vincoli di cardinalità, consente solo valori di cardinalità pari a 0 o 1. Si sperava che sarebbe stato più semplice fornire il supporto dello strumento per OWL Lite rispetto ai suoi parenti più espressivi, consentendo un percorso di migrazione rapido per i sistemi che utilizzano thesauri e altre tassonomie.

In pratica, tuttavia, la maggior parte dei vincoli di espressività posti su OWL Lite ammontano a poco più che inconvenienti sintattici: la maggior parte dei costrutti disponibili in OWL DL può essere costruita utilizzando combinazioni complesse di funzionalità di OWL Lite.

OWL DL

OWL DL è progettato per fornire la massima espressività possibile mantenendo la completezza computazionale, la decidibilità (esiste una procedura efficace per determinare se e la disponibilità di algoritmi di ragionamento pratico).

OWL DL include tutti i costrutti del linguaggio OWL, ma possono essere utilizzati solo con determinate restrizioni (ad esempio, le restrizioni numeriche non possono essere poste su proprietà dichiarate transitive; e mentre una classe può essere una sottoclasse di molte classi, una classe non può essere un'istanza di un'altra classe).

OWL DL è così chiamato per la sua corrispondenza con la logica descrittiva, un campo di ricerca che ha studiato le logiche che costituiscono il fondamento formale di OWL.

OWL FULL

OWL Full è basato su una semantica diversa da OWL Lite o OWL DL, ed è stato progettato per preservare una certa compatibilità con RDF Schema.

Ad esempio, in OWL Full una classe può essere trattata contemporaneamente come un insieme di individui e come un individuo a sé stante; questo non è consentito in OWL DL.

OWL Full consente a un'ontologia di aumentare il significato del vocabolario predefinito (RDF o OWL).

OWL Full è indecidibile, quindi nessun software di ragionamento è in grado di eseguirne il ragionamento completo.

OWL2

In OWL 2 ci sono tre sotto linguaggi della lingua.

OWL 2 EL è un frammento che ha complessità di ragionamento temporale polinomiale;

OWL 2 QL è progettato per consentire un accesso e un'interrogazione più semplici ai dati archiviati nei database; OWL 2 RL è un sottoinsieme di regole di OWL 2

2.4.6.3.3 Sintassi OWL

La famiglia di linguaggi OWL supporta una varietà di sintassi.

È utile distinguere le sintassi di alto livello finalizzate alla specificazione dalle sintassi di scambio più adatte all'uso generale.

2.4.6.3.4 Sintassi ad Alto Livello

Sintassi astratta

La sintassi di alto livello viene utilizzata per specificare la struttura e la semantica dell'ontologia OWL.

La sintassi astratta OWL presenta un'ontologia come una sequenza di annotazioni, assiomi e fatti. Le annotazioni contengono metadati orientati alle macchine e agli esseri umani. Le informazioni sulle

classi, proprietà e individui che compongono l'ontologia sono contenute solo negli assiomi e nei fatti. Ogni classe, proprietà e individuo è anonima o identificata da un riferimento URI.

I fatti indicano dati su un individuo o su una coppia di identificatori individuali (che gli oggetti identificati sono distinti o uguali). Gli assiomi specificano le caratteristiche delle classi e delle proprietà. Questo stile è simile ai linguaggi frame e abbastanza dissimile dalle sintassi ben note per DL e Resource Description Framework (RDF).

Sintassi funzionale OWL2

Questa sintassi segue da vicino la struttura di un'ontologia OWL2. Viene utilizzato da OWL2 per specificare semantica, mappature per scambiare sintassi e profili.

2.4.6.3.5 Sintassi di Scambio

Sintassi RDF

Le mappature sintattiche in RDF sono specificate per i linguaggi della famiglia OWL.

Sono stati ideati diversi formati di serializzazione RDF. Ciascuno porta a una sintassi per le lingue della famiglia OWL attraverso questa mappatura. RDF/XML è normativo.

Sintassi XML OWL2

OWL2 specifica una serializzazione XML che modella fedelmente la struttura di un'ontologia OWL2.

Sintassi Manchester

La sintassi Manchester è una sintassi compatta e leggibile dall'uomo con uno stile vicino ai linguaggi frame. Sono disponibili variazioni per OWL e OWL2. Non tutte le ontologie OWL e OWL2 possono essere espresse in questa sintassi.

2.4.6.4 Profili di Interoperabilità

2.4.6.4.1 Profilo di interoperabilità Europeo DCAT-AP

Il profilo applicativo DCAT per portali dati in Europa (DCAT-AP) è una specifica basata sul vocabolario del catalogo dati (DCAT) per descrivere i set di dati del settore pubblico in Europa. Il suo caso d'uso di base è quello di consentire la ricerca di set di dati su portali incrociati e rendere i dati del settore pubblico più facilmente consultabili a livello transfrontaliero e settoriale. Ciò può essere ottenuto mediante lo scambio di descrizioni di set di dati tra portali di dati.

Il profilo dell'applicazione è una specifica per i record di metadati per soddisfare le esigenze applicative specifiche dei portali di dati in Europa fornendo allo stesso tempo l'interoperabilità semantica con altre applicazioni sulla base del riutilizzo di vocabolari controllati stabiliti (ad esempio EuroVoc) e delle mappature ai vocabolari di metadati esistenti (ad esempio Dublin Core, SDMX, metadati INSPIRE, ecc.).

Nella comunicazione sugli Open Data del 12 dicembre 2011, la Commissione Europea afferma che la disponibilità delle informazioni in un formato leggibile meccanicamente nonché in un sottile strato

di metadati concordati potrebbe facilitare il riferimento incrociato e l'interoperabilità dei dati e quindi migliorarne notevolmente il valore per il riutilizzo.

L'obiettivo di garantire la coerenza nei metadati descrittivi pubblicati dai portali di dati in tutta Europa è importante e ha un chiaro business case.

Vediamo i seguenti scenari:

- chi riutilizza i dati a volte trova difficile ottenere una panoramica di quali set di dati esistono e quali amministrazioni pubbliche li mantengono, in particolare se i set di dati si trovano in un altro Stato membro dove possono applicarsi barriere linguistiche e la struttura del governo non è familiare. Per affrontare questo problema, gli editori e i portali di dati mantengono cataloghi di set di dati resi disponibili dalle pubbliche amministrazioni sui loro siti web. La qualità dei metadati descrittivi in questi cataloghi influisce direttamente sulla facilità con cui è possibile trovare i set di dati;
- i fornitori di dati vogliono incoraggiare il riutilizzo dei loro set di dati rendendoli ricercabili e accessibili. In questo caso pubblicare online i metadati descrittivi dei set di dati può essere a volte più importante che renderli disponibili i dati effettivi. Soprattutto nei casi in cui i costi per pubblicare set di dati sono elevati e la domanda effettiva non è chiara, la pubblicazione su uno o più portali di dati può segnalare la disponibilità a basso costo.

2.4.6.4.2 Profilo di interoperabilità italiano DCAT-AP_IT

L'Ontologia OWL di DCAT-AP_ITE" è stata definita un'ontologia OWL serializzata in RDF/XML e disponibile in dati.gov.it nella sezione ontologie (onto), l'IRI dell'ontologia è <http://dati.gov.it/onto/dcatapit>.

La scelta di creare un'ontologia OWL è dettata da diverse motivazioni. In primo luogo, è importante ribadire che il profilo applicativo italiano non è uno standard di per sé, ma è un profilo di interoperabilità derivato dal profilo europeo DCAT-AP.

DCAT-AP, secondo quanto riportato dalle specifiche, a sua volta "intende essere uno strumento da utilizzare in un ambiente di tipo Linked Data".

È importante sottolineare l'importanza della definizione di un'ontologia OWL. Le ontologie si stanno sempre più sviluppando come strumento formale di rappresentazione, sulla base di specifici requisiti, di un dominio di conoscenza. In particolare, al fine di massimizzare la condivisione della conoscenza e garantire interoperabilità semantica, l'ontologia consente di descrivere la semantica dei dati con una terminologia concordata che può essere poi successivamente riusata anche in altri contesti con simili obiettivi. Tipicamente l'ontologia non è un obiettivo di per sé ma costituisce una base solida per poter sviluppare, al di sopra di essa, applicazioni e servizi avanzati semantici, sempre più diffusi con lo sviluppo dei Linked Data e in ambito World Wide Web.

Secondo diversi ricercatori del settore, nel creare vocabolari e/o profili di interoperabilità (come nel caso di DCAT-AP e DCAT-AP_IT), è importante seguire determinati principi che consentono una

pubblicazione virtuosa degli stessi. I principi sono derivati da quelli del paradigma Linked Data. Pertanto, nella creazione di vocabolari, profili di interoperabilità e ontologie, è importante non limitarsi alla pubblicazione di un documento di specifica ma garantire una pubblicazione sul Web in formato aperto, machine-readable e possibilmente attraverso l'adozione di standard, con l'uso di URI (Uniform Resource Identifier) persistenti e deferenziabili e con l'associazione di una licenza aperta che ne consenta il massimo riutilizzo.

Questo approccio, seguito ampiamente nella definizione dell'ontologia DCAT-AP_IT, consente di:

- massimizzare il riutilizzo dell'ontologia stessa, anche in altri contesti;
- collegare l'ontologia ad altre già presenti nel web dei dati. Per esempio, lo sviluppo OWL dell'ontologia DCAT-AP_IT ha consentito di collegarla all'ontologia OWL del profilo CPSV-AP_IT abilitando così un collegamento tra dati e servizi;
- porre le basi per la costruzione di applicazioni avanzate che utilizzano l'ontologia. Ne sono un esempio anche i meccanismi automatici di harvesting verso altri portali (e.g., portale europeo dei dati);
- porre le basi per garantire interoperabilità semantica anche nella definizione di metadati descrittivi di dati e di cataloghi delle pubbliche amministrazioni.

A questo va aggiunto che è altresì importante garantire che l'ontologia sia facilmente comprensibile da persone e non solo da software. A tal proposito, è cruciale fornire:

- un'ontologia OWL dove le etichette, assegnate alle varie proprietà e classi, e i commenti siano in più lingue (così l'ontologia OWL DCAT-AP_IT è espressa sia in italiano che in inglese);
- strumenti che consentano di navigare facilmente l'ontologia attraverso il Web. A tale proposito l'ontologia OWL di DCAT-AP_IT può essere acceduta e consultata mediante strumenti quali LODÉ (DCAT-AP_IT è navigabile via LODÉ in italiano e in inglese) e WebVOWL (DCAT-AP_IT ha una rappresentazione grafica).

2.4.6.4.3 Mapping e sotto temi dei dati

La seguente tabella rappresenta un esempio di un mapping utile al SIM, a livello di macro-categorie, tra i temi dei dati del profilo di metadato DCAT-AP_IT e i sotto temi per i dati che sono specificati attraverso l'uso del vocabolario controllato Europeo Eurovoc.

TEMI DEI DATI (CATEGORIE DCAT-AP)	SOTTO TEMI DEI DATI (CATEGORIE EUROVOC)
Agricoltura, pesca, silvicoltura e prodotti alimentari	5606 politica agricola
	5611 produzione e strutture agricole
	5616 orientamento produttivo agricolo
	5621 coltivazione di terreni agricoli



TEMI DEI DATI (CATEGORIE DCAT-AP)	SOTTO TEMI DEI DATI (CATEGORIE EUROVOC)
	5626 mezzo di produzione agricola
	5631 attività agricola
	5636 foresta
	5641 pesca
	6006 prodotto vegetale
	6011 prodotto animale
	6016 prodotto agricolo trasformato
	6021 bevande e zucchero
	6026 prodotto alimentare
	6031 industria agro-alimentare
	6036 tecnologia alimentare
Ambiente	5206 politica dell'ambiente
	5211 ambiente naturale
	5216 degrado ambientale

2.4.6.4.4 Mapping temi dati e temi INSPIRE

Diverso lavoro è stato fatto per produrre il mapping tra i temi dei dati del profilo DCAT-AP e i temi INSPIRE per i dati geospaziali.

INSPIRE themes	Definition	ISO Topic Categories	EuroVoc	ECON	ENVI	GOVE	REGI	TECH	ENER	Comments
Addresses	Location of properties based on address identifiers, usually by road name, house number, postal code.	Location	<i>not mapped</i>			X	X			
Buildings	Geographical location of buildings.	Structure	<i>not mapped</i>	X			X			ECON excluded since ISO topic categories do not map it to "economy"
Cadastral parcels	Areas defined by cadastral registers or equivalent.	Planning / Cadastre	<i>not mapped</i>	X			X			ECON excluded since ISO topic categories do not map it to "economy"

INSPIRE themes	Definition	ISO Topic Categories	EuroVoc	ECON	ENVI	GOVE	REGI	TECH	ENER	Comments
Coordinate reference systems	Systems for uniquely referencing spatial information in space as a set of coordinates (x, y, z) and/or latitude, longitude, and height, based on a geodetic horizontal and vertical datum.	<i>not mapped</i>	<i>not mapped</i>				X	X		TECH excluded since ISO topic categories do not map it to "geoscientific information"
Geographical grid systems	Harmonised multi-resolution grid with a common point of origin and standardised location and size of grid cells.	<i>not mapped</i>	<i>not mapped</i>				X	X		TECH excluded since ISO topic categories do not map it to "geoscientific information"
Geology	Geology characterised according to composition and structure. Includes bedrock, aquifers, and geomorphology.	Geoscientific Information	Geology (36 SCIENCE)				X	X		TECH included since ISO topic categories map it to "geoscientific information".

INSPIRE themes	Definition	ISO Topic Categories	EuroVoc	ECON	ENVI	GOVE	REGI	TECH	ENER	Comments
Orthoimagery	Geo-referenced image data of the Earth's surface, from either satellite or airborne sensors.	Imagery / Base Maps / Earth Cover	<i>not mapped</i>				X	X		
Hydrography	Hydrographic elements, including marine areas and all other water bodies and items related to them, including river basins and sub-basins. Where appropriate, according to the definitions set out in Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the	Inland Waters	Hydrology (36 SCIENCE)		X			X		

INSPIRE themes	Definition	ISO Topic Categories	EuroVoc	ECON	ENVI	GOVE	REGI	TECH	ENER	Comments
	field of water policy (2) and in the form of networks.									
Meteorological geographical features	Weather conditions and their measurements; precipitation, temperature, evapotranspiration, wind speed and direction.	Climatology / Meteorology / Atmosphere	meteorology (36 SCIENCE), bad weather (52 ENVIRONMENT), atmospheric condition		X			X		

INSPIRE themes	Definition	ISO Topic Categories	EuroVoc	ECON	ENVI	GOVE	REGI	TECH	ENER	Comments
			s (52 ENVIRONMENT)							
Land use	Territory characterised according to its current and future planned functional dimension or socio-economic purpose (e.g., residential, industrial, commercial, agricultural, forestry, recreational).	Planning / Cadastre	<i>not mapped</i>	X	X					ECON excluded since ISO topic categories do not map it to "economy"

INSPIRE themes	Definition	ISO Topic Categories	EuroVoc	ECON	ENVI	GOVE	REGI	TECH	ENER	Comments
Mineral resources	Mineral resources including metal ores, industrial minerals, etc., where relevant including depth/height information on the extent of the resource.	Economy	mining industry (66 ENERGY), mineral resources (52 ENVIRONMENT)	X	X		X		?	The proposal is to follow EuroVoc, where theme "mineral resources" is mapped to concepts from domains ENERGY & ENVIRONMENT

2.5 I Servizi del SIM

Questa sezione approfondisce le tematiche tecnologiche e architetturali che caratterizzano i servizi applicativi del SIM.

2.5.1 Il modello architetturale a microservizi

Il modello architetturale a microservizi è un approccio di progettazione software che struttura un'applicazione come una collezione di servizi autonomi e "loosely coupled". Ogni microservizio è responsabile di una funzionalità specifica e può essere sviluppato, distribuito, eseguito e scalato indipendentemente dagli altri. I componenti chiave di questo modello architetturale sono:

- **microservizi:** sono unità funzionali indipendenti che comunicano tra loro tramite API ben definite. Ogni microservizio è focalizzato su una singola capacità di business e può essere sviluppato in un linguaggio di programmazione diverso dagli altri;
- **database per microservizio:** ogni microservizio ha il proprio database dedicato, che può essere di tipo diverso a seconda delle esigenze (SQL, NoSQL, Graph, etc.). Questo aiuta a garantire l'indipendenza dei dati e la resilienza del servizio;
- **API Gateway:** funziona come un punto di ingresso unificato per le richieste esterne, indirizzandole al microservizio appropriato. Può anche gestire gli aspetti *cross-cutting* come l'autenticazione, la limitazione del traffico e il bilanciamento del carico;
- **Service Discovery:** permette ai microservizi di effettuare la discovery e comunicare tra loro. In un ambiente dinamico dove i servizi possono cambiare indirizzi IP, il service discovery mantiene un registro aggiornato dei servizi disponibili;
- **Service Mesh:** facilita la comunicazione tra microservizi gestendo il traffico di rete, le politiche di sicurezza e il monitoraggio in un livello di infrastruttura dedicato;
- **Circuit Breaker:** aiuta a prevenire i "fault" a catena tra i servizi. Se un microservizio non risponde, il *circuit breaker* interrompe temporaneamente le chiamate a quel servizio, permettendo al sistema di continuare a funzionare isolando il componente in avaria;
- **Load Balancer:** distribuisce le richieste in ingresso tra le istanze dei microservizi per ottimizzare l'utilizzo delle risorse e ridurre i tempi di risposta;
- **CI/CD Pipeline:** le pipeline di Continuous Integration (CI) e Continuous Deployment (CD) automatizzano il testing, la build e il deployment dei microservizi;
- **Observability:** strumenti per il monitoraggio, logging e tracciature, con correlazione sono essenziali per tenere traccia dello stato di salute, delle prestazioni e per diagnosticare i problemi nei microservizi.

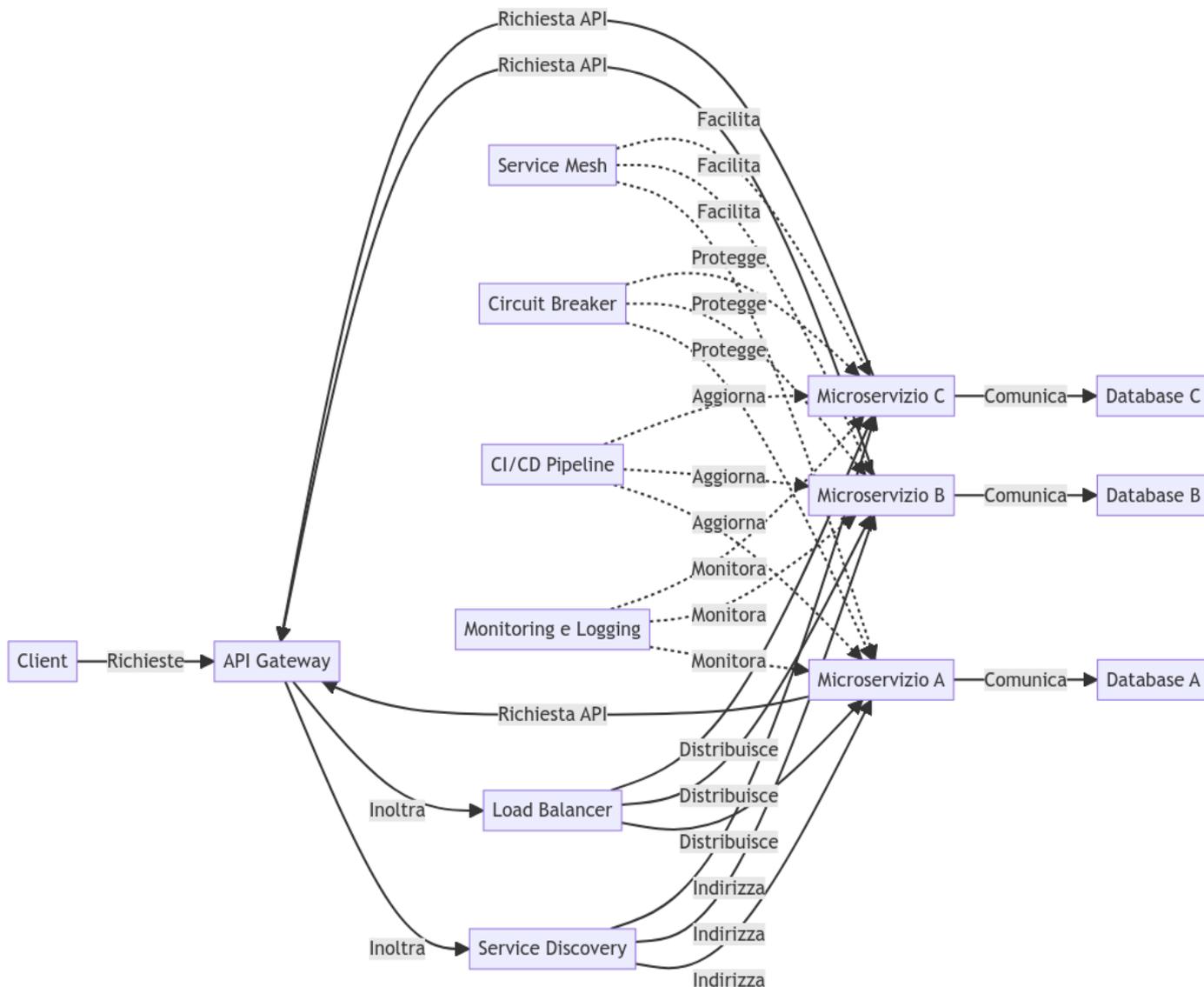


Figura 17 - Diagramma concettuale di un'architettura a microservizi

Inoltre, un'architettura altamente parallelizzabile i cui servizi sono in esecuzione su componenti applicative separate (es. microservizi) presenta l'indubbio vantaggio di fornire un meccanismo di tuning delle performance molto più granulare rispetto a quello possibile su un sistema monolitico. A fronte della necessità di scalare orizzontalmente il sistema per aumentarne le performance, in un sistema a microservizi si possono (e si devono!) scalare solo i servizi che ne hanno bisogno, mentre in un sistema monolitico non si può far altro che scalare l'intera applicazione in quanto indivisibile, con inutile spreco di risorse applicative e infrastrutturali. Questa particolarità è di estremo interesse per il SIM.

Segue una panoramica rapida dei vantaggi, dei potenziali problemi e delle strategie per affrontare tali problemi.

2.5.1.1 Vantaggi

I principali vantaggi sono:

- **scalabilità:** i microservizi possono essere scalati indipendentemente, consentendo un utilizzo efficiente delle risorse e la capacità di gestire carichi variabili;
- **resilienza:** il fallimento di un singolo servizio non comporta necessariamente il crollo dell'intero sistema, migliorando l'affidabilità complessiva del sistema;
- **flessibilità tecnologica:** diversi microservizi possono essere sviluppati utilizzando lo stack tecnologico più appropriato per le loro specifiche esigenze;
- **distribuzione rapida:** servizi più piccoli e indipendenti facilitano distribuzioni e aggiornamenti più rapidi, consentendo una risposta più veloce ai cambiamenti delle esigenze governative;
- **modularità:** questo approccio consente aggiornamenti e manutenzione più facili senza influenzare l'intero sistema.

2.5.1.2 Potenziali Problemi

Tra i principali problemi noti possiamo considerare:

- **complessità:** gestire un gran numero di servizi può diventare complesso, richiedendo robusti meccanismi di orchestrazione e scoperta dei servizi;
- **coerenza dei dati:** assicurare la coerenza dei dati tra i servizi può essere difficile, specialmente con database distribuiti;
- **latenza di rete:** un aumento della comunicazione tra servizi può portare a latenza, influenzando le prestazioni;
- **sicurezza:** ogni microservizio aumenta la superficie di attacco, richiedendo un'attenzione particolare alla sicurezza a livello di servizio.

2.5.1.3 Come risolvere o mitigare i problemi

L'approccio previsto per la mitigazione prevede una serie di pratiche e approcci adeguati a indirizzare i potenziali problemi:

- **orchestrazione dei servizi:** utilizzare strumenti come Kubernetes per orchestrare microservizi containerizzati, gestire il loro ciclo di vita e scalarli secondo necessità;
- **API Gateway:** implementare una soluzione "enterprise grade" API gateway per gestire le richieste ai vari microservizi, fornendo un unico punto di ingresso che può gestire bilanciamento del carico, caching e politiche di sicurezza. Nel contesto del SIM tale soluzione è riconducibile nella Integration Platform;
- **Distributed tracing:** adottare strumenti di tracciamento distribuito per monitorare e risolvere interazioni complesse tra microservizi;
- **coerenza eventuale:** abbracciare modelli di coerenza eventuale dove appropriato e impiegare tecniche come il pattern Saga per gestire transazioni distribuite;
- **migliori pratiche di sicurezza:** applicare le migliori pratiche di sicurezza come l'uso di HTTPS per la comunicazione tra servizi, la protezione dei punti finali dei servizi e l'implementazione di autenticazione e autorizzazione specifiche per il servizio;

- **monitoraggio e registrazione:** implementare un monitoraggio e una registrazione completi per rilevare e rispondere tempestivamente ai problemi. Ciò include il monitoraggio in tempo reale della salute dei servizi e delle metriche di prestazione;
- **Circuit Breaker:** utilizzare circuit breaker per prevenire che un servizio in fallimento influenzi gli altri, consentendo al sistema di continuare a operare nonostante i fallimenti di singoli servizi;
- **pratiche DevOps:** integrare pratiche DevOps per semplificare lo sviluppo, il testing, la distribuzione e le operazioni, promuovendo una cultura di miglioramento continuo.

Considerando attentamente questi aspetti e implementando strategie per gestirli, nel contesto della realizzazione del SIM si può sfruttare efficacemente l'architettura a microservizi per costruire un sistema digitale robusto, scalabile e flessibile che consente la realizzazione di un sistema federato come è chiaramente definita nei principi che ispirano il SIM.

2.5.2 Le interfacce logiche

Le interfacce logiche applicative in un'architettura a microservizi sono i punti di comunicazione definiti che permettono ai vari microservizi di interagire tra loro e con il mondo esterno. Queste interfacce sono solitamente implementate come API (Application Programming Interface) che espongono un set di operazioni che altri servizi o client possono utilizzare.

In un'architettura a microservizi, ogni servizio espone la propria API, che definisce in modo chiaro e preciso i metodi disponibili, i dati richiesti e i formati di risposta attesi. Questo permette ai servizi di essere sviluppati, testati, distribuiti e scalati in modo indipendente.

2.5.2.1 I contratti API

Nel contesto della definizione delle API è di rilevante importanza la tematica dei contratti API.

I "contratti" delle API sono un aspetto fondamentale in un'architettura a microservizi. Un contratto di API è un accordo formale che descrive esattamente come i client possono interagire con il servizio. Questo include i dettagli su endpoint, metodi supportati (GET, POST, PUT, DELETE, ecc.), formati dei dati in ingresso e in uscita, codici di stato delle risposte e le condizioni di errore. La documentazione del contratto di API è cruciale per garantire che i consumatori delle API sappiano come utilizzarle correttamente.

L'OpenAPI Specification (OAS), precedentemente conosciuta come Swagger Specification, è uno standard ampiamente adottato per la descrizione dei contratti delle API RESTful. Fornisce un linguaggio ricco e comprensibile sia dalle macchine sia dagli umani per descrivere l'interfaccia delle API, che può essere utilizzato per generare documentazione, client di API, e persino mock server per facilitare lo sviluppo e il testing.

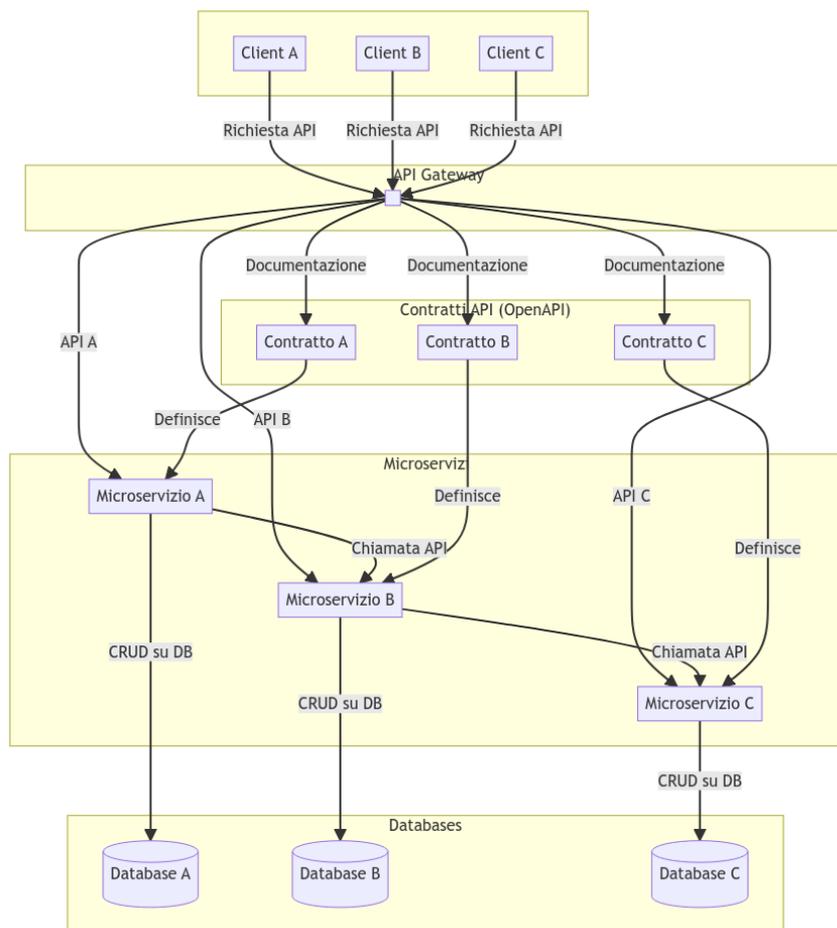


Figura 18 – Rappresentazione grafica di un contesto di contrattualizzazione delle API

In questo diagramma esteso si possono notare:

- **Contratti API (OpenAPI):** questo blocco rappresenta la documentazione e i contratti delle API per ogni microservizio, definiti secondo lo standard OpenAPI;
- **le frecce da "Contratti API (OpenAPI)" a "Microservizi"** indicano che ogni microservizio è governato da un contratto di API che ne definisce l'interfaccia;
- **le frecce da "API Gateway" a "Contratti API (OpenAPI)"** rappresentano la documentazione delle API disponibile attraverso l'API Gateway, che i clienti possono consultare per capire come interagire con i microservizi.

2.5.3 Il modello di interoperabilità

Tutti gli aspetti relativi alle tematiche di interoperabilità sono direttamente allineati a quanto previsto dalle linee guida AgID sul tema e dalle più recenti indicazioni legate alla tematica MODI, infatti con la **Determinazione n. 128 del 23 maggio 2023**, AgID ha aggiornato il Documento operativo - "Pattern di sicurezza delle Linee guida sull'interoperabilità tecnica delle Pubbliche Amministrazioni ai sensi del Capitolo 6 - Pattern e profili di interoperabilità delle stesse Linee Guida".

2.5.3.1 L'interoperabilità nei servizi Geospaziali

L'interoperabilità estesa alla tematica dell'interoperabilità geospaziale è completamente basata sullo standard OGC (Open Geospatial Consortium).

2.5.4 Il Service Mesh

Service Mesh è, analogamente al Data Mesh, un framework architetturale nel contesto di un'architettura distribuita. È progettato, nell'ambito di uso di soluzioni basate su tecnologia container Docker e Kubernetes, per semplificare la comunicazione, il monitoraggio e la gestione dei servizi, migliorando l'affidabilità, la sicurezza e la resilienza del sistema. Le caratteristiche salienti di un Service Mesh sono:

- **Proxy Sidecar:** un Service Mesh utilizza un proxy sidecar (in pratica un proxy HTTP REST che opera come container nello stesso Pod Kubernetes dove risiede il container del microservizio), spesso implementato come un container, accanto a ogni servizio applicativo. Questo proxy sidecar agisce come intermediario tra il servizio applicativo e il resto del sistema, gestendo il traffico di rete in ingresso e in uscita;
- **gestione del traffico:** un Service Mesh offre un controllo granulare sulla gestione del traffico tra i servizi e, in questo contesto, è possibile definire regole di routing, bilanciamento del carico, gestione delle versioni e "circuit breaking" per controllare il flusso dei dati e le connessioni tra i servizi;
- **monitoraggio e osservabilità:** un Service Mesh offre strumenti integrati per il monitoraggio e l'osservabilità del sistema. Ciò include la raccolta di metriche di prestazione, tracciamento delle richieste, rilevamento degli errori e visualizzazione dei dati per facilitare il monitoraggio e il debug dei servizi stessi;
- **sicurezza e autenticazione:** la sicurezza è un aspetto fondamentale di un Service Mesh in quanto prevede funzionalità di autenticazione, autorizzazione e cifratura dei dati per proteggere le comunicazioni tra i servizi applicativi. Può anche offrire strumenti per la gestione delle politiche di sicurezza, come il controllo degli accessi basato sui ruoli degli specifici utilizzatori dei servizi;
- **Service Discovery:** un Service Mesh include un sistema di service discovery che consente ai servizi di scoprire e connettersi tra loro dinamicamente. Questo semplifica l'aggiunta, la rimozione o l'aggiornamento dei servizi senza dover modificare manualmente le configurazioni o le dipendenze;
- **gestione dei fault:** nel Service Mesh le strategie per la gestione dei fault (dei microservizi) e la resilienza del sistema sono implicite. Ciò include la rilevazione degli errori, la ripetizione automatica di richieste fallite, il fallback a servizi alternativi e il "circuit breaking" per evitare che un fallimento si propaghi attraverso tutto il sistema. La funzionalità di "circuit breaking" consente alle applicazioni di affrontare un inconveniente rapidamente e applicare il disimpegno del servizio il prima possibile, fornendo così i mezzi per limitare l'impatto derivante dalla propagazione dei guasti in tutto il sistema distribuito.

2.5.5 Principi rilevanti sui servizi e il relativo ciclo di vita

In un'architettura complessa, come quella del SIM, è conveniente delineare i principi su cui base la gestione del ciclo di vita dei servizi offerti, il seguente elenco traccia quelli più rilevanti:

1. **Separazione delle responsabilità:** i servizi applicativi all'interno di un service- mesh devono essere progettati in modo indipendente, con una separazione chiara delle responsabilità. Ogni servizio dovrebbe svolgere una funzione specifica e avere una propria autonomia operativa.
2. **Comunicazione tramite API:** i servizi applicativi comunicano tra loro attraverso API ben definite e standardizzate. Questo consente una comunicazione chiara e con disaccoppiamenti tra i servizi, favorendo la scalabilità, la flessibilità e la sostituibilità dei componenti. In questo ambito è estremamente utile sfruttare le funzionalità offerte da una piattaforma di integrazione completa piuttosto che basarsi semplicemente su un API gateway o un API manager che non includono diverse funzionalità (scenari di integrazione, trasformazione payload, unificazione e coordinamento chiamate API in situazione complesse, ecc.).
3. **Resilienza e tolleranza agli errori:** i servizi applicativi devono essere progettati per essere resilienti e tolleranti agli errori. Ciò implica l'implementazione di strategie di gestione degli errori, la gestione delle code, la replica dei servizi e la gestione dei time-out, al fine di garantire un'esperienza affidabile anche in presenza di fallimenti.
4. **Sicurezza e gestione delle autorizzazioni:** i servizi applicativi devono essere protetti attraverso meccanismi di autenticazione, autorizzazione e crittografia dei dati in transito. La gestione delle autorizzazioni e dei privilegi di accesso deve essere attentamente gestita per garantire che solo i servizi autorizzati possano accedere alle risorse necessarie allo scopo.
5. **Monitoraggio e osservabilità:** i servizi applicativi devono essere monitorati e osservati in modo da raccogliere dati sulle prestazioni, la disponibilità e la scalabilità. Questo consente di identificare tempestivamente eventuali problemi, analizzare le prestazioni dei servizi e prendere decisioni informate per migliorare l'efficienza e la qualità dell'intero sistema.
6. **Sviluppo e distribuzione:** i servizi applicativi devono essere sviluppati seguendo i principi di sviluppo moderni, come la pratica DevSecOps, per garantire la qualità del codice, i test automatizzati e le procedure di distribuzione continuativa. Gli strumenti di automazione del processo di sviluppo e distribuzione aiutano a ridurre gli errori e a garantire una distribuzione efficiente e affidabile dei servizi. Ove possibile è conveniente sfruttare strumenti che facilitano/accelerano il processo di progettazione e sviluppo, oltre a garantire un più elevato livello di qualità dei risultati.
7. **Provisioning e scalabilità:** la gestione del ciclo di vita dei servizi applicativi deve includere anche la capacità di effettuare il "provisioning" e scalare i servizi in base alle esigenze di carico e alle richieste del sistema. L'utilizzo di strumenti di orchestrazione dei workload e gestione dei container semplifica notevolmente questo processo, consentendo di distribuire e scalare i servizi in modo dinamico - nell'architettura tecnologica del SIM l'uso della

piattaforma Kubernetes e della tecnologia container Docker è determinata in fase di origine del progetto.

8. **Aggiornamenti e versioning:** nel corso del ciclo di vita di un servizio applicativo, possono essere necessari aggiornamenti o rilasci di nuove versioni. È importante gestire correttamente il processo di aggiornamento, inclusa la distribuzione delle nuove versioni, la gestione delle dipendenze e la gestione delle retrocompatibilità. L'uso di strumenti di gestione delle versioni e di controllo delle modifiche è indispensabile per supportare questo processo. In questo ambito è previsto l'uso di una piattaforma di Software Forge necessaria come "single source of truth" di tutta la produzione software legata ai servizi SIM e anche al provisioning automatizzato dei componenti di piattaforme abilitanti e infrastruttura di base.
9. **Decommissioning:** infine, quando un servizio applicativo non è più necessario, è importante eseguire una corretta procedura di "decommissioning". Ciò include il ritiro dei servizi, la rimozione delle dipendenze e la pulizia delle risorse associate. La corretta dismissione contribuisce a mantenere l'ambiente di esecuzione dei servizi pulito ed efficiente oltre a eliminare potenziali rischi di sicurezza.
10. **Semantic versioning:** un ulteriore aspetto importante nel conteso della gestione del ciclo di vita delle API è l'uso del Semantic Versioning che aiuta a gestire le tematiche di retro-compatibilità tra versioni della stessa specifica API. Il semantic versioning prevede una numerazione a tre cifre, per esempio 1.3.10, dove, per convenzione, il primo numero riguarda le evoluzioni non retro-compatibili, il secondo numero l'aggiunta funzioni in maniera retro-compatibile e il terzo numero gli aggiornamenti minori di sicurezza che non aggiungono funzionalità.

2.5.6 Contratti/Accordi relativi a Domini dati e servizi

La gestione delle interazioni nel SIM tra i vari stakeholders e il MASE deve tenere conto di due categorie di aspetti:

- **Amministrativa**, che implica:
 - **l'Ambito di condivisione dei dati:**
 - termini, condizioni e responsabilità relative alla condivisione dei dati tra le pubbliche amministrazioni e altre entità;
 - riferimenti ai diritti e alla riservatezza e privacy delle parti coinvolte.
 - **Conformità legale e normativa:**
 - norme che regolano lo scambio legale, sicuro e affidabile dei dati;
 - misure per il trattamento e l'integrità dei dati.
 - **Ambito di collaborazione:**
 - organi amministrativi coinvolti;
 - processi di coordinamento, comunicazione e adozione decisioni applicabili.
- **Tecnica**, che implica:
 - **interoperabilità dei dati:**

- formati di dati standardizzati;
- protocolli e interfacce per garantire la compatibilità e la comunicazione tra i sistemi.
- **Accesso self-service ai dati:**
 - funzionalità per fruire dei dati in piena autonomia, una volta stabilito l'accordo di accesso.
- Integrazione dei dati:
 - procedimenti per la replica e la federazione dei dati.
- **Sicurezza e riservatezza dei dati:**
 - controlli di accesso, crittografia, autenticazione;
 - protocolli/formati sulla comunicazione dei dati.
- **Governance dei dati:**
 - qualità e garanzia dei dati, di cui il proprietario è responsabile;
 - proprietà dei dati;
 - processi di convalida dei dati;
 - ruoli relativi alla gestione dei dati.

Per supportare al meglio il coinvolgimento stakeholders del SIM è utile predisporre questi accordi sulla base di quanto già disponibile per la Pubblica Amministrazione nel contesto della Piattaforma Digitale Nazionale Dati e di Interoperabilità. Il modello di accordo standard è disponibile a questo indirizzo:

https://docs.italia.it/AgID/documenti-in-consultazione/ig-pdnd-docs/it/bozza/doc/02_Allegato%204/

2.6 Piattaforme e tecnologie per il SIM

2.6.1 Piattaforme Acceleratrici

Le Piattaforme Acceleratrici svolgono un ruolo rilevante per permettere lo sviluppo e il rilascio in modalità incrementale consentendo di avere in tempi più rapidi la disponibilità dei servizi del SIM; tutto questo grazie alla dotazione di strumenti "low-code/no-code" inclusi nei prodotti che implementano tali piattaforme e che offrono la possibilità di facilitare enormemente la prototipazione dei vari componenti applicativi; facilitano inoltre lo sviluppo in modalità collaborativa in particolare con gli esperti di dominio nei vari campi di ricerca e competenza sulle tematiche verticali del SIM.

2.6.1.1 Digital eXperience Platform

Il termine Digital eXperience Platform (DXP) è relativamente recente e identifica un nuovo modello di soluzione per la gestione integrata dell'interazione di un sistema digitale con i suoi diversi utenti o più precisamente per gestire la cosiddetta "customer journey". Per comprendere meglio il concetto di DXP, è fondamentale comprendere alcune soluzioni tecnologiche che hanno segnato le tappe evolutive verso la creazione di questa piattaforma:

- il **CMS (Content Management System)** è una soluzione software progettata per permettere la creazione, gestione e pubblicazione di contenuti digitali, prevalentemente testuali e multimediali,

- senza necessariamente avere competenze tecniche in programmazione. I CMS sono fondamentali per la gestione dei contenuti di siti web, blog e portali, permettendo una separazione tra contenuto e design e facilitando la gestione dei contenuti da parte di più utenti;
- il **WEM (Web Experience Management)**, va oltre la semplice gestione dei contenuti. Come suggerisce il nome, il WEM si concentra sull'esperienza dell'utente finale. Questo sistema non solo gestisce il contenuto, ma anche l'interazione con l'utente, l'analisi del comportamento del visitatore e la personalizzazione del contenuto in base al profilo dell'utente o alle sue azioni passate sul sito;
 - il **DAM (Digital Asset Management)**, invece, è una soluzione centrata sulla gestione, archiviazione e organizzazione di risorse digitali come immagini, video, documenti e altri asset multimediali. Offre funzionalità come la catalogazione, la ricerca avanzata, la conversione di formati e la gestione dei diritti d'uso, garantendo che gli asset siano facilmente accessibili e condivisibili all'interno di un'organizzazione;
 - la **Digital eXperience Platform**: integra le capacità di CMS, WEM e DAM in una soluzione unificata, permettendo alle organizzazioni di creare, gestire ed erogare esperienze digitali omogenee attraverso vari canali. Non si tratta solo di unire funzionalità, ma di realizzare una piattaforma che possa gestire il ciclo di vita completo dei contenuti e dei servizi, offrendo un'esperienza utente coesa e personalizzata. Mentre CMS, WEM e DAM possono operare come soluzioni singole, la DXP li fonde insieme fornendo gli strumenti più adeguati in modo consistente.

2.6.1.1.1 Come funziona una DXP

Una Digital eXperience Platform (DXP) funziona come un ecosistema integrato che centralizza e gestisce dati e informazioni e assiste nel miglior modo l'interazione degli utenti con i servizi offerti nel contesto del SIM.

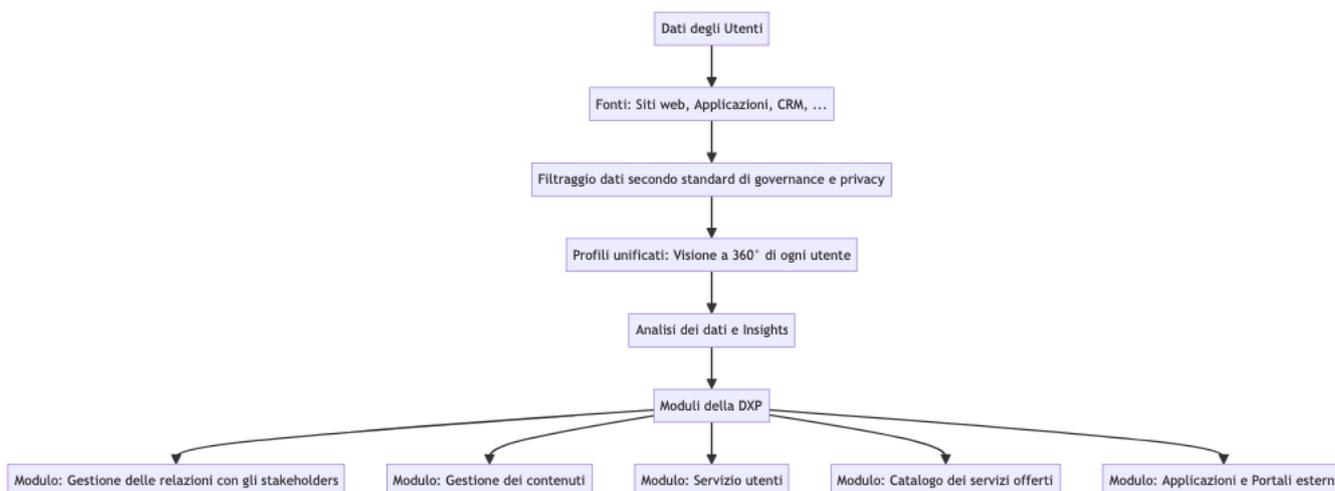


Figura 19 - Digital eXperience Platform

Inizia con l'**estrazione dei dati degli utenti da diverse fonti**, come siti web, applicazioni, CRM e altri sistemi. Questa eterogeneità è la chiave per ottenere una visione completa di ogni utente o cliente.

Una volta raccolti, i dati vengono **filtrati secondo specifici standard di governance e protezione della privacy**. Questo garantisce che le informazioni gestite rispettino le normative vigenti e che i dati personali degli utenti siano trattati in modo sicuro e confidenziale.

Successivamente, la DXP **organizza le informazioni raccolte in profili unificati**. Ciò significa che ogni interazione, preferenza o dato relativo a un utente è raccolto e organizzato in un unico profilo, offrendo una visione a 360 gradi sulle esigenze e i comportamenti di quel particolare utente.

Ma non si tratta solo di raccolta e organizzazione: una DXP **analizza i dati** per comprenderli e per trarre insight utili. Questo permette di personalizzare l'esperienza dell'utente, di prevedere le sue esigenze e di offrire contenuti e servizi più pertinenti.

Infine, una DXP non è un sistema monolitico, ma piuttosto una piattaforma composta da **vari moduli**, ognuno dedicato a una specifica funzione e tutti interconnessi. Per esempio, nel contesto del SIM, una DXP può avere un modulo dedicato alla **gestione delle relazioni con gli stakeholders**, uno alla **gestione dei contenuti**, uno per il **servizio utenti**, un altro per il **catalogo dei servizi offerti** e, non da ultimo, moduli per **applicazioni e portali esterni**. Questa modularità permette la necessaria scalabilità e flessibilità, così da essere in grado di adattarsi alle mutevoli esigenze del mercato e degli utenti.

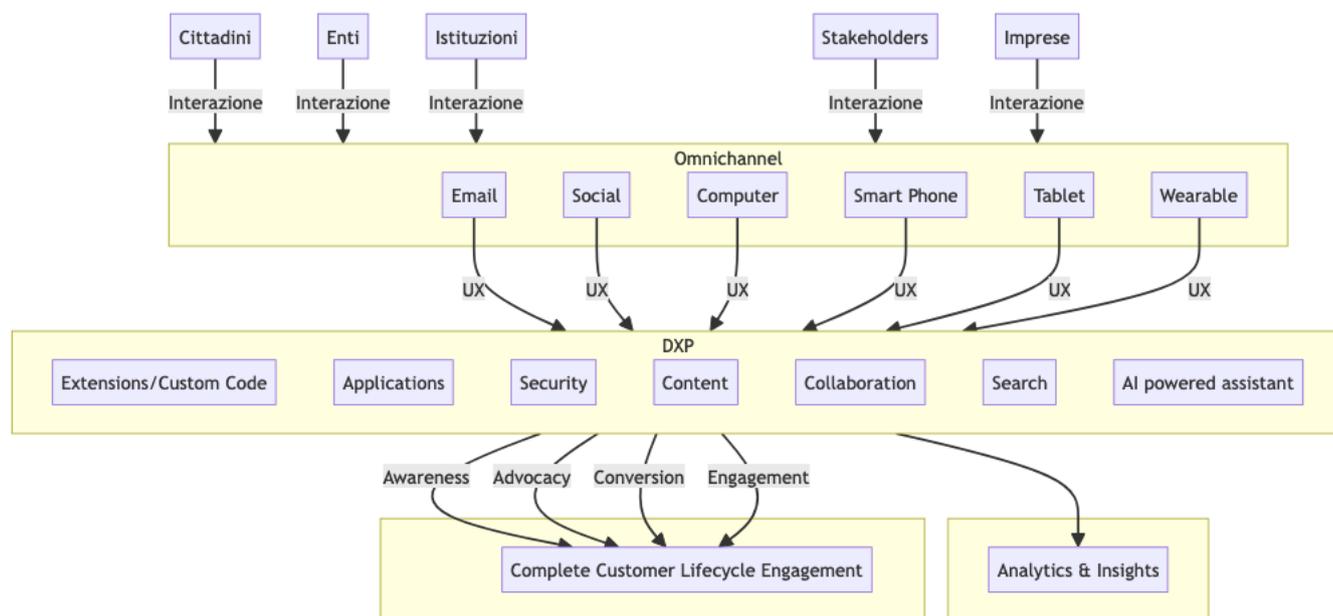


Figura 20 – DXP da una prospettiva funzionale

2.6.1.1.2 Best practices nell'uso della DXP

La DXP deve poter offrire un'esperienza digitale completa e immersiva e in questo senso per ottenere il massimo dei benefici, derivanti dal suo uso, è essenziale seguire alcune best practices:

2.6.1.1.2.1 Contenuto Personalizzato (Personalized Content)

- **Segmentazione degli utenti:** consente di identificare e classifica gli utenti in segmenti basati su comportamenti, preferenze e dati demografici così da presentare contenuti pertinenti e mirati a ciascun segmento;
- **utilizzo di Analytics:** monitora e analizza i dati di comportamento degli utenti per comprendere quali contenuti siano più efficaci e quali necessitino di ottimizzazione;
- **Test A/B:** permette di effettuare test A/B per comparare e valutare diverse versioni di contenuti, garantendo così che ogni utente riceva la versione più pertinente e coinvolgente.

2.6.1.1.2.2 Customer self-service

- **Portali e Dashboard:** consente di implementare portali o dashboard intuitivi che permettono agli utenti di accedere autonomamente alle informazioni e ai servizi di cui hanno bisogno;
- **base di conoscenza:** permette di creare una base di conoscenza completa e facilmente navigabile, fornendo risposte immediate alle domande più frequenti degli utenti;
- **Chatbot e assistenza virtuale:** abilita l'uso di soluzioni di chatbot o assistenti virtuali, basati su tecniche innovativi di Generative AI, che possano guidare gli utenti nella risoluzione di problemi o nella ricerca di informazioni, riducendo così la necessità di intervento umano e facendo leva sulle conoscenze di assistenza accumulate nel tempo.

2.6.1.1.2.3 Gestione delle Relazioni con gli Stakeholders del SIM (SIM Stakeholders relationships)

- **Comunicazione multi-canale:** garantisce una comunicazione coerente e omogenea attraverso tutti i canali, dal web alle e-mail, dai social media alle applicazioni mobile;
- **CRM integrato:** sfrutta un sistema CRM integrato per tracciare e gestire le interazioni con gli stakeholders, garantendo una comprensione completa del loro comportamento e delle loro esigenze;
- **Feedback e interazione:** fornisce strumenti per raccogliere feedback e incoraggia la partecipazione attiva degli stakeholders, creando un senso di appartenenza e coinvolgimento.

L'adozione di pratiche come quelle esposte consente di sfruttare al massimo le potenzialità di una DXP.

2.6.1.1.3 Caratteristiche funzionali essenziali della DXP per il SIM

Nel contesto del SIM la DXP Platform svolge un ruolo cruciale per realizzare le applicazioni dei contesti verticali del SIM e gestirne al meglio tutti gli aspetti funzionali e non funzionali. Il componente principale della piattaforma è Liferay Digital Experience Platform (DXP) 7.4. Esso è il principale strumento per creare esperienze clienti personalizzate e connesse. Come descritto in precedenza, agisce come una piattaforma di integrazione che facilita la collaborazione senza soluzione di continuità, una gestione efficace dei contenuti e la personalizzazione, adattandosi alle esigenze omnichannel e alle attese di interattività degli utenti. La Digital eXperience Platform (DXP) per il SIM presenta le seguenti caratteristiche.

2.6.1.1.3.1 Funzionalità completa

- **Flusso di dati bidirezionale:** la DXP per il SIM deve garantire un flusso di dati costante e bidirezionale tra il sistema e gli utenti. Ciò significa che le informazioni possono essere inviate e ricevute in tempo reale, senza ritardi o interruzioni;
- **operatività semplificata:** gli utenti devono poter eseguire le operazioni senza difficoltà, con interfacce intuitive e guide chiare. Ogni attività, dal caricamento dei dati all'analisi, deve essere semplificata ed efficiente;
- **fluidità dei dati:** l'integrazione e la sincronizzazione dei dati sono essenziali per offrire un'esperienza utente senza soluzione di continuità. Qualsiasi incoerenza o ritardo nella trasmissione dei dati può compromettere l'efficienza del sistema e l'esperienza dell'utente.

2.6.1.1.3.2 Esperienza omnicanale

- **Coerenza tra dispositivi:** indipendentemente dal dispositivo utilizzato, l'esperienza deve rimanere coerente. Che si tratti di un PC, un tablet o uno smartphone, l'utente deve ricevere informazioni aggiornate e coerenti;
- **pubblicazione unificata:** la capacità di effettuare modifiche in un unico luogo e di pubblicarle su tutti i canali assicura che gli utenti ricevano sempre informazioni aggiornate, indipendentemente dal dispositivo o dal canale di accesso.

2.6.1.1.3.3 Customer journey completa

- **Supporto end-to-end:** dall'acquisizione del lead alla conversione, passando per la fidelizzazione, la DXP deve accompagnare l'utente in ogni fase del suo percorso, garantendo un'esperienza fluida e senza interruzioni;
- **raccolta anonimizzata delle interazioni:** ai fini di ottimizzare l'esperienza nell'uso dei servizi del SIM.

2.6.1.1.3.4 Sicurezza e privacy dei dati

- **protezione avanzata:** la DXP deve integrare sistemi avanzati di sicurezza per proteggere sia i dati istituzionali e amministrativi che quelli di vari utenti che interagiscono nel SIM. Un particolare attenzione deve essere rivolta a dati che sono di una sensibilità elevata in relazione a: potenziali informazioni di rilevanza per la sicurezza del territorio e della nazione, dati legati a informazioni rilevanti in ambito di procedimenti e indagini in ambito giudiziario, ecc.;
- **conformità normativa:** tenendo conto delle crescenti preoccupazioni in materia di privacy e delle normative in continua evoluzione, è fondamentale che la DXP sia sempre aggiornata in termini di conformità, garantendo la protezione dei dati personali degli utenti.

2.6.1.2 Integration Platform

Nel contesto del SIM, l'interoperabilità e l'integrazione applicativa sono esigenze cruciali per le esigenze necessarie alla creazione di un vero sistema federato, interoperabile e associato a un'architettura Data Mesh. Al centro di questa esigenza c'è la figura dell'Integration Platform, una soluzione che mira a semplificare, standardizzare e ottimizzare i processi di integrazione tra diverse applicazioni e sistemi/domini che sono parte del SIM.

Caratterizzata da una serie di funzionalità avanzate, una Integration Platform va oltre il tradizionale concetto di iPaaS (Integration Platform as a Service). Sebbene spesso le soluzioni iPaaS siano presentate come servizi consumabili in modalità SaaS, una vera Integration Platform offre una flessibilità molto maggiore. Permette alle organizzazioni di operare in un modello cloud ibrido, garantendo allo stesso tempo la sicurezza e l'autonomia di una soluzione privata.

Uno dei tratti distintivi dell'Integration Platform è la sua aderenza agli standard open. Questo orientamento verso un modello aperto assicura che la piattaforma sia non solo trasparente, ma anche altamente compatibile con una vasta gamma di tecnologie e infrastrutture. Questo è particolarmente rilevante in un paesaggio tecnologico in rapida evoluzione, dove nuove applicazioni, servizi e tecnologie emergono con una frequenza sempre crescente.

Dal punto di vista funzionale, una tipica **Integration Platform** offre una serie di strumenti che facilitano l'integrazione dei dati, la gestione dei flussi di lavoro e l'automazione dei processi. La capacità di creare connettori personalizzati consente alle organizzazioni di integrare facilmente nuove applicazioni e servizi senza dover ricorrere a pesanti personalizzazioni o sviluppi ad hoc. Inoltre, attraverso funzionalità come il mapping dei dati e la trasformazione, è possibile assicurarsi che i dati fluiscano senza problemi tra i sistemi, mantenendo coerenza e integrità.

Un altro aspetto fondamentale è la capacità di monitorare e gestire le integrazioni in tempo reale. Ciò consente di identificare rapidamente eventuali problemi o inefficienze, garantendo che i processi di integrazione rimangano fluidi ed efficienti.

2.6.1.2.1 *Benefici derivanti dall'uso di un'Integration Platform*

I principali benefici derivanti dall'uso dell'Integration Platform sono:

- **efficienza:** integrando sistemi e applicazioni diverse, l'Integration Platform permette di snellire i processi operativi, automatizzare i flussi di lavoro ed eliminare l'inserimento manuale dei dati, con conseguente aumento dell'efficienza operativa;
- **accelerazione nella realizzazione di nuovi servizi:** i connettori, i modelli e gli schemi di integrazione precostituiti accelerano il processo di sviluppo, riducendo il tempo e l'impegno necessari per creare le integrazioni. La disponibilità di strumenti low-code/no-code e editor visuali, per i flussi di integrazione permette di creare rapidamente nuovi prodotti e servizi;
- **integrazione senza soluzione di continuità:** offre un approccio unificato all'integrazione, consentendo di collegare sistemi e applicazioni eterogenei in modo rapido ed efficiente. Ciò elimina la dipendenza da soluzioni puntuali e crea un flusso di dati coerente e affidabile;
- **scalabilità:** sfruttando un'architettura modulare e operando su piattaforma Kubernetes ne sfrutta appieno le capacità di scalabilità, flessibilità e resilienza;
- **sicurezza estesa:** l'architettura prevista per le necessità del SIM è realizzata tenendo conto della esigenza di sicurezza grazie alla separazione delle funzionalità su diversi strati, all'uso di protocolli di comunicazione protetti e a un sistema di autenticazione modulare e flessibile basato su standard riconosciuti. L'accesso alla piattaforma è garantito da un sistema che consente di creare organizzazioni, ambienti e profili sulla base del ruolo e delle attività legate all'uso della

piattaforma. Allo stesso tempo offre analoghe garanzie nel contesto dell'uso delle API gestite dalla piattaforma grazie alle diverse funzionalità per garantire un uso appropriato.

2.6.1.2.2 Capacità di connettere sistemi eterogenei

L'Integration Platform consente la gestione completa del ciclo di vita degli scenari di integrazione e relative API utilizzate in tale contesto API consentendo l'integrazione di qualsiasi sistema applicativo. I tipici casi d'uso includono connettività IoT, microservizi, ETL, interoperabilità su larga scala e sostituzione SOA legacy.

2.6.1.2.3 Data integration patterns

I dati, in un sistema come il SIM, sono una risorsa fondamentale, ma spesso possono essere difficili da accedere, orchestrare e interpretare a causa di diverse ragioni quali formati obsoleti, potenziali errori, inconsistenze, ecc.

Quando i dati sono trasferiti da un sistema all'altro, non sempre sono in un formato standard; la Data Integration li rende di fatto agnostici, in modo da potervi accedere e gestirli con facilità.

Per rendere i dati ancora più utilizzabili e in tempi rapidi si possono utilizzare modelli, o pattern, di integrazione adeguati al caso.

I pattern presentano sempre gradi di perfezione, ma possono essere ottimizzati o adottati in base alle esigenze specifiche. Possono essere considerati cinque modelli di integrazione dei dati, facilmente realizzabili con MuleSoft Anypoint, basati sui casi d'uso frequenti e sui modelli di integrazione cloud.

2.6.1.2.3.1 Pattern 1: Data Migration

La migrazione è l'atto di spostare i dati da un sistema all'altro. Una migrazione considera:

- un sistema di origine in cui risiedono i dati prima dell'esecuzione;
- un sistema di destinazione in cui i dati saranno inseriti;
- un criterio o più criteri che determinano l'ambito dei dati da migrare;
- una trasformazione che l'insieme dei dati deve subire per poter essere usata nel sistema di destinazione;
- la possibilità di catturare i risultati della migrazione per conoscere lo stato finale rispetto allo stato desiderato.

La capacità di poter effettuare migrazione di dati è importante perché diversamente si perderebbero tutti i dati accumulati ogni volta che si cambia soluzione tecnologica.

La migrazione dei dati è necessaria quando si deve passare da un sistema a un altro, si sposta un'istanza di quel sistema a un'altra o a un'istanza più recente, si avvia un nuovo sistema che amplia l'infrastruttura attuale, si esegue il backup di un set di dati, si aggiungono nodi a cluster di database, si sostituisce l'hardware del database, si consolidano i sistemi e molto altro ancora.

2.6.1.2.3.2 Pattern 2: Data Broadcast

Il broadcast può anche essere chiamato “sincronizzazione unidirezionale da uno a molti” e si riferisce allo spostamento di dati da un singolo sistema di origine a molti sistemi di destinazione in modo continuo e in tempo reale (o quasi).

Ogni volta che è necessario mantenere i dati aggiornati tra più sistemi nel tempo, è necessario uno schema di trasmissione, di sincronizzazione bidirezionale o di correlazione. Il pattern broadcast, come il pattern di migrazione, sposta i dati in una sola direzione, dall'origine alla destinazione. Il pattern broadcast, a differenza del pattern di migrazione, è transazionale. Ciò significa che non esegue la logica dei processori di messaggi per tutti gli elementi che sono nell'ambito; piuttosto, esegue la logica solo per gli elementi che sono cambiati di recente. Si pensi al broadcast come a una sorta di “finestra scorrevole” che cattura solo gli elementi che hanno valori di campo modificati dall'ultima volta che il broadcast è stato eseguito.

Un'altra differenza importante riguarda il modo in cui viene progettata l'implementazione del pattern. La migrazione sarà ottimizzata per gestire grandi volumi di dati, elaborare molti record in parallelo e avere un caso di fallimento aggraziato. I pattern di broadcast sono ottimizzati per elaborare rapidamente i record ed essere altamente affidabili per evitare di perdere dati critici durante il transito.

Il broadcast risulta utile quando la “necessità” del modello di trasmissione può essere facilmente identificata in base ai seguenti criteri:

- quando un determinato sistema ha bisogno di sapere non appena si verifica l'evento, real-time o near-real-time;
- i dati devono fluire da un sistema a un altro in modo automatico, senza alcun intervento manuale;
- uno specifico sistema ha bisogno di conoscere cosa succede a un determinato oggetto in un altro sistema, di fatto equivalente a un caso di sincronizzazione bidirezionale ma decisamente più efficiente.

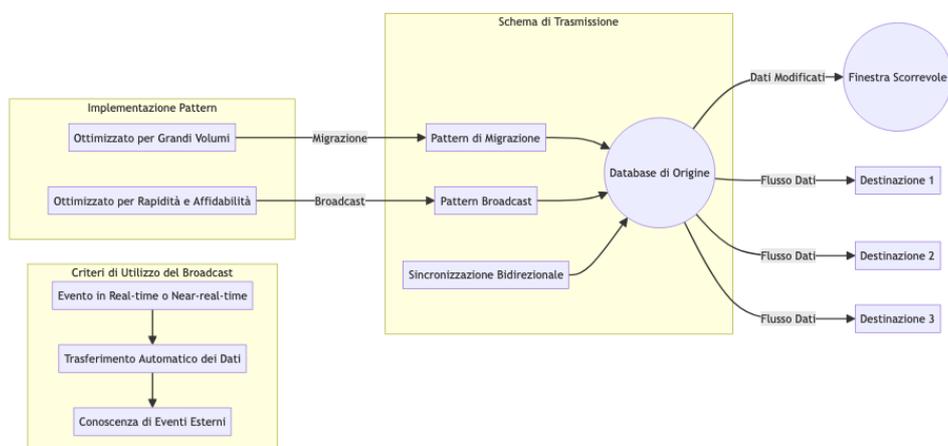


Figura 21 - Data broadcast

2.6.1.2.3.3 Pattern 3: Sincronizzazione bidirezionale

Il modello di integrazione bidirezionale dei dati sincronizzati è l'atto di combinare due insiemi di dati in due sistemi diversi in modo che si comportino come un unico insieme, pur rispettando la loro necessità di esistere come insiemi di dati diversi. Questo tipo di esigenza di integrazione deriva dalla presenza di strumenti o sistemi diversi per svolgere funzioni diverse sullo stesso set di dati.

Ad esempio, si può avere un sistema per l'acquisizione dei dati di rilievo sulle "piene", in una determinata zona geografica, per un intervallo temporale definito e un altro sistema che elabora le statistiche relative ai volumi di acqua presenti in una determinata zona geografica in uno specifico periodo temporale. Si potrebbe realizzare un'unica applicazione con un funzioni separate che operano su un database condiviso oppure avere due microservizi separati con basi dati separate e che per quanto riguarda elementi in comune, nelle rispettive basi dati, si può ricorrere alla soluzione di sincronizzazione bidirezionale di tali elementi.

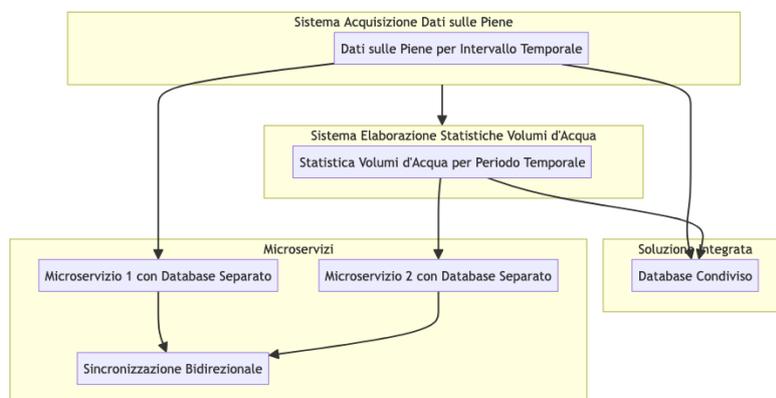


Figura 22 - Sincronizzazione bidirezionale

2.6.1.2.3.4 Pattern 4: Correlazione

Il pattern di integrazione dei dati di correlazione è un approccio progettuale che identifica l'intersezione di due set di dati ed esegue una sincronizzazione bidirezionale di quel set di dati di scopo solo se quell'elemento è naturalmente presente in entrambi i sistemi. In modo simile a come il pattern bidirezionale sincronizza l'unione dei set di dati, la correlazione sincronizza l'intersezione.

Nel caso del pattern di correlazione, gli elementi che risiedono in entrambi i sistemi possono essere stati inseriti a seguito di un processo di integrazione dati, come nel caso di due microservizi che inseriscono lo stesso set di coordinate spaziali nei rispettivi database.

Il modello di correlazione non si preoccupa della provenienza di questi oggetti, ma li sincronizza agnosticamente, purché siano presenti in entrambi i sistemi.

Il pattern di integrazione dei dati di correlazione è utile quando si hanno due gruppi o sistemi che vogliono condividere i dati solo se entrambi hanno un record che rappresenta lo stesso elemento nella realtà.

2.6.1.2.3.5 Pattern 5: Aggregazione

L'aggregazione è l'atto di prendere o ricevere dati da più sistemi e convogliarli in una singola entità. Per esempio, l'integrazione di dati, provenienti da tre distinti domini di data set, come a titolo esemplificativo:

- rilevazioni di umidità e temperatura dai sensori dalla rete IoT;
- informazioni meteo dallo stakeholder Italia Meteo;
- informazioni geospaziali dal servizio GIS del SIM.

Tutti ottenibili tramite chiamate API distinte.

È ovviamente possibile prelevare tali dati distinti, usare diverse tecniche per memorizzarli e poi creare un'aggregazione utile allo scopo di uno specifico caso di uso, per esempio memorizzando tali dati in un database e poi effettuare una join. Oppure ottenere tali dati in broadcast su tre applicazioni distinte che poi aggiornano tale database. Però non sono soluzioni ideali perché introducono complessità e aumentano il numero di risorse e servizi usati. Inoltre, ci sarà sempre un certo numero di chiamate API inutili per garantire che il database sia sempre costantemente aggiornato; infatti, per essere sicuri l'unico modo è comunque a cadenza temporale definita procedere chiamate API in modo da avere la garanzia di ottenere tali dati sempre aggiornati.

È qui che entra in gioco lo schema di aggregazione. Se si crea uno scenario di integrazione è possibile effettuare l'aggregazione al volo all'interno della piattaforma di Integrazione. In pratica l'applicazione attiva lo scenario con una singola chiamata API; non appena attivato lo scenario effettua le tre chiamate API distinte, accede al payload delle chiamate API, effettua l'aggregazione ritorna all'applicazione che aveva effettuato la chiamata API il risultato di questa aggregazione.

In questo modo si semplifica l'applicazione stessa, non si creano database in più, non c'è bisogno di schedare aggiornamenti periodici di tale database.

Il pattern di aggregazione trae il suo valore dalla possibilità di estrarre ed elaborare dati da più sistemi in un unico momento da parte di un'applicazione e con un'unica chiamata API. Ciò significa che i dati sono aggiornati nel momento in cui servono, non vengono replicati e possono essere elaborati o uniti per produrre il set di dati desiderato.

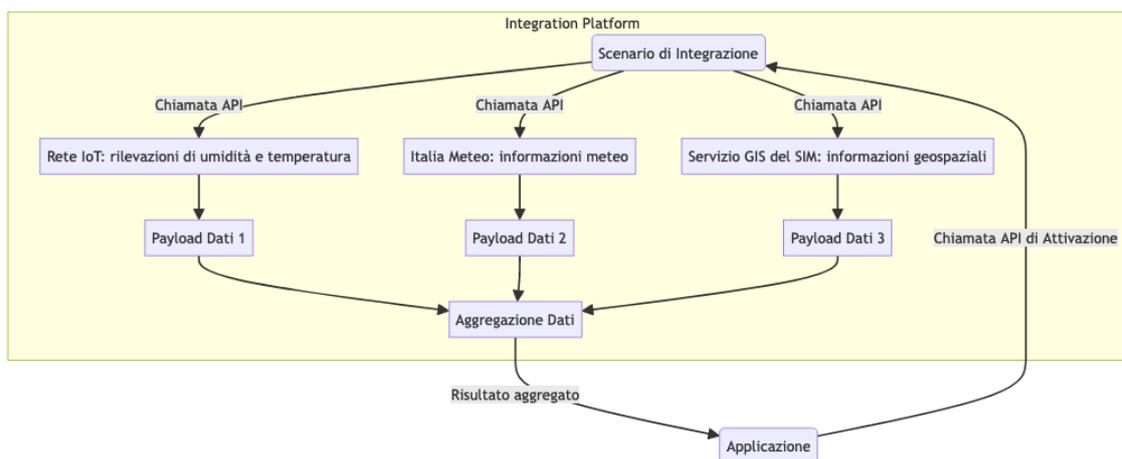


Figura 23 - Correlazione

2.6.1.2.4 L'Interoperabilità

Rispetto al tema dell'Interoperabilità l'Integration Platform assume, in questo contesto, un ruolo protagonista, agendo come catalizzatore e facilitatore dell'interazione tra differenti sistemi e applicazioni.

Il Sistema Integrato di Monitoraggio (SIM) ne è un esempio lampante. Un sistema di tale complessità richiede l'integrazione di una moltitudine di fonti dati, applicazioni e servizi, provenienti da diversi stakeholders. Si tratta di entità che, pur operando all'interno dello stesso ecosistema, potrebbero avere sistemi basati su tecnologie, standard e protocolli differenti. In un contesto così frammentato, garantire una piena interoperabilità non è solo auspicabile, ma fondamentale.

2.6.1.2.4.1 Interoperabilità è un fattore chiave in un'architettura Data Mesh

L'ottica del Data Mesh accentua ulteriormente questa necessità. Questa filosofia, infatti, vede i dati non come un monolite centralizzato, ma come una rete distribuita, in cui ogni nodo (o dominio) è responsabile della propria porzione di dati. Questo approccio decentralizzato presenta enormi vantaggi in termini di scalabilità e flessibilità, ma pone anche nuove sfide in termini di integrazione e interoperabilità.

Con un Data Mesh, l'Integration Platform diventa il ponte che collega questi diversi nodi, garantendo che i dati possano fluire liberamente tra di loro. Va oltre la semplice traduzione di protocolli o formati; si tratta di comprendere il contesto, le regole e le esigenze di ciascun stakeholder e di garantire che i dati siano non solo accessibili, ma anche comprensibili e utilizzabili in modo efficace.

In pratica, ciò significa l'armonizzazione di set di dati eterogenei, la risoluzione di conflitti tra diverse versioni di dati o la garanzia che i dati rispettino determinati standard di qualità e conformità. L'Integration Platform gestisce queste complessità, permettendo ai vari stakeholders di concentrarsi sulla produzione di dati e servizi, rilevanti per il SIM, senza doversi preoccupare dei dettagli tecnici dell'integrazione.

2.6.1.2.5 *Api Manager*

L'API Manager è uno strato software che offre una interfaccia centralizzata tra le API di back-end del sistema e relativi sistemi utilizzatori, che possono essere direttamente soluzioni applicative piuttosto che ulteriori sistemi esterni. Questo punto di accesso alle API, in quanto nodo centrale tra consumer e producer dei servizi, agevola la gestione di aspetti come autenticazione e autorizzazione, audit, generazione statistiche di utilizzo dei servizi.

Più in generale, la componente permette di gestire tutto il ciclo di vita delle API offrendo agli utilizzatori delle stesse un punto di accesso in cui è possibile conoscere i servizi esposti e il loro comportamento tramite la relativa documentazione, allo stesso tempo permette di fattorizzare le necessità comuni nell'erogazione dei servizi o anche eseguire operazioni di integrazione/trasformazione dati prima dell'invocazione del servizio finale. È questa componente, inoltre, che permette di gestire le versioni di un servizio ed eventuali politiche di routing e throttling.

Dal punto di vista più prettamente tecnico, l'API Manager è un API Gateway leggero cloud native che può essere inserito nel contesto di qualsiasi API RESTful ed è facilmente estendibile tramite i suoi moduli e plugin.

2.6.1.3 *Data Platform*

2.6.1.3.1 *Data governance*

Le soluzioni di Data Governance mirano a semplificare la gestione dei dati sia operativamente che in termini di conformità normativa, migliorando la loro comprensibilità. Queste soluzioni utilizzano strumenti di ricerca e scoperta dei dati e connettori per estrarre i metadati, semplificando la protezione dei dati, l'esecuzione delle analisi, la gestione delle pipeline e accelerando i processi ETL.

Il servizio Data Governance fornisce una piattaforma già pronta per un controllo centralizzato e sicuro dei dati. Questa soluzione offre i seguenti vantaggi:

- analizza, profila, organizza, collega e arricchisce automaticamente i metadati;
- implementa algoritmi per l'estrazione automatica di metadati e relazioni;
- supporta la conformità normativa e la privacy dei dati con il tracciamento intelligente dell'origine dei dati (data lineage) e il monitoraggio della conformità;
- semplifica la ricerca e l'accesso ai dati e verifica la loro validità prima di condividerli;
- produce dati relativi alla qualità dei dati;
- permette di definire in modo semplice e rapido modelli e regole per la validazione dei dati e la risoluzione degli errori;
- consente di monitorare gli interventi per la risoluzione degli errori dei dati;
- mantiene la conformità rispetto ad audit interni e normative esterne.

Il sottosistema deve fornire una gestione completa dei metadati, comprendendo non solo l'accesso e la selezione dei dati tramite navigazione, ma anche strumenti per il popolamento automatico. Questo può avvenire tramite la lettura dei metadati dai sistemi fornitori o attraverso l'editing interattivo da parte degli amministratori del sistema o dei proprietari dei dati condivisi.

Per valorizzare i metadati, verranno create ontologie adatte per rappresentare modelli semantici. Questo scopo è quello di aumentare la comprensibilità nella interpretazione di grandi volumi di dati eterogenei provenienti da vari stakeholder del sistema.

Un modello ontologico comprenderà CLASSI, ATTRIBUTI, RELAZIONI e INDIVIDUI.

Inoltre, il sistema sarà dotato di un motore di ricerca semantica avanzata che migliorerà l'accuratezza della ricerca dei dati interpretando gli intenti dell'utente e il contesto delle parole utilizzate nella ricerca. Questo consentirà di ottenere estrazioni di dati più pertinenti per le esigenze dell'utente. L'operatività sarà semplice e intuitiva, consentendo agli utenti di consultare i dati disponibili, esaminarne le caratteristiche e selezionarli per l'uso. Ad esempio, sarà possibile sovrapporre un layer cartografico selezionato ad altri layer nella mappa e utilizzarlo con le funzioni dell'applicazione in uso.

Il modulo di "Data Governance" si basa sul tool DataHub, che offre funzionalità di data lineage e data exploration.

- Data Lineage:

la funzionalità di data lineage può essere accessibile tramite la voce "Pipelines", permette di visualizzare il flusso logico di trasformazione all'interno della piattaforma, ad esempio è possibile esplorare dettagli di job specifici (come job di tipo Spark) e visualizzare i task relativi al job. Andando in dettaglio è possibile visualizzare la lineage specifica e attivare la visualizzazione delle colonne per comprendere appieno le trasformazioni.

- Data Exploration:

il tool DataHub può eseguire la scansione del datalake e di altre fonti informative per raccogliere metadati da tutte le fonti utilizzate, il tool guiderà l'utente nella definizione delle sorgenti, inclusa l'importazione dei metadati da sorgenti predefinite tramite UI o da altre sorgenti supportate tramite file di configurazione.

Una volta completata la scansione, tutti i file saranno ricercabili utilizzando una barra di ricerca semantica, consentendo agli utenti di trovare facilmente i dati di loro interesse.

In generale, il modulo Data Governance utilizza DataHub per fornire una visione chiara del flusso dei dati all'interno del sistema e semplifica l'esplorazione dei metadati provenienti da diverse fonti.

L'architettura del servizio Data Governance è composta da diversi moduli:

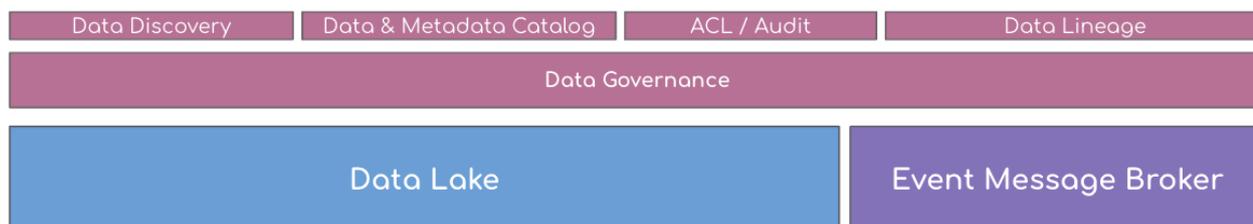


Figura 24 - Moduli del servizio Data Governance

- **Data & Metadata Catalog:** questo modulo gestisce i dati di varie tipologie (strutturati, semi-strutturati, non strutturati) archiviati nel Data Lake sotto forma di folder e file di diversi formati. Per poter manipolare questi dati in modo efficiente tramite processing engine o query engine, è necessario fornire metadati aggiuntivi. Queste informazioni sono memorizzate in un "metastore" come HCatalog, consentendo la gestione coerente dei dataset;
- **Data Search & Discovery:** questo modulo esplora automaticamente i dataset del Data Lake alla ricerca di metadati che arricchiscano la conoscenza delle informazioni disponibili. Le regole e gli algoritmi, incluso il machine learning, vengono utilizzati per popolare un database di metadati in modo affidabile e completo. Una volta popolato, questo database viene utilizzato per ricerche basate su tipologia di dati;
- **Data Lineage:** questo modulo traccia il ciclo di vita dei dati dal loro punto di origine attraverso tutte le trasformazioni che subiscono durante il loro percorso. Questo tracciamento è utile per identificare e gestire i dati in modo efficace. I metadati sono fondamentali per creare una cultura dei dati. Il Data lineage è implementato attraverso un database che registra le operazioni sul Data Lake;
- **ACL/Audit:** questo modulo comprende la gestione dei permessi granulari di accesso ai dati e il monitoraggio dell'uso dei dati. Le funzionalità ACL (Access Control List) e di audit sono implementate a livello di MinIO per proteggere e monitorare il Data Lake. Se necessario, le ACL possono essere implementate anche a livello di HCatalog per inibire l'accesso ai metadati.

DataHub è uno strumento che estende il catalogo dati, offrendo funzionalità di data discovery, data observability e data governance. Consente di tracciare i cambiamenti nei dati nel tempo, distinguere le varie sorgenti di dati e identificare dati sensibili soggetti a specifiche normative.

L'architettura di DataHub include componenti come Gms (DataHub Metadata Service), front end per l'interfaccia utente e un modulo di azioni per il filtraggio e la trasformazione dei dati in tempo reale. Utilizza anche tecnologie open source come Apache Kafka, Apache Zookeeper, Schema Registry, OpenSearch e MySQL.

2.6.1.3.1.1 Utilizzo nei verticali

Il modulo di Data Governance contribuisce a garantire la coerenza, l'accessibilità e la sicurezza dei dati, che sono essenziali per prendere decisioni informate e rispondere alle sfide specifiche di ogni settore. Inoltre, promuove la trasparenza e la conformità alle normative, migliorando l'efficienza e la fiducia nell'uso dei dati.

- **Controllo dell'Instabilità Idrogeologica:**
il modulo di Data Governance può garantire che i dati relativi al monitoraggio del terreno siano completi, accurati e aggiornati. Ciò è fondamentale per identificare le tendenze e i cambiamenti nel terreno che potrebbero indicare l'instabilità.
- **Agricoltura di Precisione:**
il modulo può aiutare a mantenere l'integrità dei dati agricoli, inclusi i dati sulle colture, le condizioni del suolo e i piani di coltivazione. Questo è cruciale per prendere decisioni informate in agricoltura di precisione.
- **Monitoraggio dell'Inquinamento Marino e Litorale:**
il modulo può garantire che i dati relativi all'inquinamento marino e litorale siano accurati e prontamente accessibili, consentendo una risposta rapida alle emergenze ambientali.
- **Prevenzione di Illeciti Ambientali:**
il modulo può gestire le segnalazioni di attività sospette o illegali, garantendo la tracciabilità e l'accesso controllato alle informazioni sensibili.
- **Supporto alle Emergenze:**
il modulo può essere utilizzato per tenere traccia delle risorse disponibili durante situazioni di emergenza, facilitando il coordinamento delle operazioni di soccorso.
- **Gestione degli Incendi Boschivi e di Interfaccia:**
il modulo può aiutare a tracciare le operazioni di spegnimento degli incendi, garantendo un accesso sicuro ai dati di missione, alle risorse e alle informazioni critiche.

2.6.1.3.2 BI Platform

Il Modulo di BI Platform svolge un ruolo fondamentale nell'analisi e nell'interpretazione dei dati raccolti dai vari moduli consentendo agli operatori di accedere e fruire delle informazioni in modo più agevole. Questo modulo offre funzionalità per la creazione di report e dashboard che supportano il monitoraggio e le decisioni degli utenti, utilizzando KPI basati su dati storici e attuali dell'intera piattaforma.

I dati sono importati e collegati al modulo BI da diverse fonti tramite connettori di varie tipologie, tra cui database relazionali e non relazionali, JDBC/ODBC, dati cloud e servizi web. L'obiettivo principale del modulo è semplificare l'interpretazione dei dati, sfruttando tecniche di AI, Machine Learning e Natural Language Processing per identificare modelli e tendenze nei dati.

Attraverso BI Platform Desktop, è possibile creare report definendo la struttura, il layout e gli elementi visivi, come immagini e testi, per arricchire i report. Le tipologie di report disponibili includono tabelle, grafici, report multi-colonna, mappe tematiche e sotto-report, ciascuna progettata per rappresentare i dati in modi diversi e agevolare la comprensione e l'analisi dei dati.

I dati necessari per la rappresentazione grafica sulla piattaforma BI provengono da:

- Sistemi Federati come ad esempio DPC, ISPRA, ADB, Guardia di Finanza ecc.;
- elaborazioni di informazioni e residenti all'interno del SIM;
- dati storici inclusi nella data platform.

Tableau

Tableau è una piattaforma leader nell'ambito della visualizzazione dei dati e dell'analisi visuale, riconosciuta per la sua capacità di trasformare dati complessi in visualizzazioni interattive e comprensibili. Le sue caratteristiche principali includono:

- connessione a diverse fonti di dati: Tableau permette di connettersi e integrare dati da molteplici fonti, tra cui database, dati su cloud, servizi web e altro. Questa flessibilità agevola l'analisi e l'integrazione di dati provenienti da diverse sorgenti;
- creazione di visualizzazioni interattive: gli utenti possono creare grafici (a barre e a torta), Scatter Plot, tabelle dinamiche, mappe geografiche, dashboard personalizzabili e storytelling personalizzabili. Le visualizzazioni sono interattive, consentendo di esplorare i dati, evidenziare punti chiave e ottenere una comprensione approfondita dei risultati;
- Report Template: è possibile creare report con layout concordato, che possono essere utilizzati come template con scritte fisse, grafici e data/ora prefissati;
- analisi avanzate: Tableau supporta calcoli complessi e personalizzati, aggregazioni e analisi statistiche direttamente all'interno dell'ambiente, consentendo di ottenere insights profondi e forecasting, utilizza tabelle dinamiche per eseguire analisi dettagliate;
- collaborazione e condivisione: la piattaforma facilita la collaborazione e la condivisione dei risultati delle analisi attraverso il Web o l'integrazione in altre applicazioni e presentazioni.
- sicurezza e governance dei dati: Tableau offre strumenti per gestire l'accesso ai dati, controllare le autorizzazioni e garantire la conformità normativa;
- scalabilità e flessibilità: Tableau è altamente scalabile e flessibile, adattandosi alle esigenze di organizzazioni di qualsiasi dimensione, con versioni desktop e server disponibili;
- utilizzo dei tag: i tag consentono la classificazione e la ricerca di contenuti all'interno della piattaforma;
- subscriptions: è possibile sottoscrivere cartelle di lavoro o viste per ricevere snapshot via e-mail in base a una pianificazione prestabilita.

In sintesi, Tableau è una potente piattaforma che mette il potere dei dati direttamente nelle mani degli utenti, supportando l'analisi, la presa di decisioni basate sui dati e la condivisione efficace delle informazioni. La sua versatilità lo rende ideale per una vasta gamma di applicazioni, dall'analisi commerciale alla pianificazione strategica e all'elaborazione di dati scientifici.

L'architettura del modulo si basa su Tableau Server On-Premise, che è la piattaforma principale di visual analytics. Questa architettura consente di creare visualizzazioni orientate al monitoraggio e alla presa di decisioni per applicazioni verticali e la dashboard Executive Summary.

Gli elementi principali includono:

- Tableau Desktop: questo strumento permette di creare e progettare visualizzazioni e report interattivi basati sui dati. Gli utenti possono connettersi a diverse fonti di dati, esplorare e analizzare i dati, quindi creare grafici, dashboard e report interattivi;
- Tableau Server: questa piattaforma server consente di pubblicare, condividere e collaborare su report e dashboard creati con Tableau Desktop. Supporta la distribuzione sicura e scalabile delle visualizzazioni dei dati in un'organizzazione;

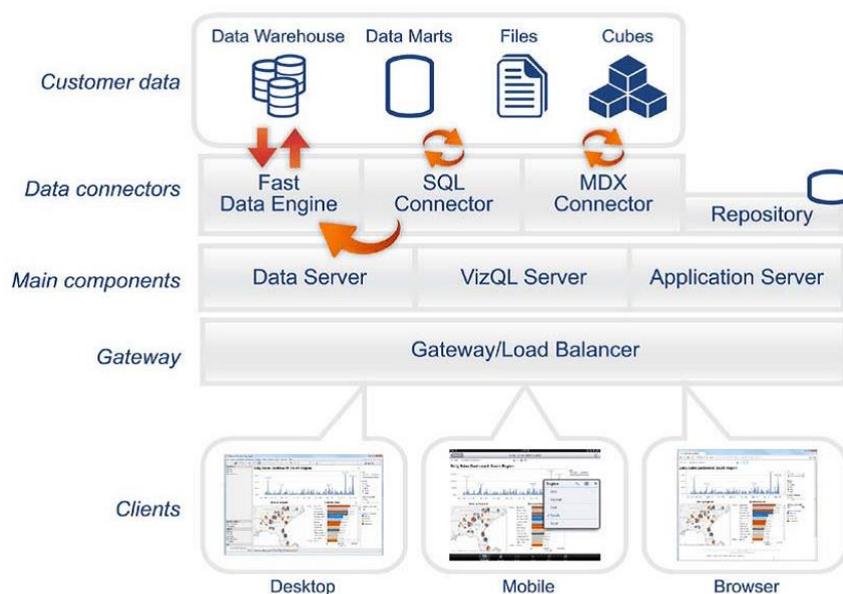


Figura 25 - Architettura BI Platform Server

L'architettura complessiva di Tableau Server permette di sfruttare appieno le funzionalità di analisi dei dati in un ambiente aziendale e comprende:

- nodo iniziale di Tableau Server (Nodo 1): esegue servizi amministrativi e di licenza che possono essere eseguiti solo su un singolo nodo nel cluster. Nell'ambiente aziendale, questo nodo è il principale del cluster. Esegue anche servizi applicativi ridondanti con il Nodo 2;
- nodi dell'applicazione Tableau Server (Nodo 1 e Nodo 2): questi due nodi elaborano le richieste dei clienti, si collegano alle origini dei dati, eseguono query e forniscono accesso alle visualizzazioni;
- nodi di dati di Tableau Server (Nodo 3 e Nodo 4): questi nodi sono dedicati alla gestione dei dati.
- PostgreSQL esterno: questo host gestisce il processo di repository di Tableau Server. Per garantire l'alta disponibilità, è possibile eseguire un host PostgreSQL aggiuntivo per la ridondanza attiva/passiva.

Il repository di Tableau Server è un database che archivia dati relativi al server, tra cui informazioni sugli utenti, gruppi, autorizzazioni, progetti, origini dati, metadati di estrazione e informazioni di aggiornamento.

Inoltre, Tableau offre funzionalità di intelligenza artificiale generativa per migliorare l'analisi dei dati. Queste funzionalità includono Einstein Copilot e Tableau Pulse. Einstein Copilot consente agli utenti di comunicare con l'IA in linguaggio naturale per generare nuove colonne, eseguire calcoli avanzati e altro. Tableau Pulse fornisce analisi automatizzate in linguaggio semplice, anticipando le domande degli utenti e suggerendo domande pertinenti.

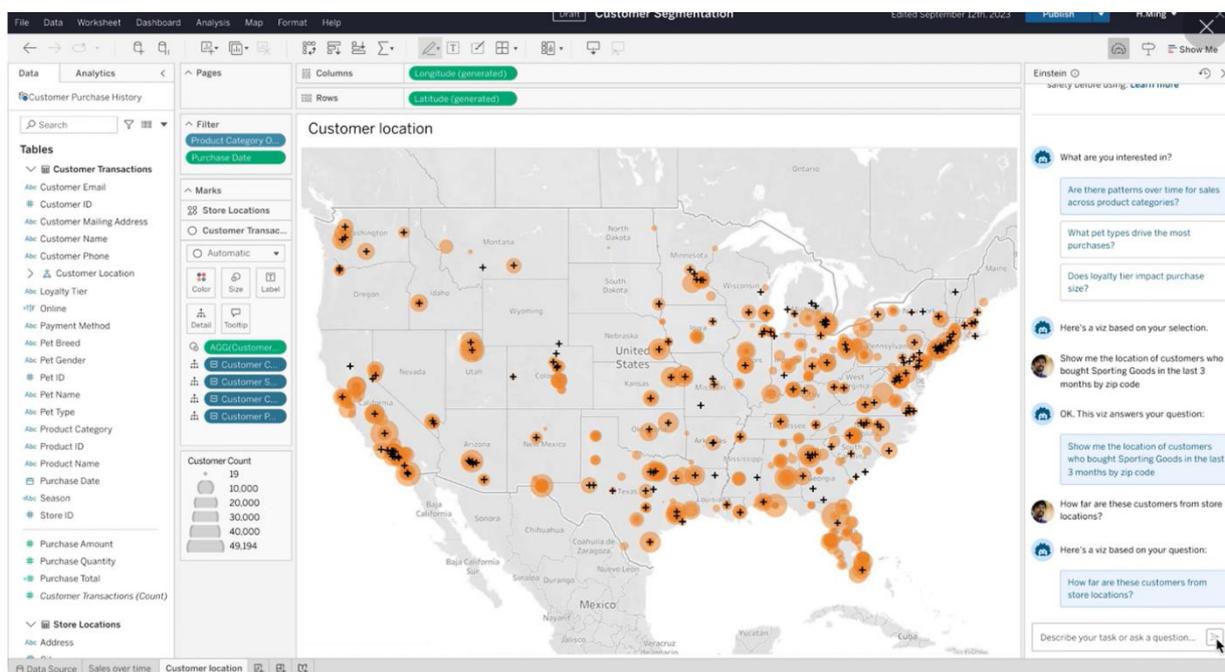


Figura 26 - Mappa generata tramite richiesta a Einstein Copilot

Il sottosistema "Reportistica" offre la possibilità di creare report interattivi, fornendo diverse funzionalità:

- dashboard standard: include dashboard predefinite per gestire flussi di dati da sistemi federati, migrazione verso l'integrazione su scala nazionale e l'uso di sistemi verticali per le informazioni ricevute;
- personalizzazione delle dashboard: gli utenti possono personalizzare le dashboard in base alle loro esigenze;
- creazione di Nuove dashboard: è possibile creare nuove dashboard per soddisfare le esigenze specifiche.

I report combinano dati fissi, come la data di creazione del report e le pagine, con dati dinamici ottenuti tramite input forniti al momento della produzione del report.

Il sottosistema Report dispone di logiche di gestione delle code di richieste e di invio dei report al richiedente. Queste logiche sono gestite dal "Queue Manager".

Le funzionalità principali includono la creazione di dashboard/report personalizzabili, una vasta libreria di visualizzazioni dati, l'integrazione di dati eterogenei attuali e storici, monitoraggio delle prestazioni basato su KPI, pianificazione dei report con sicurezza specifica, gestione della qualità dei dati, integrazione di algoritmi di linguaggio naturale (NLP) per analizzare dati da fonti come video e social media, funzionalità di data mining, embedding in componenti web e profili verticali e orizzontali per l'accesso ai dati.

Grazie a queste caratteristiche, gli utenti possono definire la struttura dei report desiderati, selezionare le informazioni e le fonti dati, personalizzare dinamicamente i report e salvare le impostazioni per utilizzi futuri.

Grafana

Grafana, sviluppato da Grafana Labs, rappresenta una piattaforma open-source fondamentale nel panorama della Business Intelligence (BI) e del monitoraggio dei dati. La sua versatilità è evidente attraverso le seguenti caratteristiche chiave:

- Monitoraggio e analisi dei dati in tempo reale: Grafana eccelle nel monitoraggio e nell'analisi in tempo reale, trovando applicazione in settori come l'IT per visualizzare metriche sui server, la latenza di rete e gli errori del sistema. Trova impiego anche nel monitoraggio ambientale di sensori per parametri come temperatura e umidità.
- Flessibilità e personalizzazione: Gli utenti possono personalizzare completamente le loro dashboard, adattandole alle specifiche esigenze progettuali. La flessibilità si estende alla modifica del layout, dei grafici, dei pannelli e alla scrittura di query personalizzate per accedere ai dati in modo specifico.
- Dashboard informative: Grafana consente la creazione di dashboard altamente informative e personalizzabili con funzionalità come grafici personalizzati, notifiche e interattività avanzata.
- Ampia gamma di plugin e integrazioni: La piattaforma offre numerosi plugin e integrazioni che semplificano la connessione a diverse fonti di dati, da database a servizi cloud. Ciò la rende adatta a una vasta gamma di casi d'uso.
- Collaborazione e condivisione dei dati: Grafana facilita la collaborazione tra membri del team e la condivisione dei dati attraverso ruoli predefiniti gestiti dagli amministratori.
- Esportazione dei contenuti: Dati e dashboard possono essere esportati in vari formati, facilitando analisi e presentazioni. La pubblicazione esterna consente la visualizzazione tramite link senza accesso diretto alla piattaforma.
- Utilizzo dei Tag: L'assegnazione di tag alle dashboard semplifica la classificazione e il reperimento dei contenuti.
- Automazione dei processi aziendali: Grafana può essere utilizzato per automatizzare processi aziendali basati su trigger o condizioni specifiche, come la generazione automatica di report o l'attivazione di azioni in risposta a eventi.

- Community attiva: La community attiva di sviluppatori contribuisce al miglioramento costante di Grafana, offrendo supporto, documentazione e risorse online per gli utenti.

In sintesi, Grafana si presenta come una piattaforma completa e personalizzabile, capace di adattarsi alle diverse esigenze di visualizzazione e analisi dei dati, con un focus particolare sulla facilità d'uso e sull'interazione in tempo reale con le informazioni aziendali.

2.6.1.3.2.1 Utilizzo nei verticali

2.6.1.3.2.1.1 Verticale 1 Instabilità Idrogeologica

Nell'ambito dell'area idrogeologica, la geomatica e la geospaziale rivestono un'importanza cruciale. La visualizzazione dei dati, attraverso mappe e grafici, diventa fondamentale per identificare le interazioni tra i fattori idrologici e geologici che influenzano il comportamento delle acque sotterranee. L'acquisizione e l'interrogazione dei dati, sia alfanumerici che geografici, è essenziale per estrarre informazioni pertinenti relative alle risorse idriche, alle vulnerabilità delle falde acquifere e alle possibili fonti di contaminazione.

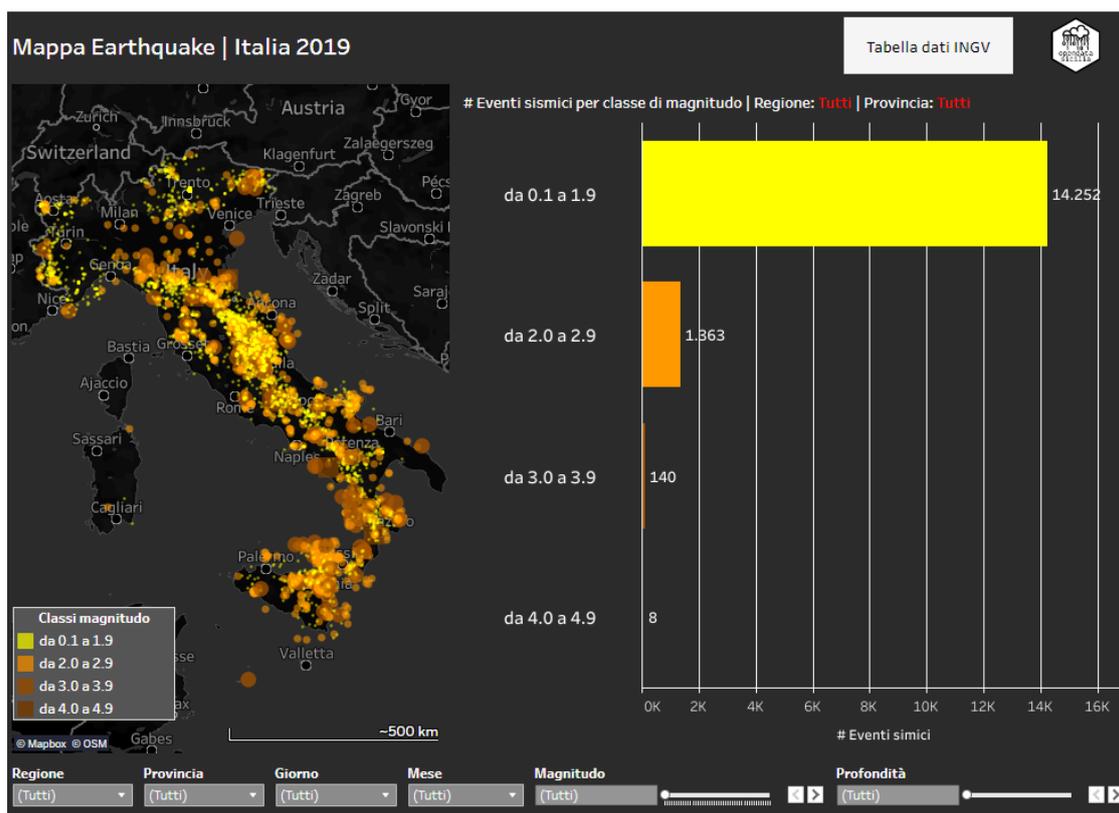


Figura 27 - BI Platform, esempio di dashboard realizzata con Tableau

2.6.1.3.2.1.2 Verticale 2 Agricoltura di precisione

Il processo di visualizzazione, interrogazione ed estrazione dei dati agrometeo, sia su base alfanumerica che geografica, riveste un ruolo fondamentale. Questi dati forniscono informazioni

dettagliate sulle condizioni meteorologiche e climatiche, consentendo agli agricoltori di prendere decisioni informate per ottimizzare la gestione delle colture.

Un altro aspetto cruciale nell'agricoltura di precisione è la clusterizzazione delle aree a gestione fertirrigua omogenea.



Figura 28 - BI Platform, esempio di dashboard realizzata con Tableau

2.6.1.3.2.1.3 Verticale 3 Inquinamento marino e litorale

Nell'ambito dell'inquinamento marino e litorale, l'applicazione di tecnologie avanzate è cruciale per la prevenzione e la gestione delle minacce ambientali. Il processo inizia con il pre-processing dei dati SAR (Synthetic Aperture Radar), e prosegue con l'elaborazione dei dati con algoritmi di intelligenza artificiale (AI) e machine learning (ML) offre un metodo efficace per identificare e analizzare potenziali fonti di inquinamento marino.

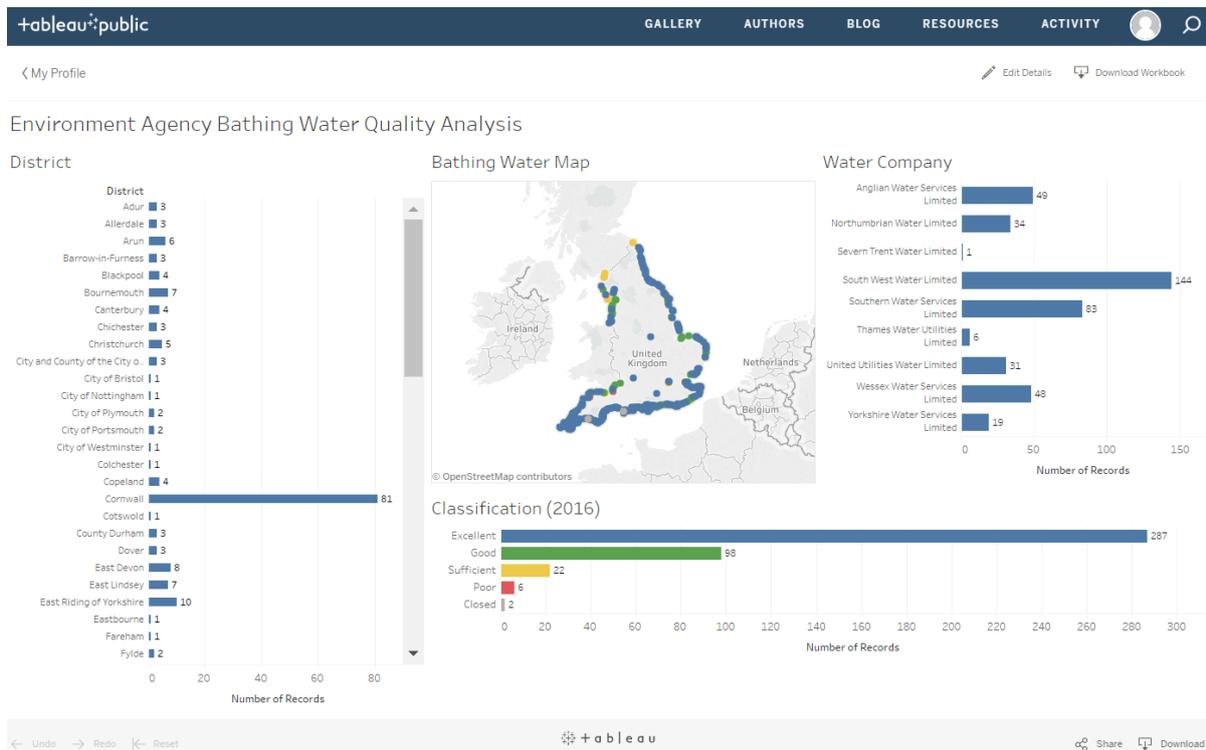


Figura 29 - BI Platform, esempio di dashboard realizzata con Tableau su inquinamento marino

2.6.1.3.2.1.4 Verticale 4 Illeciti Ambientali

Nell'ambito dei reati ambientali, la gestione efficiente dei dati è fondamentale per identificare e contrastare attività illegali che arrecano danni all'ambiente. Iniziamo con la visualizzazione, l'interrogazione e l'estrazione dei dati, sia in forma alfanumerica che geografica, per ottenere una panoramica dettagliata delle aree coinvolte e individuare eventuali irregolarità che potrebbero essere indicative di reati ambientali.

2.6.1.3.2.1.5 Verticale 5 Supporto emergenze

La disponibilità di strumenti avanzati riveste un ruolo vitale per garantire una risposta rapida ed efficace nel supporto alle emergenze. La visualizzazione, interrogazione ed estrazione dei dati, sia in formato alfanumerico che geografico, rappresentano il punto di partenza di questo processo, fornendo una panoramica chiara delle informazioni per prendere decisioni informate.

2.6.1.3.2.1.6 Verticale 6 Incendi boschivi

Nei casi di incendi boschivi, la gestione ottimale delle risorse e la pianificazione delle operazioni sono di estrema importanza. Questo processo inizia con la selezione, la visualizzazione, l'interrogazione e l'estrazione dei dati, sia in formato alfanumerico che geografico, con la zona di interesse delineata sulla mappa. Questi dati forniscono una base essenziale per comprendere la situazione e per formulare piani di risposta agli incendi.

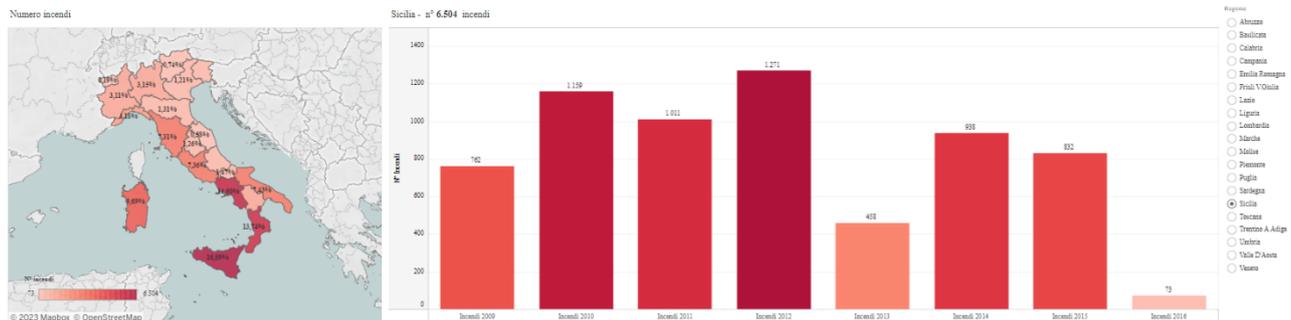


Figura 30 – BI Platform, esempio di dashboard realizzata con Tableau su incendi boschivi

2.6.1.3.2.2 Utilizzi trasversali – Executive Summary

La BI Platform metterà a disposizione dashboard gestionali, non tematiche e trasversali rispetto alle sei applicazioni verticali utili a monitorare/visionare lo stato di avanzamento delle integrazioni fatte anche in riferimento alle milestone previste. Gli asset informativi del SIM mostrati in queste dashboard di monitoraggio saranno catalogati per:

- Tipologia:
 - Banche Dati;
 - Servizi Applicativi;
 - Modelli-Algoritmi;
 - Sistemi Federati;
 - Reti di Monitoraggio;
 - Enti;
 - Output.
- Applicazione Verticale;
- obiettivo di riferimento tramite sigla (CU. VI.1, CU.VI.2, ecc.);
- fonte;
- entità di riferimento;
- dimensione spaziale (Paese, Città, Regione);
- dimensione temporale.

Le dashboard conterranno KPI/misure di avanzamento tecnico presentati sia tramite valori percentuali, sia tramite valori assoluti, sia tramite grafici di andamento temporale. Le milestone di progetto preliminarmente condivise saranno evidenziate nelle stesse dashboard anche nell'ottica di dare rilievo a eventuali ritardi/anticipi rispetto alla pianificazione.

Ecco alcuni esempi di rappresentazioni che saranno rese disponibili tramite Tableau:



Figura 31 - BI Platform, a sinistra un esempio di grafico di spotlight di KPI, a destra Griglia con percentuale di avanzamento

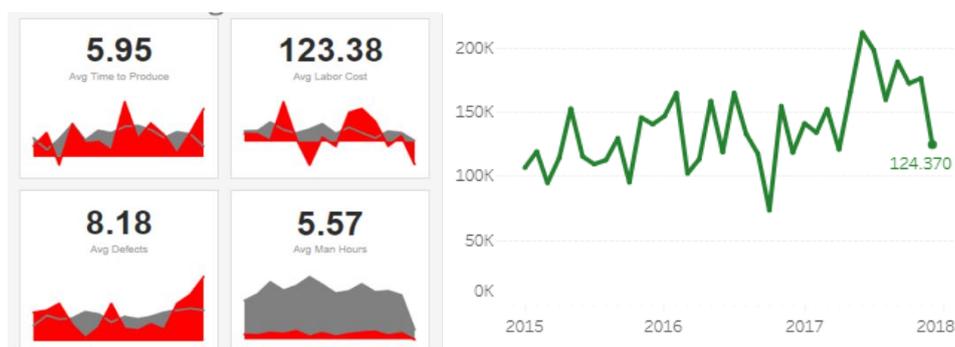


Figura 32 -BI Platform, schede con indicatori di monitoraggio andamento a sinistra e line chart per andamento temporale a destra

2.6.1.3.3 Object Storage Service

Il servizio Data Lake fornisce servizi di Object Storage, archiviazione adatta a grandi volumi di dati. Il servizio è adatto alla gestione di dati di tipo strutturato, semi-strutturato e non strutturato tipici dei casi d'uso Big Data.

Il servizio fornisce interfacce di comunicazione che utilizzano protocolli standard al fine di massimizzare l'interoperabilità con gli strumenti più diffusi, compresi quelli dell'ecosistema Big Data.

Il componente Data Lake è basato sulla tecnologia MinIO. Lo scopo di tale componente è quello di implementare uno storage distribuito, supportato in lettura e/o scrittura.

Tramite questo componente è possibile gestire di vita delle informazioni, la persistenza e tutte le tematiche relative alla sicurezza.

Gli oggetti sono organizzati in bucket; un contenitore logico di dati del Data Lake al quale vengono applicate policy omogenee (es: accesso, retention, replicazione, crittografia, etc.). All'interno del bucket è possibile creare oggetti ai quali poter accedere con una semantica di tipo filesystem (struttura folders ad albero e files).

I bucket supportano la gestione di quote (occupazione massima volume di dati consentito) per bucket, consente di modificare il bucket desiderato configurando la quota massima.

Per i bucket è possibile abilitare il versioning che consente di mantenere l'oggetto e tutte le sue modifiche per un numero configurabile di giorni.

Per garantire la sicurezza e la confidenzialità del dato, il Data Lake supporta la definizione della politica di accesso tramite ACL (Access Control List) che possono essere espresse in modalità avanzata utilizzando descrittori JSON in formato standard AWS.

Il servizio è fornito da una piattaforma di archiviazione pronta all'uso, con una soluzione certificata gestita e mantenuta dal fornitore, garantendo una riduzione del costo di archiviazione in relazione al volume di dati gestiti, orizzontalmente scalabile progettato per gestire grandi quantità di dati e throughput elevati sia in lettura che in scrittura.

Inoltre, il MASE avrà la possibilità di archiviare dati Critici e Strategici, oltre a quelli Ordinari, nel rispetto dei requisiti imposti dall'Agenzia di Cybersecurity Nazionale.

Lo strato applicativo Data Lake sarà basato su un object storage distribuito. Tale strato utilizzerà un layer sottostante di block storage.

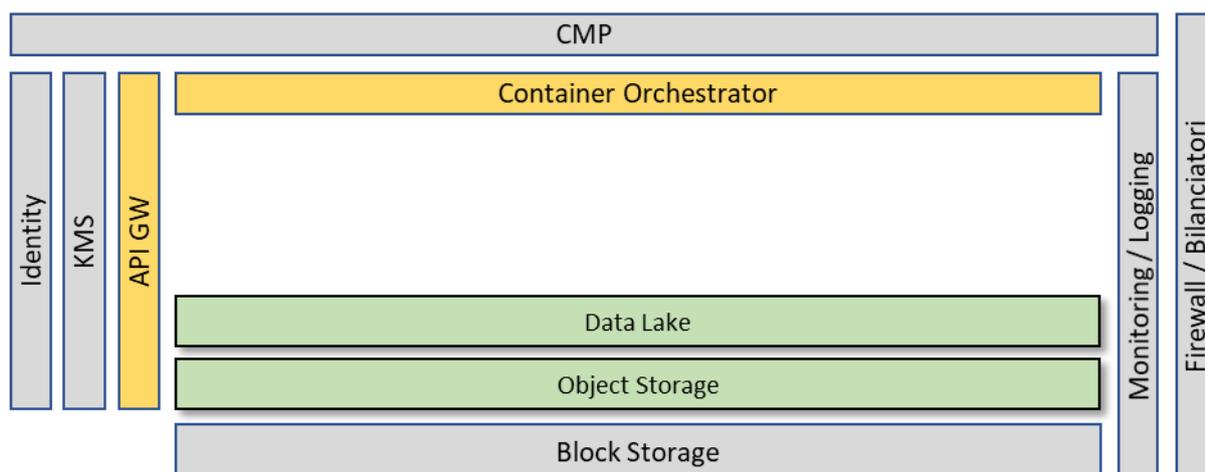


Figura 33 - Il servizio PaaS Data Lake

L'object storage sarà accessibile dai servizi che lo utilizzeranno tramite l'utilizzo del protocollo S3.

L'object storage garantirà scalabilità orizzontale adeguata ai workload di tipo Big Data tramite una architettura distribuita basata sulla distribuzione dei blocchi e la replicazione degli stessi su diversi nodi dello storage cluster al fine di garantire sia un elevato throughput in termini di I/O che una elevata disponibilità e resilienza in caso di indisponibilità di una certa percentuale di nodi del cluster.

Per soddisfare i requisiti di sicurezza più stringenti, i dati sono crittografati tramite chiavi archiviate su dispositivi HSM e gestite sul territorio nazionale.

2.6.1.3.3.1 Utilizzo nei verticali

Il modulo di PaaS Data Lake può essere utilizzato in diversi contesti per migliorare il controllo e la gestione dei dati.

In ciascun contesto, il modulo di Data Lake svolge un ruolo essenziale nell'archiviazione, nell'organizzazione e nell'analisi dei dati, consentendo agli utenti di accedere in modo efficiente alle informazioni critiche e prendere decisioni informate. Inoltre, favorisce la collaborazione e l'integrazione dei dati da diverse fonti per una migliore comprensione e gestione delle sfide specifiche di ciascun settore.

Controllo dell'Instabilità Idrogeologica

Archiviazione dei dati di monitoraggio del terreno: Il modulo Data Lake può raccogliere, archiviare e organizzare dati provenienti da sensori geotecnici, rilevamenti topografici e immagini satellitari relativi alla stabilità del terreno.

Analisi storica e in tempo reale: Fornisce una piattaforma che favorisce l'analisi storica e in tempo reale dei dati, consentendo la rilevazione precoce di anomalie o cambiamenti nel terreno che potrebbero indicare l'instabilità.

Agricoltura di Precisione

Archiviazione dei dati agricoli: Raccoglie dati sulle condizioni del suolo, sulle colture e sui piani di coltivazione, permettendo agli agricoltori di archiviare, organizzare e analizzare queste informazioni per ottimizzare le pratiche agricole.

Integrazione con sensori agricoli: Può essere integrato con sensori agricoli per acquisire dati storici sulle condizioni del campo.

Monitoraggio dell'Inquinamento Marino e Litorale

Consente di raccogliere dati sull'inquinamento marino e litorale, tra cui misurazioni dell'acqua, dati meteorologici e informazioni sulla qualità dell'acqua.

Integrazione di dati multipli: Aggrega dati da diverse fonti, inclusi sensori costieri e satelliti.

Prevenzione di Illeciti Ambientali

Archiviazione delle segnalazioni: Fornisce uno spazio sicuro per l'archiviazione di segnalazioni relative a attività sospette o illegali, consentendo la tracciabilità e l'analisi dei dati.

Supporto alle Emergenze

Archiviazione dei piani di emergenza: Consente di archiviare piani di emergenza, mappe, dati sulle risorse e altre informazioni critiche per la gestione delle emergenze.

Facilita l'accesso rapido ai dati durante situazioni di emergenza per coordinare le operazioni di soccorso.

Gestione degli Incendi Boschivi e di Interfaccia

Archiviazione di dati di monitoraggio del fuoco: Raccoglie dati termici, mappe di rischio e informazioni sulle condizioni meteo, fornendo una panoramica completa degli incendi boschivi.

Aiuta a pianificare le operazioni di spegnimento, garantendo l'accesso alle risorse necessarie.

2.6.1.3.4 Batch/Streaming Processing service

Il Servizio PaaS Batch/ Real Time Processing fornisce una piattaforma in grado di acquisire informazioni e di erogare elementi applicativi (servizi) e dati da Database.

Le caratteristiche principali di questo servizio includono:

- elaborazione parallela: consente di sfruttare al massimo le risorse computazionali attraverso l'esecuzione di operazioni parallele;
- elaborazione in memory: permette di eseguire elaborazioni dei dati in memoria, migliorando le prestazioni complessive;
- scalabilità orizzontale: la piattaforma può essere scalata in modo orizzontale per gestire volumi di dati elevati.

Questo servizio offre una piattaforma pronta all'uso per sviluppare analitiche avanzate su grandi volumi di dati e ridurre i costi delle procedure esistenti tramite migrazione totale o parziale, come l'off-loading dei data warehouse o dei mainframe. È inoltre adatto per l'implementazione di casi d'uso in tempo quasi reale (near-realtime), come quelli legati all'Internet delle cose (IoT).

Le sorgenti di dati possono essere suddivise in categorie:

- integrazione di sistemi terzi;
- dati da centraline e sensori (IoT, Satellite, Droni);
- dati grezzi

I servizi di processing offerti includono:

- creazione di notebook interattivi: consente di creare notebook interattivi in cui è possibile eseguire codice utilizzando le risorse del cluster Spark;

- Scheduling di Job: permette di definire configurazioni di risorse, applicazioni e intervalli di esecuzione per i job da eseguire utilizzando le risorse del cluster;
- Monitoring: fornisce servizi di monitoraggio delle risorse utilizzate.
- ETL (Extract, Transform, Load): consente di inserire processi di ETL grafici per estrarre dati da diverse fonti, trasformarli e caricarli nel sistema big data per ulteriori analisi.

Il modulo di Batch/Real Time Processing offre la capacità di elaborare dati in tempo reale o in modalità batch, consentendo il monitoraggio continuo e l'analisi dei dati con una profondità storica dell'informazione. Questo contribuisce a migliorare la tempestività nelle decisioni e nelle azioni intraprese, migliorando la gestione e la risposta alle sfide specifiche in vari settori. Inoltre, l'elaborazione in tempo reale permette di attivare notifiche e azioni immediate in risposta a eventi critici.

Utilizzando Apache Spark, si possono eseguire pipeline di tipo DAG (Directed Acyclic Graph) distribuendo il carico di lavoro su nodi worker, consentendo analisi scalabili e supportando workload sia batch tramite Dataframe API che near-realtime tramite Structured Streaming API. Questo servizio supporta diversi linguaggi di programmazione, inclusi Python, R, Java, Scala, SQL e C#.

Apache Spark è un framework open source per l'elaborazione parallela in memoria, che migliora le prestazioni nell'analisi di Big Data rispetto alle alternative basate su disco. Le applicazioni Spark eseguono processi indipendenti in un cluster, coordinati dal programma driver.

Le componenti chiave dell'ecosistema Spark includono:

- Spark Core: un motore di elaborazione dati distribuito e generico che fornisce funzionalità per SQL, il machine learning e il calcolo dei grafici.
- Spark SQL: per lavorare con dati strutturati e accedere a diverse fonti dati utilizzando SQL o API DataFrame.
- Spark Streaming: per creare soluzioni di flussi di dati scalabili e a tolleranza di errore.
- MLlib: una libreria scalabile per il machine learning con vari algoritmi e utilità per il machine learning.
- GraphX: un'API per il calcolo grafico parallelo che unisce estrazione, trasformazione e calcolo iterativo dei grafici.

Il servizio supporta connettori per vari tipi di storage, inclusi distributed storage, object storage, RDBMS, NoSQL e altri.

Inoltre, il servizio offre opzioni di multitenancy, permettendo ai clienti di riservare risorse specifiche e creare cluster Spark per eseguire applicazioni interattive o non interattive. In caso di superamento delle quote di risorse, le applicazioni possono essere messe in coda fino a quando le risorse richieste non sono disponibili.

L'infrastruttura di questo servizio si basa sul PaaS Batch & Real time Processing inclusi strumenti di automazione e orchestrazione, garantendo un'offerta PaaS strutturata e controllata.

2.6.1.3.4.1 Utilizzo nei verticali

Il modulo di Batch/Real Time Processing offre la capacità di elaborare dati in tempo reale o batch, consentendo il monitoraggio continuo e l'analisi dei dati avendo a disposizione una profondità storica dell'informazione. Questo contribuisce a migliorare la tempestività delle decisioni e delle azioni intraprese, migliorando così la gestione e la risposta alle sfide specifiche di ciascun settore. Inoltre, l'elaborazione in tempo reale consente di attivare notifiche e azioni correttive istantanee in risposta a eventi critici.

- **Controllo dell'Instabilità Idrogeologica**

Analisi dei dati geotecnici: il modulo può elaborare dati geotecnici in tempo reale per monitorare le variazioni nel terreno, rilevando segni precoci di instabilità.

- **Agricoltura di Precisione**

Elaborazione dei dati delle colture: permette l'analisi in tempo reale dei dati sulle colture, consentendo ai coltivatori di prendere decisioni immediate in merito all'irrigazione, alla fertilizzazione e ad altre pratiche agricole.

- **Monitoraggio dell'Inquinamento Marino e Litorale**

Rilevamento dei dati ambientali: il modulo può raccogliere dati da rilevati da sensori ambientali per monitorare la qualità dell'acqua ed evidenziare eventuali anomalie legate all'inquinamento.

- **Prevenzione di Illeciti Ambientali**

Analisi di dati di sorveglianza: il modulo può elaborare dati provenienti da sistemi di sorveglianza per identificare attività sospette, come lo smaltimento illegale di rifiuti.

- **Supporto alle Emergenze**

Il modulo può coordinare l'allocazione delle risorse di emergenza, come squadre di soccorso, in tempo reale durante situazioni di crisi.

- **Gestione degli Incendi Boschivi e di Interfaccia**

L'elaborazione in tempo reale dei dati termici e delle mappe di rischio può aiutare a rilevare e monitorare gli incendi boschivi e di interfaccia, consentendo risposte tempestive.

2.6.1.4 Process Platform

La process platform è un modulo preposto allo scopo di fornire funzionalità di definizione, automazione e gestione processi. All'interno del modulo si distinguono due componenti principali:

- Workflow Manager
- Rule Manager

Il workflow manager è una componente software che si basa su Camunda, un motore di workflow che esegue processi definiti con lo standard BPMN (Business Process Model and Notation). Questa notazione, che è lo standard di fatto per la definizione di processi, permette di disegnare un processo

di business utilizzando elementi con una semantica ben definita e può quindi essere tradotto in un formato interpretabile dal motore per la effettiva esecuzione. Il modulo permette la descrizione di processi general purpose e può essere quindi utilizzato in contesti e per scopi differenti come, ad esempio, l'orchestrazione di microservizi o l'implementazione di workflow che richiedono interventi da parte degli utenti.

In questo contesto si identificano due concetti distinti:

- processo: il diagramma che definisce i passi da eseguire, modellabile tramite l'editor grafico Camunda Modeler;
- istanza di processo: esecuzione di uno specifico processo in seguito al verificarsi di un evento (ad es. messaggio in coda). Le istanze di processo, tramite il modulo Camunda Cockpit, non solo possono essere monitorate per una verifica dell'andamento, ma, caso di necessità, possono essere eseguite operazioni sulle stesse (ad esempio per far fronte di eventuali errori nell'esecuzione).

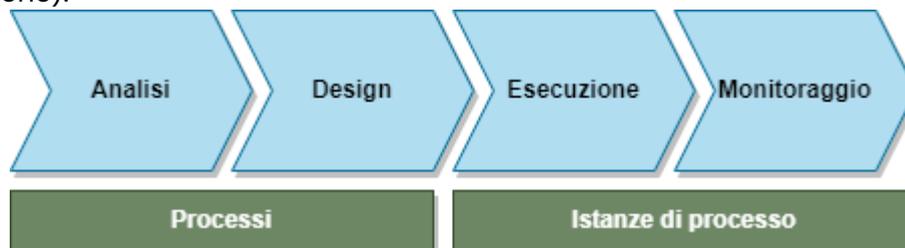
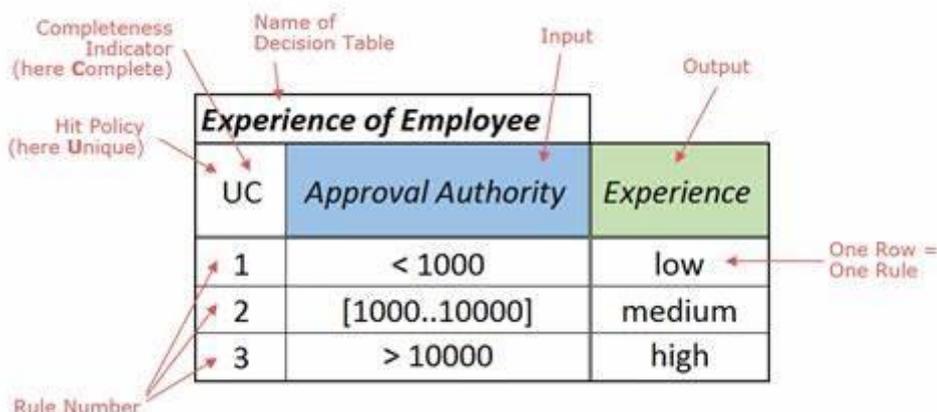


Figura 34 - Ciclo di vita processi

Per poter gestire long running processes, ovvero processi che hanno un ciclo di vita esteso nel tempo, il modulo ha una sua base di dati dove poter persistere lo stato e i dati specifici delle istanze di processo.

Altra componente della process platform è il rule manager, un motore decisionale che può essere utilizzato sia nel contesto di un processo definito dal workflow manager, sia in maniera autonoma. Le regole sono definite tramite DMN (Decision Model and Notation), uno standard per descrivere regole che, in combinazione alla modellazione FEEL (Friendly Enough Expression Language), si propone come linguaggio comune tra le figure di analista di business e tecnico IT responsabile dell'implementazione.



Experience of Employee		
UC	Approval Authority	Experience
1	< 1000	low
2	[1000..10000]	medium
3	> 10000	high

Figura 35 - Experience of Employee

Il modulo ha il compito quindi di definire regole, che a seconda della complessità possono essere espresse da una tabella piuttosto che da un diagramma, memorizzare le stesse in un repository dedicato e implementare i meccanismi necessari alla relativa esecuzione nel contesto applicativo. Il modulo si occupa inoltre di gestire aspetti quali versioning, modifica e cancellazione delle regole.

2.6.1.4.1 Utilizzo nei verticali

Il Workflow Manager aiuta a garantire che i processi siano eseguiti in modo efficace e coordinato, riducendo il rischio di errori umani e migliorando la risposta alle sfide specifiche di ogni settore. I flussi di lavoro possono essere personalizzati in base alle esigenze di ciascun contesto, consentendo una gestione più efficiente delle attività e una risposta tempestiva alle situazioni critiche.

Il Rule Manager consente di automatizzare e standardizzare le decisioni e le azioni basate su regole, contribuendo a una risposta più rapida ed efficiente alle sfide specifiche di ogni settore. Le regole possono essere adattate alle esigenze specifiche di ogni contesto e aggiornate in base ai cambiamenti delle condizioni.

Controllo dell'Instabilità Idrogeologica

Il Workflow Manager può automatizzare i processi di acquisizione, elaborazione e notifica dei dati di monitoraggio del terreno, consentendo una risposta rapida a eventi di instabilità.

Il Rule Manager può definire regole per il monitoraggio dei dati geotecnici e topografici, attivando segnalazioni in caso di superamento di soglie critiche, come cambiamenti significativi del terreno.

Agricoltura di Precisione

Può essere utilizzato per programmare e schedare attività agricole come irrigazione, raccolta e applicazione di fertilizzanti in base a dati in tempo reale e alle previsioni.

Le regole possono essere definite per ottimizzare le pratiche agricole, ad esempio per l'irrigazione o la somministrazione di fertilizzanti, basate su dati raccolti da sensori.

Monitoraggio dell'Inquinamento Marino e Litorale

Risposta a emergenze ambientali: Il modulo può automatizzare la sequenza di azioni da intraprendere in caso di rilevamento di inquinamento, attivando notifiche alle autorità e ai team di risposta.

Il Rule Manager può definire regole per il rilevamento di sostanze inquinanti in mare, attivando avvisi e misure preventive.

Prevenzione di Illeciti Ambientali

Può automatizzare il processo di gestione delle segnalazioni di attività sospette, consentendo un flusso di lavoro per l'indagine e l'azione correttiva.

Il modulo può definire regole per identificare comportamenti illegali, come lo smaltimento illegale di rifiuti o l'abbattimento illegale di alberi, e attivare segnalazioni alle autorità competenti.

Supporto alle Emergenze

Il Workflow Manager può essere utilizzato per assegnare risorse di emergenza ai luoghi critici in modo rapido ed efficiente.

Il Rule Manager può definire regole per l'allocazione e il coordinamento delle risorse di emergenza durante situazioni critiche.

Gestione degli Incendi Boschivi e di Interfaccia

Automatizza il processo di coordinamento delle risorse, inclusi team di spegnimento ed evacuazione, in caso di incendi boschivi e di interfaccia.

Possono essere definite regole per il monitoraggio delle condizioni atmosferiche e delle mappe di rischio degli incendi, attivando avvisi in caso di potenziali pericoli.

2.6.1.5 Intelligence Platform

Questa piattaforma svolge un ruolo cruciale nel contesto del SIM in quanto offre la più ricca e flessibile soluzione, per realizzare le applicazioni dei sistemi verticali del SIM e gestirne al meglio il loro ciclo di vita.

L'Intelligence Platform è caratterizzata da un'integrazione di funzionalità orientate a rendere semplice, rapida ed efficace la realizzazione di applicazioni che operano su varietà di dati strutturati o meno per effettuare analisi, modellazione e predizione, anche con tecniche ML/DL e Generative AI. Il tutto svolto in un ambiente che si basa sui seguenti criteri:

- unico ambiente integrato per progettare, sviluppare, sperimentare, effettuare i test e pubblicare le realizzazioni applicative;
- ambiente di sviluppo visuale (low-code/no-code);
- supporto delle pratiche Agile e DevSecOps;

- supporto integrato di funzionalità di coding sfruttando i linguaggi oggi più adeguati a poter realizzare applicazioni di data analysis (Python, R), analisi predittiva, elaborazione di modelli, dashboard e web app con un forte accento al modello data-driven;
- possibilità di sfruttare a fondo la capacità computazionale disponibile con soluzioni infrastrutturali CaaS (Docker/Kubernetes), large-scale data analytics (Apache Spark), High Throughput Computing (HTCondor su Kubernetes);
- pieno supporto di integrazione applicativa API (inbound/outbound);
- supporto integrato MLOps;
- completa capacità di Data ingestion e Data Preparation.;
- usabile in un contesto cloud ibrido e compatibile con la strategia cloud nazionale anche considerando il massimo livello di protezione di servizi e dati;
- flessibilità e modularità per integrare soluzioni aggiuntive che ampliano le potenzialità della piattaforma.

In questo senso dopo un'analisi approfondita, già delineata e descritta nel documento attinente al contratto quando Sviluppo Applicazioni in Cloud Edizione 2 (CONSIP), che ha riguardato sia soluzioni open source che commerciali è emerso che la soluzione più adeguata è il prodotto DataIKU essendo l'unica che rispetta tali criteri in comparazione con altre soluzioni equivalenti sul mercato. Tra le soluzioni open source, l'unica che parzialmente risponde a tali criteri, Knime (<https://www.knime.com/>) è stata scartata all'inizio anche per la necessità di considerare un rilevante impegno nel dover sviluppare e poi integrare funzionalità che sono assenti.

In questo senso la seguente tabella riporta l'elenco delle soluzioni esaminate e riscontrabili sull'offerta odierna del mercato:

Requisiti		Dataiku	SAS VDS	C3 AP, Studio, Ex-Machina	Amazon SageMaker	Databricks
Requisiti generali	Single Unified platform	buono	scorso	nella media	buono	buono
	Low-code/No-code	buono	buono	nella media	nella media	scorso
	User Interface	buono	buono	buono	nella media	nella media
	Collaboration	buono	nella media	nella media	nella media	nella media
	Rischio lock-in	basso	alto	alto	alto	alto
	Scalability	buono	buono	buono	buono	buono
	Data access and preparation	buono	buono	nella media	nella media	buono
	Data exploration and visualization	buono	nella media	buono	nella media	nella media
	Operationalization	buono	nella media	nella media	nella media	nella media
	Governance	buono	buono	nella media	nella media	scorso
Model Development	buono	nella media	buono	nella media	buono	
Requisiti tecnici	Erogabile su qualsiasi cloud e su PSN	si	si	no	no	no
	Attivabile su piattaforma container	si	si	no	no	no

Tabella 1 - Scorecard su soluzioni di Intelligence Platform

DataIKU non è open source ma fa largo uso di componenti, librerie e integrazioni open source, inoltre molti delle estensioni e plugin sono pubblicate in modalità open source.

Nel contesto del SIM la piattaforma DataIKU è erogata in modalità integrata con i servizi che mettono a disposizione dal cluster Apache Spark quale AI Platform che sfrutta ove necessario anche la capacità computazionale delle GPU.

L'archiviazione dei dati è a carico del modulo Data Lake basato su software OSS MinIO che mette a disposizione interfacce pienamente compatibili con il protocollo S3.

Il ciclo di vita degli esperimenti e dei modelli di Artificial Intelligence e il serving degli stessi sono gestiti tramite la piattaforma AI Platform e in particolare con la funzionalità MLFlow.

Infine, tutte le operazioni sono soggette a log&audit e governate tramite le policy impostate sul modulo Data Governance che ne gestisce i metadati.

La piattaforma DataIKU e gli altri sistemi verticali e orizzontali possono utilizzare inoltre strumenti per l'analisi video e delle immagini, supporto alla ricerca semantica e analisi di fonti aperte.

2.6.1.5.1 *Uso dell'Intelligence Platform a supporto di un caso reale di applicazione nel SIM*

Questo capitolo ha lo scopo di mostrare, **in modo esemplificativo**, come l'Intelligence Platform può essere usata per realizzare servizi applicativi per il SIM e nella fattispecie prendendo spunto da un contesto come quello legato alle applicazioni del Verticale 1, sulle tematiche idrologiche.

L'uso dell'Intelligence Platform, DataIKU, offre un ambiente strutturato e altamente scalabile per lo sviluppo di applicazioni scientifiche avanzate. La sua interfaccia user-friendly e le opzioni flessibili per il "deployment" in ambiente cloud rendono DataIKU uno strumento ideale per progetti che richiedono un'analisi dati sofisticata.

Si accede all'Intelligence Platform attraverso la componente DSS (Digital Science Studio); questo modulo è fruibile via browser web e, nel caso specifico, tramite un indirizzo che verrà reso disponibile nel contesto del portale SIM.

DSS serve come ambiente di sviluppo per progetti specializzati, come nel caso della modellazione idrologica. Si tratta di un campo scientifico che studia il comportamento e la distribuzione dell'acqua nell'ambiente. DSS guida l'utente attraverso un insieme strutturato di fasi, che vanno dalla raccolta e analisi dei dati fino all'esecuzione dell'applicazione finale (questo processo è noto come workflow di sviluppo).

Per il lancio dell'applicazione, o "deployment", si utilizzano piattaforme come Kubernetes o Apache Spark. Entrambe queste soluzioni sono note per la loro scalabilità e capacità di orchestrazione autonoma. In termini più semplici, sono in grado di gestire grandi volumi di dati e di automatizzare una serie di operazioni necessarie per il funzionamento efficiente dell'applicazione.

2.6.1.5.1.1 *Creazione del progetto*

Nel campo della modellazione idrologica, l'importanza di una preparazione e organizzazione efficiente del progetto è fondamentale. Qui entra in gioco l'utilizzo di piattaforme avanzate come DataIKU. Questa piattaforma offre un'interfaccia grafica intuitiva che facilita notevolmente la preparazione del progetto.

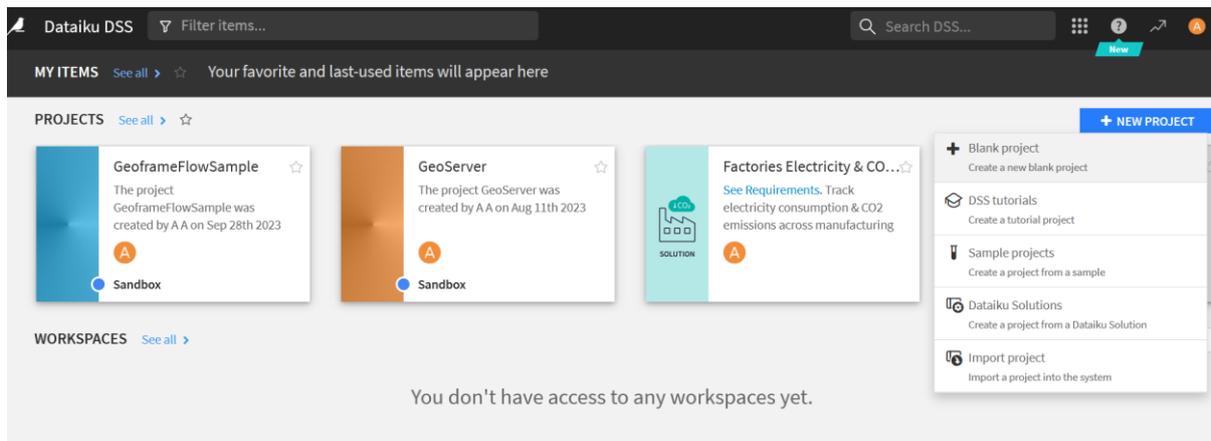


Figura 36 - Preparazione del progetto operata tramite l'interfaccia grafica

Gli utenti possono iniziare delineando un flusso di lavoro, noto come "flow", che serve come colonna vertebrale del progetto.

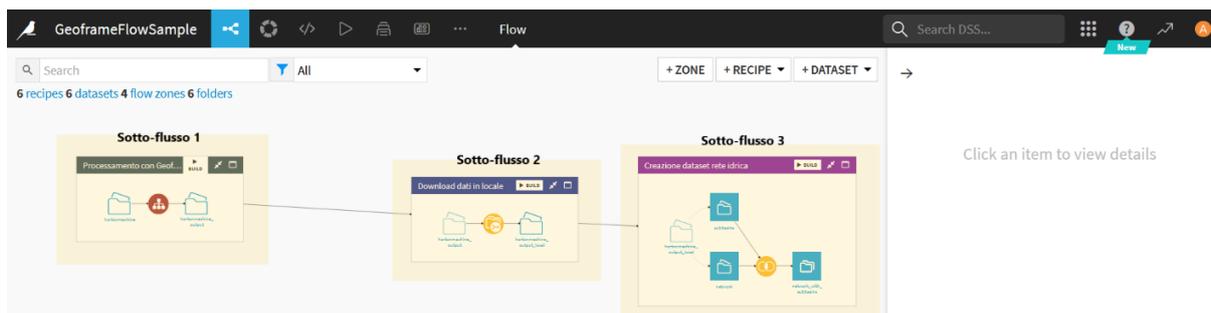


Figura 37 - Flussi di lavoro per organizzare e strutturare il progetto

Per esempio, se si sta studiando l'effetto delle precipitazioni sul livello dell'acqua in un lago, il flusso di lavoro potrebbe iniziare con la raccolta di dati storici sulle precipitazioni. All'interno di questo flusso di lavoro, è possibile anche creare sottoprogetti, o "subflow", che permettono di suddividere il progetto in unità più piccole e gestibili. Questo è particolarmente utile quando si tratta di progetti complessi che richiedono l'analisi di vari fattori come il tipo di suolo, l'uso del terreno e i modelli climatici.

Oltre ai flussi di lavoro e ai sottoprogetti, Dataiku offre anche la funzionalità delle "ricette". Questi sono essenzialmente set di istruzioni che guidano la piattaforma su come manipolare e analizzare i dati. Ad esempio, una ricetta potrebbe essere configurata per filtrare i dati delle precipitazioni che cadono al di fuori di un certo intervallo, in modo da mantenere la coerenza e l'affidabilità del modello idrologico.

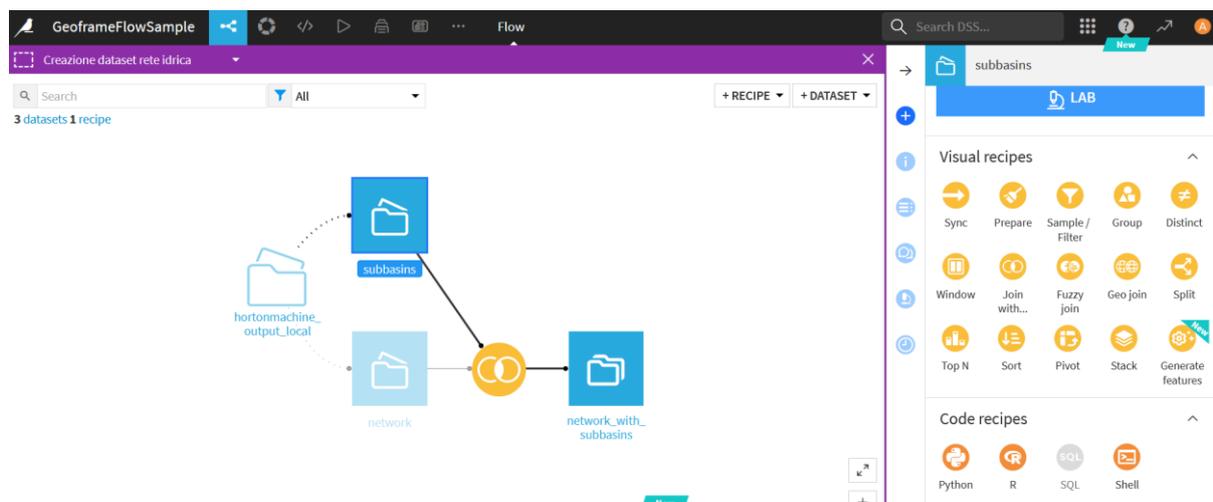


Figura 38 - Ricette, ovvero le istruzioni che Dataiku seguirà per elaborare i dati in conformità agli obiettivi del progetto

L'interfaccia visuale di Dataiku è progettata per rendere tutto questo processo il più fluido possibile. Gli utenti possono semplicemente trascinare e collegare diverse fasi del progetto, fornendo una flessibilità massima nell'organizzazione del lavoro. Una volta che la struttura del progetto è ben definita e le ricette sono impostate, si può procedere con l'acquisizione dei dati necessari per la modellazione idrologica, che rappresenta il passo successivo nel processo.

In sintesi, la preparazione e la strutturazione del progetto in Dataiku non solo semplificano le fasi iniziali di un progetto di modellazione idrologica, ma pongono anche le basi per un'analisi dati più accurata e affidabile.

2.6.1.5.1.2 Acquisizione dei dati

L'acquisizione accurata dei dati rappresenta un pilastro fondamentale in qualsiasi progetto scientifico, specialmente quando si tratta di modellazione idrologica. La qualità e l'integrità dei dati iniziali determinano l'efficacia delle analisi e delle simulazioni successive. In questo contesto, il sistema DSS (Digital Science Studio) emerge come uno strumento indispensabile. Esso offre una vasta gamma di strumenti e connettori che permettono di raccogliere dati da svariate fonti.

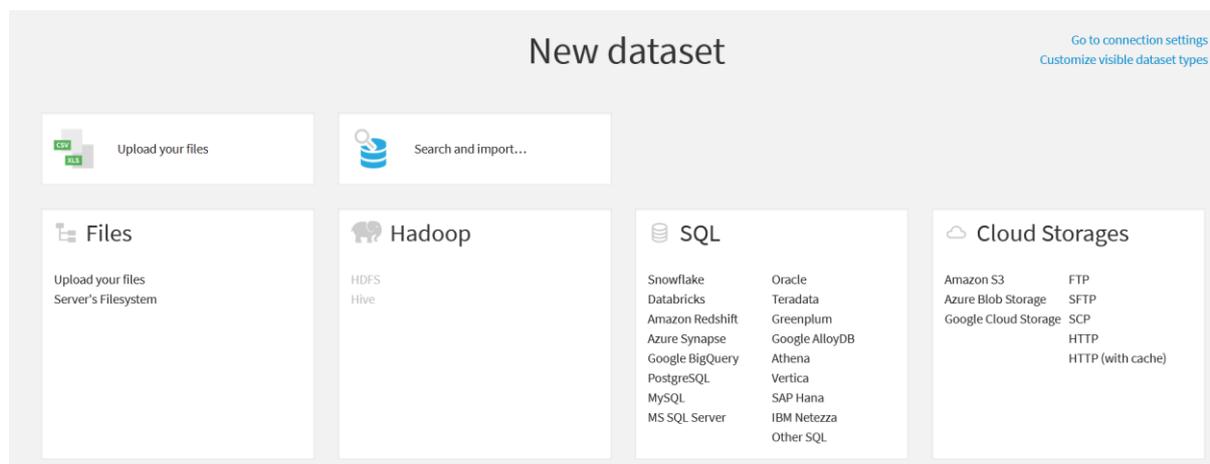


Figura 39 - Strumenti e connettori per acquisire dati da una varietà di fonti

Per esemplificare, immaginiamo di dover studiare l'impatto del cambiamento climatico sul ciclo dell'acqua in una determinata regione. Gli utenti possono importare dati meteorologici da database governativi, informazioni sulle falde acquifere da file locali, e persino dati in tempo reale da sensori IoT posizionati lungo i corsi d'acqua.

La piattaforma DSS facilita questo processo grazie alla sua interfaccia intuitiva. Si possono stabilire connessioni con le fonti dati, impostare criteri specifici per l'estrazione e selezionare solo i dati rilevanti per il progetto. Un ulteriore vantaggio è la possibilità di programmare aggiornamenti automatici dei dati. Questo assicura che le informazioni utilizzate siano sempre aggiornate, un aspetto cruciale quando si tratta, ad esempio, di monitorare livelli d'acqua che possono variare rapidamente in caso di eventi estremi come piogge torrenziali.

Dopo l'acquisizione, i dati non vengono semplicemente accumulati in un archivio disorganizzato. Vengono piuttosto sistemati in modo strutturato all'interno del progetto, pronti per le fasi di pulizia e preparazione dei dati. Questa organizzazione ottimale elimina la necessità di passare ore a cercare e ordinare informazioni, permettendo agli utenti di dedicare più tempo all'analisi e alla modellazione idrologica.

L'approccio integrato offerto da DSS non solo semplifica la fase di acquisizione dei dati, ma pone anche le basi per un'analisi più accurata e affidabile. Questo è fondamentale per affrontare le sfide complesse e interdisciplinari che la modellazione idrologica spesso presenta.

2.6.1.5.1.3 Preparazione, pulizia e arricchimento

Nell'ambito scientifico, e in particolare nella modellazione idrologica, la qualità e l'integrità dei dati sono fondamentali. La piattaforma DSS (Data Science Studio) è un alleato prezioso in questo contesto, fornendo una gamma di strumenti avanzati per la gestione dei dati.

Iniziamo con il filtraggio, un processo che elimina dati incoerenti o duplicati. Per esemplificare, se si sta studiando il flusso d'acqua in un fiume, dati errati o duplicati potrebbero portare a conclusioni

inaffidabili. Grazie agli strumenti di filtraggio della piattaforma, si assicura che solo i dati più precisi siano utilizzati nelle analisi.

Un altro aspetto cruciale è colmare eventuali lacune nei dati, che possono verificarsi per vari motivi come malfunzionamenti dei sensori. La piattaforma permette di utilizzare metodi di interpolazione basati su dati storici, garantendo così un set di dati completo e affidabile per le analisi future.

Oltre a queste funzioni di pulizia, la piattaforma offre anche la possibilità di arricchire i dati. Ad esempio, se l'obiettivo è comprendere i modelli di precipitazione in una determinata area, si possono integrare dati storici sulle piogge con dati attuali. Questa fusione di informazioni da diverse fonti è facilitata dagli strumenti della piattaforma.

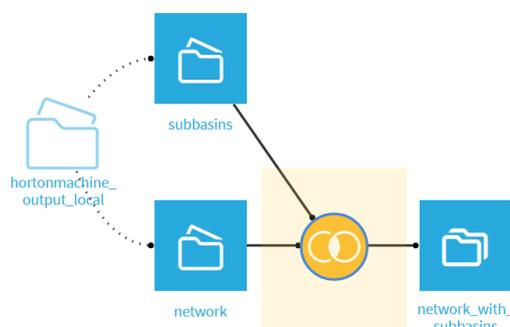


Figura 40 - Correlazione tra un dataset contenente informazioni sui bacini e un ulteriore dataset relativo al reticolo idrografico estratto negli step precedenti del flusso

Per implementare queste operazioni, DSS utilizza le cosiddette "ricette", che sono set di istruzioni dettagliate per la manipolazione dei dati. Una volta create, queste ricette possono essere riutilizzate su nuovi set di dati, assicurando così coerenza ed efficienza nel processo di analisi.

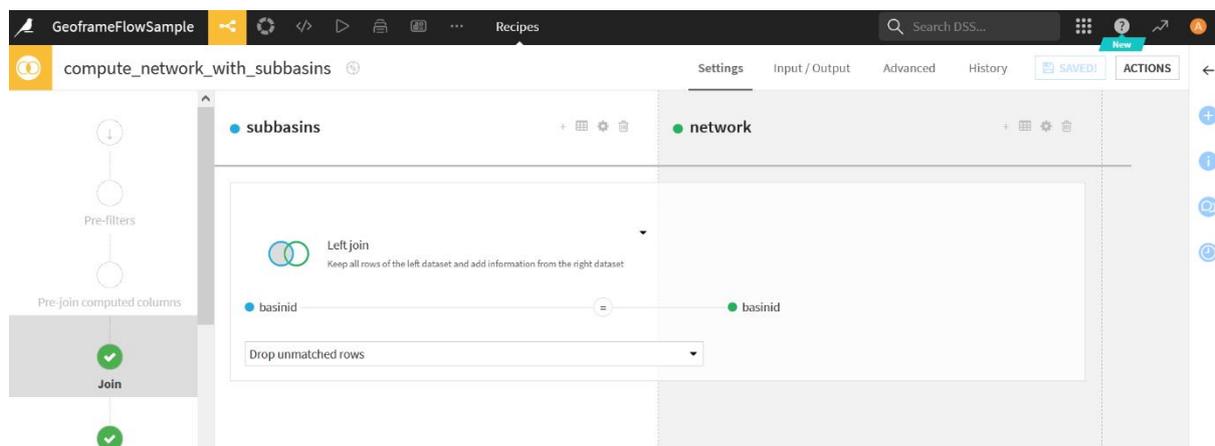


Figura 41 - Correlazione tra i dataset sulla base dell'identificativo del bacino

La piattaforma non solo semplifica la fase di acquisizione dei dati, ma anche quella di preparazione e pulizia, permettendo agli utenti di concentrarsi maggiormente sull'analisi e sulla modellazione idrologica. In questo modo, si garantisce che le analisi e le simulazioni siano basate su dati di alta qualità, migliorando sia l'accuratezza che l'affidabilità dei risultati scientifici.

2.6.1.5.1.4 Esplorazione e visualizzazione

Nella modellazione idrologica, l'esplorazione e la visualizzazione dei dati rappresentano un passaggio fondamentale che segue la fase di preparazione e pulizia dei dati. Questo è il quarto step nell'utilizzo della piattaforma DSS, e serve a garantire che i dati siano non solo di alta qualità, ma anche adeguati alle analisi successive.

Una vasta gamma di strumenti è disponibile per esplorare e visualizzare i dati. Ad esempio, gli utenti possono creare vari tipi di grafici, anche interattivi, per rappresentare visivamente i dati. Questo è particolarmente utile per individuare pattern o anomalie. Immaginiamo di studiare il livello di inquinanti in un corso d'acqua nel tempo; un grafico potrebbe facilmente mostrare picchi anomali che meritano ulteriori indagini.

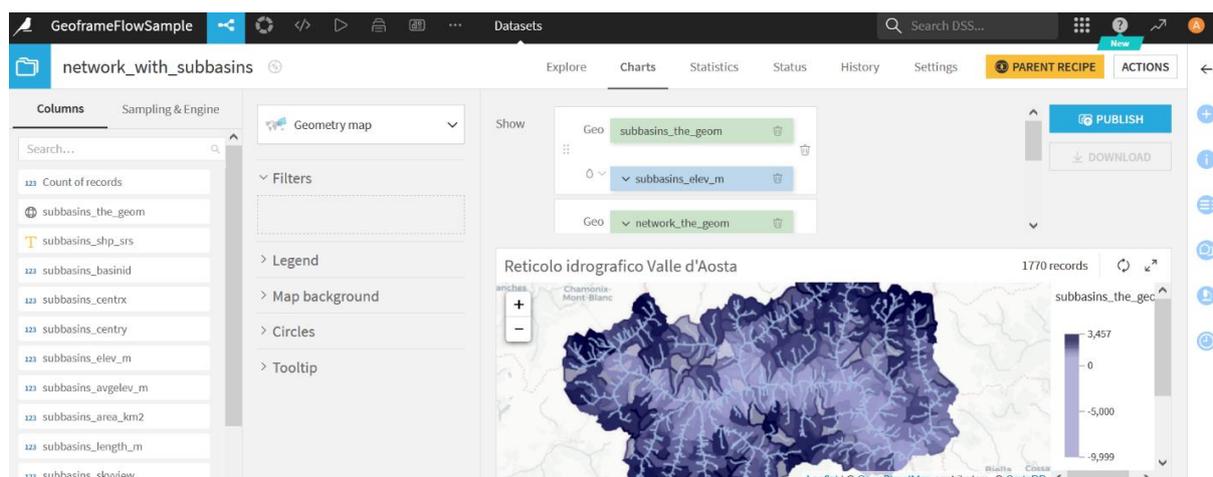


Figura 42 - Creazione grafici e grafici interattivi per rappresentare visivamente i dati e individuare eventuali pattern o anomalie

Oltre ai grafici, la piattaforma offre strumenti avanzati per il controllo qualità dei dati. Questi strumenti permettono di identificare dati che potrebbero essere fuori norma o anomali, e possono essere personalizzati per adattarsi alle esigenze specifiche di un progetto idrologico. Ad esempio, se si sta studiando il flusso d'acqua in un fiume, un controllo qualità potrebbe rilevare letture di flusso insolitamente alte o basse che potrebbero influenzare l'accuratezza dei modelli idrologici futuri.

	subbasins_centry	subbasins_elev_m	subbasins_avgelev_m	sub
	string			string
	Decimal			Dec
3848	5074167.633608363			072394495
3848	5074167.633608363			072394495
593	5050124.800454849			680039636
593	5050124.800454849			680039636
593	5050124.800454849	2333.649169921875	2366.5390680039636	
593	5050124.800454849	2333.649169921875	2366.5390680039636	
593	5050124.800454849	2333.649169921875	2366.5390680039636	
593	5050124.800454849	2333.649169921875	2366.5390680039636	
593	5050124.800454849	2333.649169921875	2366.5390680039636	
1962	5074895.459527753	1793.848876953125	2059.0377335868957	

Figura 43 - Identificazione dati anomali o fuori norma

Un altro strumento utile fornito dalla piattaforma è il Notebook, in particolare il notebook Jupyter. Questo è un ambiente in cui è possibile scrivere codice per eseguire esplorazioni, trasformazioni, analisi e visualizzazioni dei dati in modo interattivo e step-by-step. Una volta che si è soddisfatti delle analisi effettuate, il codice può essere esportato come "ricetta", che è un set di istruzioni che può essere riutilizzato in altri progetti.

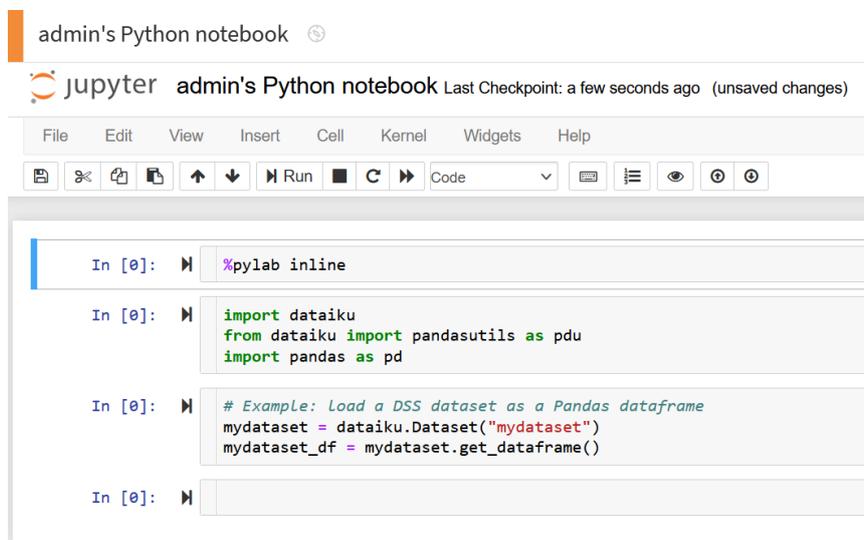


Figura 44 - Creazione di un notebook Jupyter

La fase di esplorazione e visualizzazione dei dati, insieme alla preparazione e pulizia, forma un percorso metodologico che contribuisce a garantire analisi e simulazioni basate su dati di alta qualità. Questo approccio migliora notevolmente sia l'accuratezza che l'affidabilità dei risultati scientifici in ambito idrologico.

2.6.1.5.1.5 Uso dei servizi geospaziali

L'integrazione di servizi geospaziali nel Data Science Studio (DSS) apre nuove possibilità per l'analisi e la modellazione idrologica. Si tratta di un passaggio che consente di collegare dati idrologici con informazioni geografiche, come mappe e immagini satellitari. Questo è particolarmente utile quando si desidera, ad esempio, posizionare stazioni di monitoraggio idrologico in un contesto geografico specifico.

Gli utenti hanno la flessibilità di collegarsi a servizi geospaziali esterni, come un'istanza di GeoServer attraverso un servizio WMS, uno standard dell'Open Geospatial Consortium. Questo permette di scaricare mappe e altri dati direttamente nella piattaforma DSS. In alternativa, possono anche importare dati geografici locali.

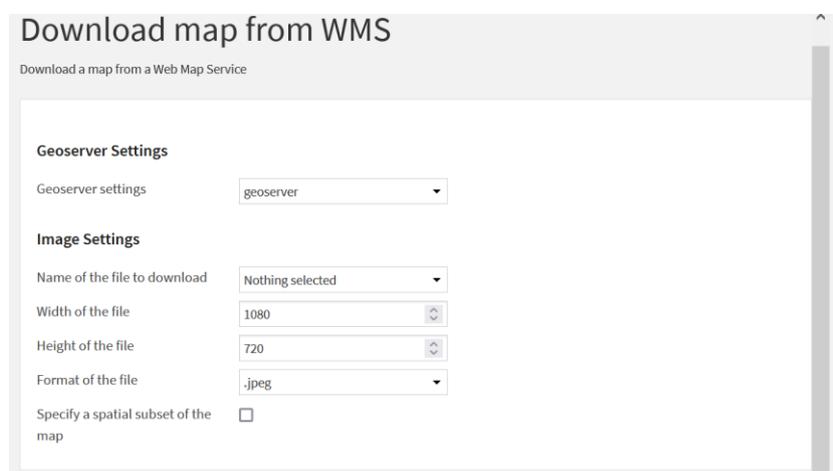


Figura 45 - Interazione tra il DSS e una istanza GeoServer per via di un servizio WMS (standard OGC)

Una volta che i dati geospaziali sono integrati nella piattaforma, si possono combinare con i dati idrologici esistenti. Questo arricchisce il modello idrologico, fornendo un contesto georeferenziato che può essere fondamentale per diverse applicazioni. Ad esempio, potrebbe essere utile per identificare come le caratteristiche geografiche, come l'altitudine o la tipologia del terreno, influenzano il flusso dell'acqua in una determinata regione.

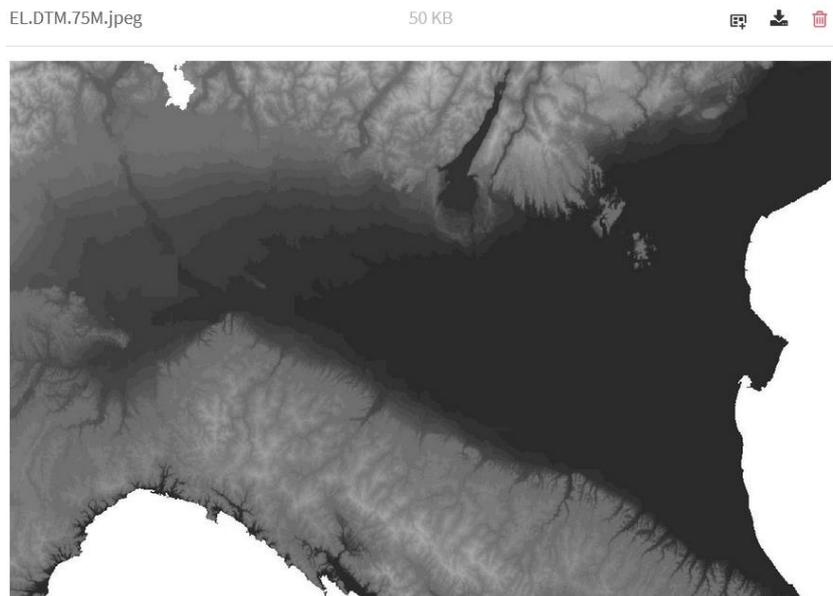


Figura 46 - Analisi basate sull'utilizzo di layer topografici

Questo tipo di integrazione non solo migliora la qualità dell'analisi, ma anche la sua applicabilità pratica. Ad esempio, se si sta studiando l'effetto delle precipitazioni su un bacino fluviale, avere dati topografici precisi può essere cruciale per prevedere dove l'acqua si accumulerà in caso di forti piogge, informazioni vitali per la pianificazione di interventi di mitigazione del rischio di inondazioni.

Quindi, l'uso di servizi geospaziali in combinazione con gli strumenti di analisi idrologica rappresenta un avanzamento significativo nel campo, consentendo una comprensione più completa e dettagliata dei sistemi idrologici e del loro contesto geografico.

2.6.1.5.1.6 Ingegnerizzazione delle caratteristiche significative

Nell'ambito della modellazione idrologica, si affronta una fase cruciale nota come ingegnerizzazione delle caratteristiche significative. Qui, si utilizza il Data Science Studio (DSS) per eseguire operazioni complesse che vanno dall'aggregazione temporale dei dati all'estrazione di informazioni topografiche.

Per quanto riguarda l'aggregazione temporale, nel DSS si possono creare specifiche "ricette" che consentono di riepilogare i dati idrologici in vari intervalli temporali, come giornaliero, settimanale o mensile. Questa flessibilità è particolarmente utile, ad esempio, quando si desidera analizzare le variazioni stagionali del livello dell'acqua in un lago o un fiume.

Nel contesto della manipolazione delle serie temporali, il DSS offre funzionalità come il "Time series resampling", che permette di riorganizzare i dati in modo che siano più facilmente analizzabili. Questo è particolarmente utile quando si hanno dati raccolti in intervalli di tempo irregolari e si desidera uniformarli.

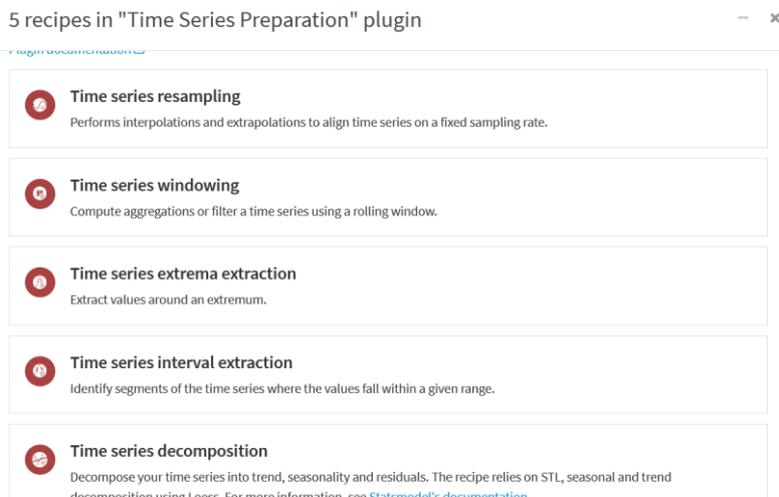
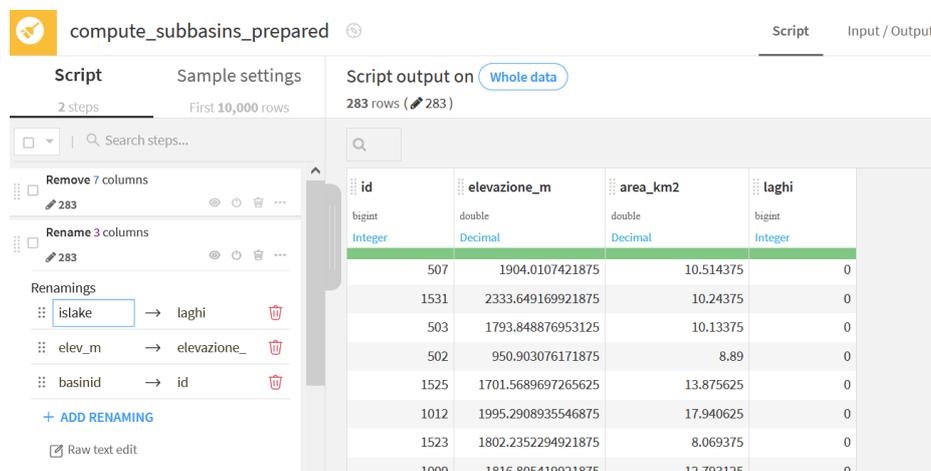


Figura 47 - Alcune funzionalità che la piattaforma offre per la manipolazione delle serie temporali

Per quanto riguarda le caratteristiche topografiche, si possono utilizzare gli strumenti del DSS per estrarre informazioni come l'altitudine, la pendenza del terreno o la morfologia del bacino idrografico dai dati geografici precedentemente acquisiti. Ad esempio, conoscere l'altitudine e la pendenza del terreno può essere fondamentale per prevedere come l'acqua si muoverà durante un evento di pioggia intensa.



Script: compute_subbasins_prepared | Sample settings: First 10,000 rows | Script output on: Whole data | 283 rows

id	elevazione_m	area_km2	laghi
bigint Integer	double Decimal	double Decimal	bigint Integer
507	1904.0107421875	10.514375	0
1531	2333.649169921875	10.24375	0
503	1793.848876953125	10.13375	0
502	950.903076171875	8.89	0
1525	1701.5689697265625	13.875625	0
1012	1995.2908935546875	17.940625	0
1523	1802.2352294921875	8.069375	0
1009	1816.805419921875	12.792125	0

Figura 48 - Strumenti per estrarre le caratteristiche dai dati geospaziali

Una volta estratte queste caratteristiche, nel DSS si ha la possibilità di combinare le informazioni topografiche con i dati idrologici aggregati. Questa combinazione è essenziale per una comprensione più completa delle dinamiche idrologiche di una determinata area. Ad esempio, si potrebbe scoprire che certe aree sono più inclini a inondazioni a causa della loro topografia particolare.

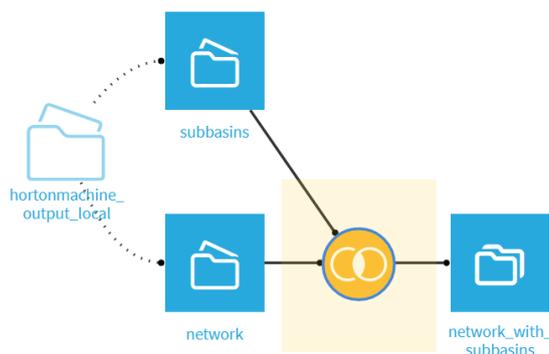


Figura 49 – Correlazione tra un dataset contenente informazioni sui bacini e un ulteriore dataset relativo al reticolo idrografico estratto negli step precedenti del flusso

Infine, si possono eseguire ulteriori analisi e trasformazioni sui dati. Ad esempio, si potrebbe calcolare la pendenza media di un bacino idrografico per identificare aree con un elevato rischio di inondazione. L'ingegnerizzazione delle caratteristiche attraverso il DSS si rivela quindi un passaggio fondamentale per la creazione di un modello idrologico accurato. Questo processo non solo migliora la qualità del modello, ma rende anche i dati più rilevanti e informativi per gli utenti.

2.6.1.5.1.7 Sviluppo e adeguamento del modello

Nell'ambito della modellazione idrologica, l'utilizzo di un sistema di supporto come DataIKU offre un percorso strutturato per sviluppare o adattare modelli idrologici. Inizialmente, si parte dalla possibilità di riutilizzare modelli idrologici esistenti, una pratica che evita la duplicazione degli sforzi e sfrutta la validità di modelli precedentemente testati.

La piattaforma consente anche una personalizzazione dettagliata del modello. Gli utenti possono definire parametri e regole specifiche al contesto idrologico del progetto. Questa flessibilità è fondamentale per adattare i modelli alle condizioni locali, migliorando così la precisione delle previsioni idrologiche.

Nel flusso di lavoro del progetto, è possibile creare "ricette di modello" che integrano il modello idrologico selezionato. Queste ricette facilitano l'applicazione del modello ai dati idrologici precedentemente elaborati, migliorando la coerenza e l'efficacia del modello stesso.

Un altro aspetto cruciale è la validazione e il test del modello. DataIKU fornisce gli strumenti necessari per valutare le prestazioni del modello, utilizzando dati di test o confrontando i risultati con dati storici noti. Questo passaggio è fondamentale per assicurare l'affidabilità del modello e per confermare che i risultati siano in linea con le aspettative.

Infine, se necessario, si può iterare su questa fase, apportando modifiche al modello e alle sue configurazioni in base ai risultati ottenuti. DataIKU semplifica questo processo, consentendo aggiustamenti agili e tempestivi.

In questo modo, il DSS facilita un approccio rapido, completo e flessibile alla costruzione e personalizzazione dei modelli idrologici. Questo permette di sfruttare al meglio le conoscenze esistenti e di adattarle alle esigenze specifiche del progetto idrologico in corso, eliminando la necessità di spendere tempo su aspetti come la configurazione e lo sviluppo del codice.

2.6.1.5.1.8 Valutazione del modello

Per valutare l'efficacia di un modello idrologico, si segue un processo strutturato che può essere suddiviso in diverse fasi. Inizialmente, si raccolgono dati specifici per la valutazione. Questi dati possono provenire da diverse fonti, come osservazioni sul campo, dati storici o dati generati artificialmente. Strumenti come il DSS (Digital Science Studio) facilitano l'importazione e la gestione di questi dati, rendendo il processo più efficiente.

Una volta raccolti i dati, il modello idrologico precedentemente sviluppato o adattato viene applicato a questi. In questa fase, il DSS può essere molto utile. Esso consente di eseguire l'applicazione del modello in modo efficiente e di registrare tutte le previsioni generate dal modello.

Successivamente, si passa alla misurazione delle prestazioni del modello. Per fare ciò, si utilizzano varie metriche, come errori quadratici medi, coefficienti di determinazione (R^2) ed errori percentuali. Queste metriche sono spesso specifiche del contesto idrologico e aiutano a valutare l'accuratezza e l'efficacia del modello.

Dopo aver misurato le prestazioni, si analizzano gli errori del modello. Il DSS fornisce strumenti per identificare dove e quando il modello potrebbe non essere accurato. Questo è fondamentale per comprendere le aree che necessitano di miglioramenti. Ad esempio, se un modello predice in modo errato il flusso d'acqua in una determinata regione durante un evento di pioggia intensa, si potrebbe dover ricalibrare i parametri del modello per quella specifica condizione.

Se i risultati della valutazione non sono soddisfacenti, si entra in una fase di iterazione e ottimizzazione. In questa fase, si apportano modifiche al modello o alle sue configurazioni e si ripete il processo di valutazione. Questo ciclo iterativo continua finché non si ottengono risultati accettabili. Il DSS gioca un ruolo chiave anche in questa fase, semplificando notevolmente il processo e consentendo analisi dettagliate delle prestazioni del modello.

Il DSS (Digital Science Studio) emerge come uno strumento fondamentale in questo contesto, fornendo le funzionalità necessarie per un'analisi dettagliata e per apportare miglioramenti iterativi al modello.

2.6.1.5.1.9 Analisi predittiva

Nell'ambito delle scienze ambientali, l'analisi predittiva è un processo rigoroso che si articola in diverse fasi, ciascuna delle quali ha un ruolo cruciale nel determinare l'accuratezza e l'utilità delle previsioni generate. Inizialmente, si selezionano i dati di input che serviranno come base per l'analisi. Questi dati possono essere di varia natura: meteorologici, idrologici, geografici e così via. Ad esempio, se l'obiettivo è prevedere gli eventi di inondazione in una determinata area, i dati

pluviometrici storici, le condizioni del suolo e i dati topografici potrebbero essere particolarmente rilevanti.

Una volta raccolti i dati, la fase successiva è la loro preparazione. Questo passaggio è fondamentale per garantire che i dati siano pronti per l'analisi e include operazioni come la pulizia dei dati, la normalizzazione e l'eliminazione di eventuali valori mancanti o anomalie. In questa fase, strumenti come il DSS (Digital Science Studio) possono essere estremamente utili. Il DSS offre una serie di strumenti che semplificano la pulizia e la preparazione dei dati, come evidenziato in una revisione delle tecniche di interpolazione spaziale applicate nelle scienze ambientali.

Dopo aver preparato i dati, si passa alla scelta del modello predittivo più appropriato. Questa scelta è guidata dagli obiettivi specifici dell'analisi e dalla natura dei dati a disposizione. Il DSS offre una vasta gamma di algoritmi di machine learning, facilitando la selezione del modello più adatto. Ad esempio, nel contesto della previsione della qualità dell'aria, un modello di regressione lineare potrebbe essere più appropriato se si dispone di un set di dati storici ben definito.

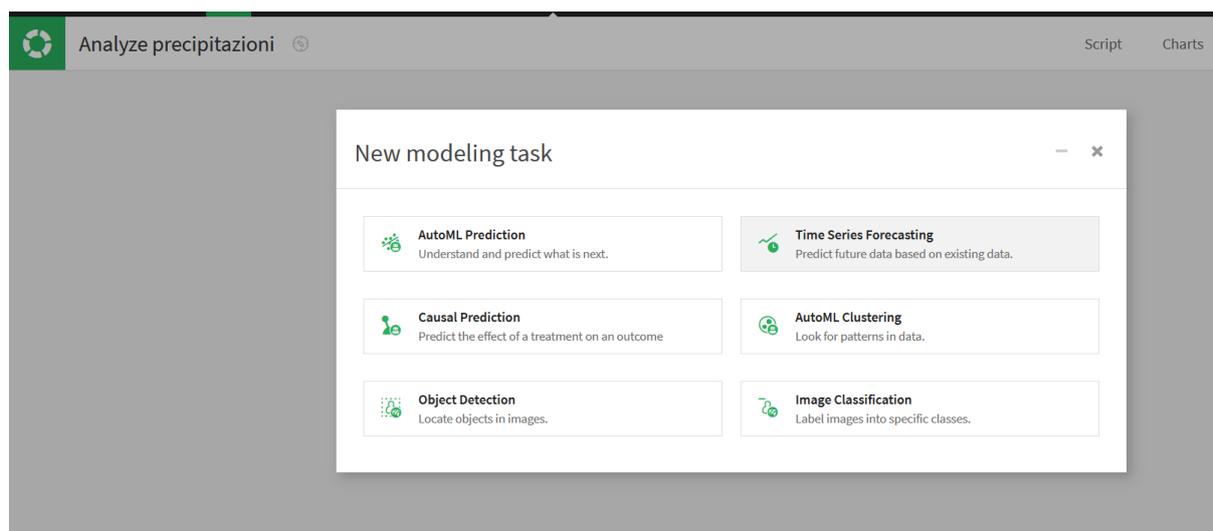


Figura 50 - DSS fornisce una vasta gamma di algoritmi di machine learning e strumenti per la selezione del modello

Una volta selezionato il modello, la fase successiva è l'addestramento. Qui, il modello viene "insegnato" a interpretare i dati di input e a generare previsioni accurate. Il DSS offre strumenti che permettono di configurare e monitorare il processo di addestramento, garantendo che il modello sia addestrato in modo ottimale.

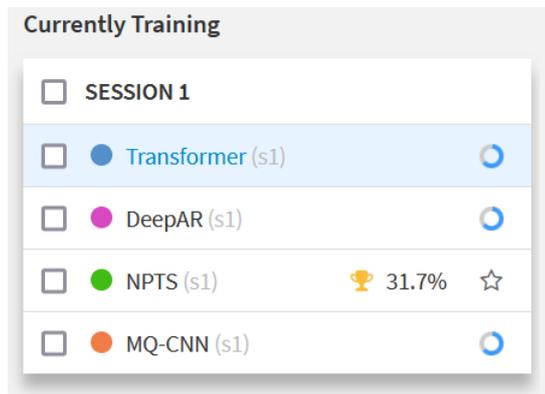


Figura 51 - DSS consente di configurare il processo di addestramento e di monitorare l'andamento del training

Dopo l'addestramento, è fondamentale validare il modello per assicurarsi che le previsioni siano il più accurate possibile. Questo viene fatto attraverso un processo chiamato validazione incrociata, che utilizza un set di dati separato per valutare l'efficacia del modello. Il DSS semplifica anche questa fase, fornendo strumenti che permettono una valutazione accurata delle prestazioni del modello.

Una volta che il modello è stato addestrato e validato, si procede con la generazione di previsioni. Queste previsioni possono riguardare una vasta gamma di fenomeni, da eventi idrologici come piogge intense o inondazioni, a fenomeni atmosferici o cambiamenti nella qualità del suolo. Le previsioni vengono poi sottoposte a un'analisi dettagliata per valutare le loro implicazioni e determinare l'importanza delle previsioni nel contesto più ampio delle scienze ambientali.

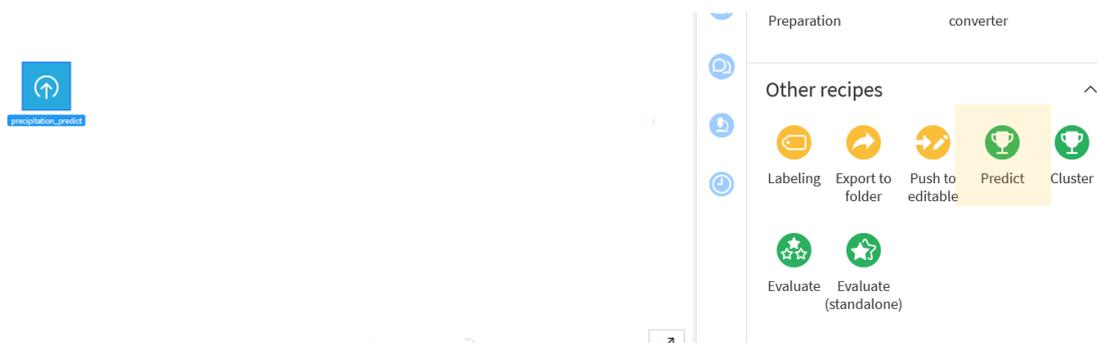


Figura 52 - DSS agevola l'analisi esplorativa delle previsioni

Infine, i risultati dell'analisi vengono visualizzati attraverso vari strumenti come grafici, mappe e altre forme di rappresentazione visiva. Se i risultati ottenuti non sono soddisfacenti, si entra in una fase di iterazione e ottimizzazione, durante la quale si apportano modifiche al modello o ai dati di input e si ripete l'intero processo.

Quantiles to display

Lower quantile: 0.1

Upper quantile: 0.9

Time series

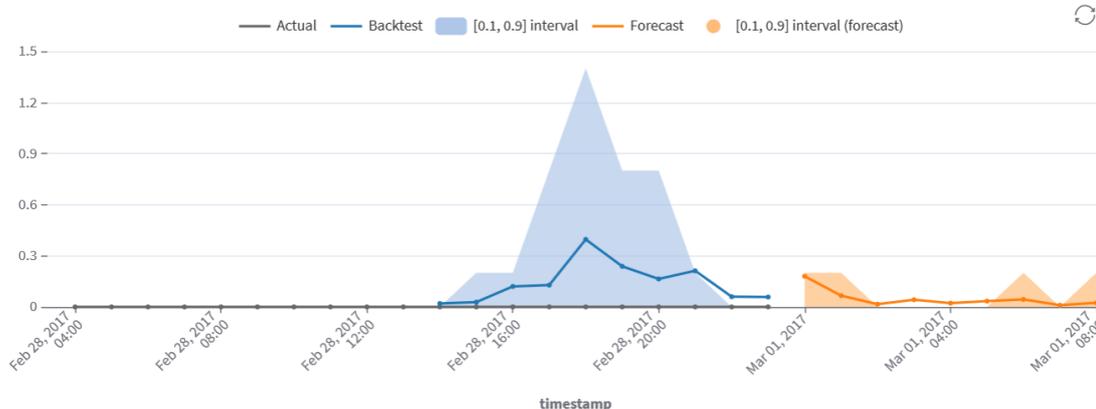


Figura 53 - Strumenti che offrono opzioni di visualizzazione avanzate per comunicare in modo efficace i risultati

Il DSS si configura come uno strumento fondamentale in tutto questo processo, semplificando ogni fase e consentendo un utilizzo ottimale dei dati. Grazie al DSS, gli utenti possono sfruttare al meglio i dati a loro disposizione per generare previsioni informative e prendere decisioni basate su dati accurati e validati.

2.6.1.5.1.9.1 Supporto alle decisioni: realizzazione dashboard, charts e report

Nel campo delle scienze ambientali, la gestione e l'analisi dei dati sono spesso complesse e richiedono strumenti sofisticati per supportare la presa di decisioni. Uno di questi strumenti è il DSS (Digital Science Studio), che facilita l'accesso e l'analisi dei dati attraverso una serie di funzionalità come dashboard, grafici e report. Questo processo si sviluppa in diverse fasi, ognuna delle quali è cruciale per garantire che le decisioni prese siano basate su dati accurati e aggiornati.

Inizialmente, si identificano le esigenze specifiche per il supporto alle decisioni. Queste possono variare da decisioni operative immediate, come la gestione di un evento di inquinamento in tempo reale, a decisioni strategiche a lungo termine, come la pianificazione dell'uso del suolo. Una volta identificate queste esigenze, si procede alla selezione delle metriche e degli indicatori chiave che saranno inclusi nelle dashboard e nei report. Ad esempio, nel caso di un modello idrologico che prevede il flusso d'acqua in un fiume, metriche come il tasso di deflusso, la portata e i livelli di sedimentazione potrebbero essere particolarmente pertinenti.

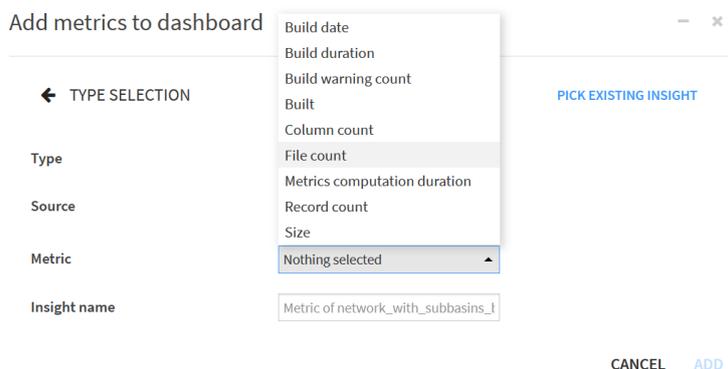


Figura 54 – Selezione delle metriche e indicatori chiave che saranno inclusi nella dashboard

Successivamente, si passa alla progettazione dei dashboard interattivi. Questi strumenti visivi permettono agli utenti di avere una panoramica immediata delle metriche chiave e di esplorare i dati in modo dinamico. Un esempio pratico potrebbe essere una dashboard che visualizza in tempo reale i dati provenienti da un modello idrologico di previsione delle inondazioni, permettendo agli utenti di monitorare variabili come l'altezza dell'acqua e la velocità del flusso. In questo modo, si possono identificare rapidamente eventuali discrepanze o anomalie che potrebbero richiedere un intervento immediato o una revisione del modello.

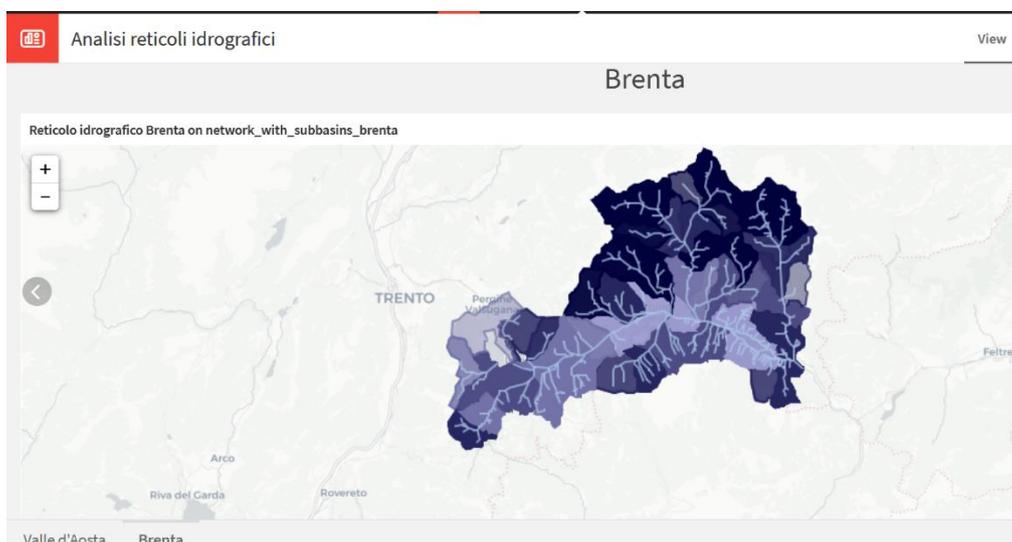


Figura 55 – Dashboard per la presentazione dinamica delle metriche chiave

Parallelamente alla creazione delle dashboard, si sviluppano anche grafici dettagliati che rappresentano le informazioni in modo visuale. Il DSS offre una vasta gamma di tipi di grafici, come grafici a dispersione per mostrare le relazioni tra variabili o grafici a barre per confrontare le prestazioni di diversi indicatori. Questi grafici possono essere integrati nelle dashboard o utilizzati in report dettagliati.

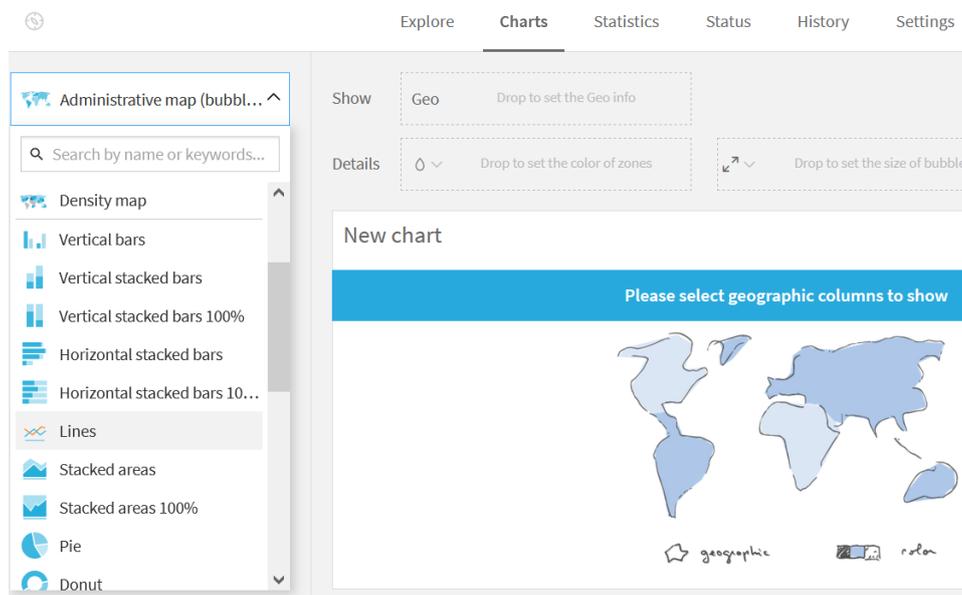


Figura 56 - Gamma di tipi di grafici, tra cui grafici a dispersione, grafici a barre, grafici a torta disponibili nel DSS

I report generati includono analisi approfondite, conclusioni e raccomandazioni basate sui dati. Questi documenti possono essere personalizzati in base alle esigenze specifiche dell'utente e spesso servono come base per la presa di decisioni strategiche. Ad esempio, un report potrebbe analizzare l'efficacia di diversi metodi di trattamento delle acque reflue e fornire raccomandazioni su quale metodo sia più efficace in termini di costi e impatto ambientale.

Una volta create, le dashboard e i report vengono integrati nell'ambiente DSS, rendendoli facilmente accessibili agli utenti autorizzati. Questo ambiente gestisce anche i livelli di accesso per garantire la sicurezza dei dati. Gli utenti possono quindi fornire un feedback che sarà utilizzato per ottimizzare ulteriormente la presentazione delle informazioni e la facilità d'uso dei vari strumenti.

Grazie a un approccio integrato che combina dashboard, grafici e report, gli utenti possono navigare facilmente attraverso un mare di dati e trarre conclusioni basate su analisi solide e aggiornate.

2.6.1.5.1.9.2 Automazione e scalabilità ed esposizione dell'applicazione creata mediante API endpoint

Nell'ambito della gestione avanzata dei modelli idrologici, l'automazione e la scalabilità sono componenti essenziali, soprattutto quando si utilizza una piattaforma intelligente come il DSS (Data Science Studio). In questo contesto, si definiscono flussi di lavoro automatizzati che gestiscono una serie di compiti. Ad esempio, uno di questi potrebbe essere l'aggiornamento periodico dei dati sulle precipitazioni o i livelli dei fiumi. Questi flussi di lavoro sono orchestrati attraverso "scenari", che sono configurati per eseguire determinate azioni quando si verificano specifici eventi o condizioni. Si potrebbe avere uno scenario che si attiva quando un sensore rileva un aumento anomalo del livello d'acqua, innescando automaticamente un modello di previsione delle inondazioni.

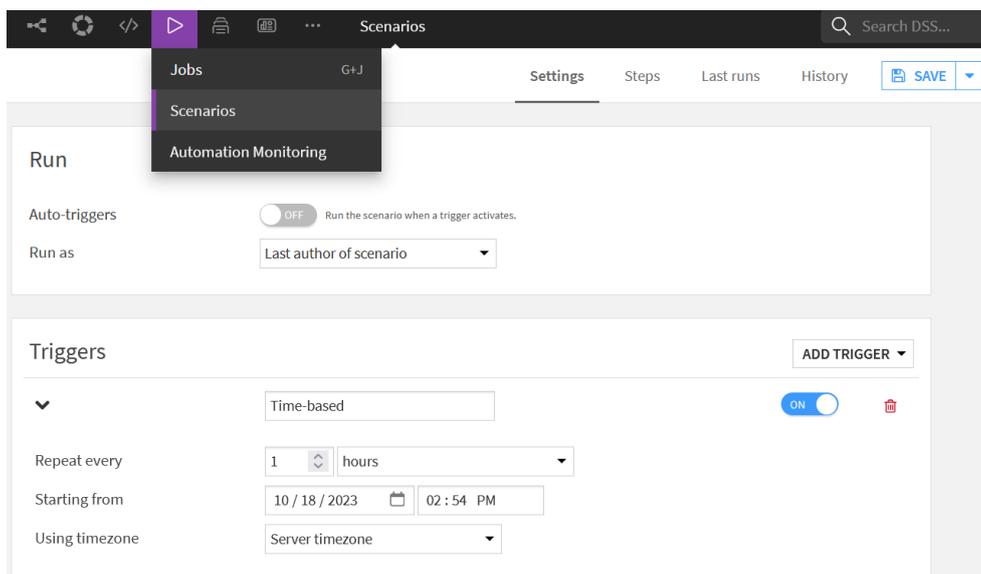


Figura 57 - La creazione degli "scenari"

La scalabilità è un altro pilastro fondamentale. Con l'aumento della quantità e della complessità dei dati, come nel caso di un monitoraggio su più anni di diversi corsi d'acqua, il sistema deve essere in grado di gestire efficacemente questa crescita. Il DSS permette di scalare orizzontalmente le risorse computazionali, il che significa che si possono aggiungere ulteriori unità di elaborazione per gestire carichi di lavoro più pesanti senza degradare le prestazioni.

La pianificazione delle esecuzioni è strettamente legata all'automazione. I flussi di lavoro possono essere programmati per eseguire determinate attività a orari prestabiliti o in risposta a eventi specifici. Ad esempio, un modello idrologico potrebbe essere addestrato ogni notte utilizzando i dati raccolti durante la giornata, garantendo che le previsioni siano sempre basate sulle informazioni più recenti.

Il monitoraggio delle prestazioni è continuo e proattivo. Se si rilevano problemi, come un ritardo nell'elaborazione dei dati o un errore nel modello, si interviene immediatamente per risolverli. Questo è cruciale per mantenere l'integrità del sistema e la precisione dei modelli idrologici in uso.

L'accesso ai modelli e ai dati è facilitato dall'esposizione dell'applicazione attraverso endpoint API. Questo permette ad altre applicazioni o sistemi di interfacciarsi con il modello in tempo reale. Immaginiamo un'applicazione mobile che fornisce agli utenti informazioni in tempo reale su potenziali rischi di inondazione; questa potrebbe sfruttare l'API per accedere ai dati più aggiornati.

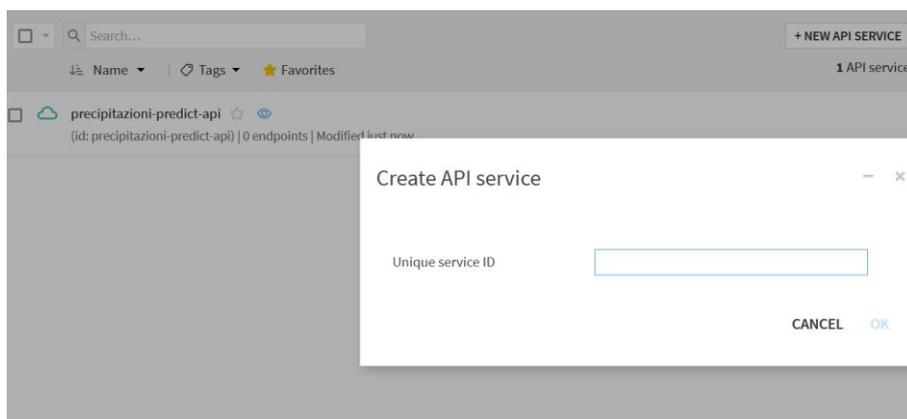


Figura 58 - Creazione endpoint API

La sicurezza è una priorità, soprattutto quando si tratta di dati sensibili. Il DSS implementa vari livelli di autenticazione e autorizzazione per garantire che solo gli utenti autorizzati possano accedere ai dati. Questo è fondamentale per proteggere le informazioni e mantenere la conformità con le normative sulla privacy e sulla sicurezza dei dati.

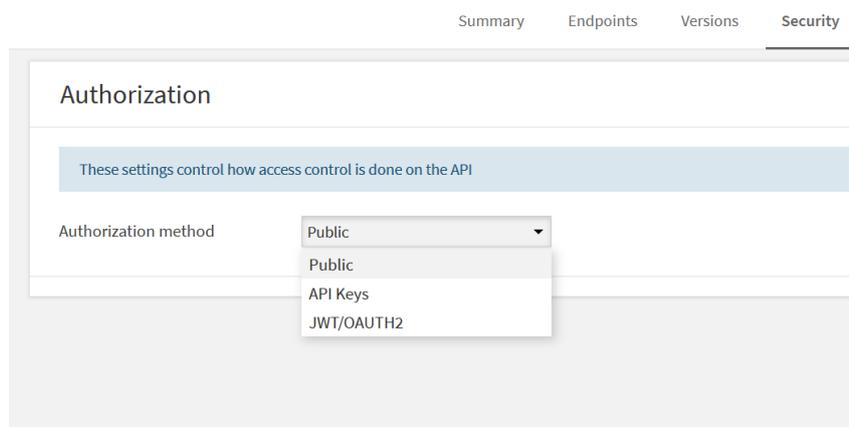


Figura 59 - Sistema di autenticazione e autorizzazione per proteggere i dati sensibili

Il sistema di controllo di versione è un altro strumento indispensabile. Permette di tenere traccia di tutte le modifiche apportate, facilitando la collaborazione e garantendo la riproducibilità dei risultati. Ad esempio, se un modello viene aggiornato, è possibile tracciare esattamente quali cambiamenti sono stati apportati, quando e da chi.

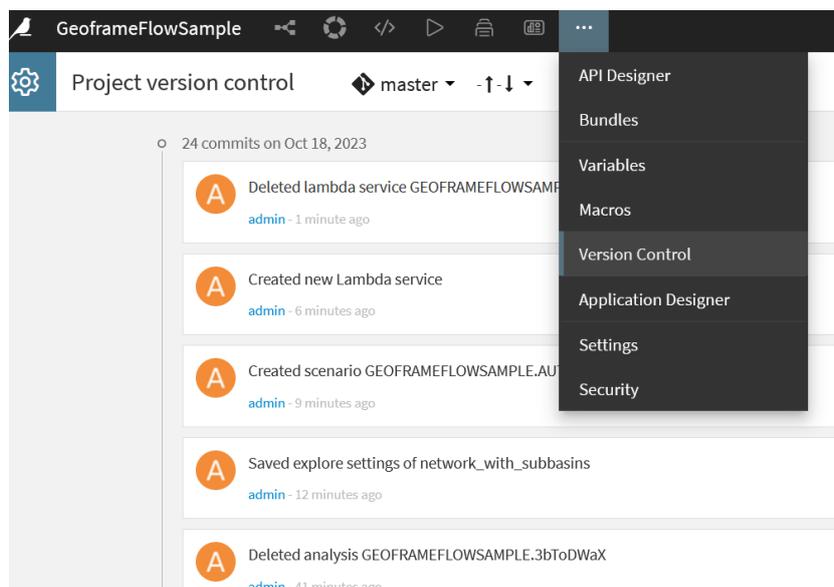


Figura 60 – Sistema di controllo di versione

Infine, la gestione ottimizzata delle risorse assicura che il sistema sia sempre il più efficiente possibile. Il DSS è in grado di allocare dinamicamente le risorse computazionali in base alle esigenze del momento, garantendo così che nessuna operazione sia rallentata da limitazioni di risorse.

2.6.1.5.1.9.3 Utilizzo delle capacità computazionali mediante Kubernetes e Apache Spark

Nell'ecosistema della modellazione idrologica, l'integrazione di Kubernetes e Apache Spark con DataIKU sta emergendo come una pratica standard per gestire complessi carichi di lavoro computazionali. Prendiamo, ad esempio, un modello idrologico che deve simulare il comportamento di un intero bacino idrografico durante un evento meteorologico estremo. In una situazione del genere, la necessità di potenza computazionale può aumentare esponenzialmente.

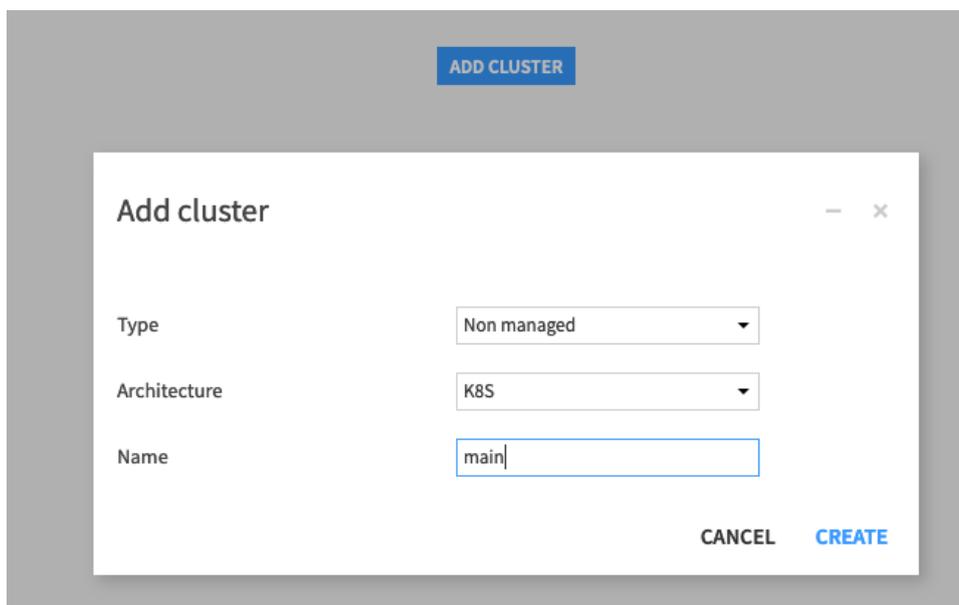


Figura 61 - Configurazione di un cluster

Si inizia configurando un cluster Kubernetes, che funge da orchestratore per l'intera operazione. Questo cluster è responsabile della gestione di vari container, ognuno dei quali è specializzato nell'esecuzione di una parte specifica del modello idrologico. Una delle funzionalità più notevoli di Kubernetes è l'auto-scaling, che permette al sistema di aggiungere o rimuovere nodi computazionali in base al carico di lavoro. Questo è particolarmente utile quando si tratta di modelli che richiedono un'elevata potenza di calcolo per brevi periodi di tempo.

Una volta configurato il cluster, il passo successivo è la creazione di un'immagine Docker contenente DataIKU e tutte le sue dipendenze. Questa immagine agisce come un pacchetto software completo che può essere facilmente distribuito su Kubernetes. Dopo aver preparato l'immagine Docker, viene effettuato il suo deployment nel cluster Kubernetes. A questo punto, Kubernetes prende il sopravvento e inizia ad allocare dinamicamente le risorse computazionali necessarie per eseguire il modello.

Ma la storia non finisce qui. Apache Spark entra in gioco quando si tratta di elaborare grandi set di dati. Immaginiamo di dover analizzare dati meteorologici storici per migliorare la precisione del nostro modello idrologico. Apache Spark è progettato per gestire questo tipo di elaborazione dati su larga scala. Ancora meglio, Spark può essere configurato per funzionare all'interno del cluster Kubernetes, creando un ambiente unificato per tutte le operazioni computazionali.

Kubernetes non è solo un semplice orchestratore; offre anche strumenti avanzati per il monitoraggio delle prestazioni e l'auto-scaling. Supponiamo che durante l'esecuzione del modello, si verifichi un picco nel consumo di memoria. Kubernetes è in grado di rilevare questa anomalia e allocare automaticamente più risorse per garantire che il modello continui a funzionare senza intoppi.

DataIKU, nel frattempo, offre un'interfaccia utente intuitiva che semplifica notevolmente la gestione dei job di modellazione. Gli utenti possono non solo definire e pianificare i job, ma anche monitorarli in tempo reale. Una volta completati i job, i risultati possono essere integrati in dashboard e report, fornendo un quadro completo che può essere utilizzato per prendere decisioni informate.

La combinazione di Kubernetes e Apache Spark in DataIKU offre un ambiente altamente scalabile e flessibile, ideale per l'esecuzione di modelli idrologici su larga scala. Questa configurazione non solo ottimizza l'uso delle risorse computazionali, ma offre anche una piattaforma robusta in grado di adattarsi a carichi di lavoro in continua evoluzione. L'architettura aperta e la possibilità di esporre funzionalità tramite API rendono inoltre il sistema estremamente versatile, permettendo una facile integrazione con altri servizi e applicazioni.

2.6.15.1.9.4 Collaborazione e governance: condivisione del progetto e suo rilascio in produzione

Nella fase finale di un progetto di modellazione idrologica, la collaborazione e la governance diventano cruciali per garantire che il lavoro svolto sia efficace, sicuro e conforme alle linee guida stabilite. Utilizzando una piattaforma come DataIKU, si può facilmente condividere il progetto con altri membri dell'organizzazione. Questo non solo facilita la collaborazione, ma offre anche una panoramica dettagliata del contributo di ciascun membro del team, dalle modifiche apportate ai dati alle nuove funzionalità implementate.



Figura 62 - Sistema di consultazione delle statistiche sulla contribuzione, sviluppi, ecc. del Team

Una volta che il modello è stato perfezionato e testato, si passa alla fase di rilascio in produzione. Questo è un passaggio critico che richiede una serie di test finali per assicurare che il modello sia preciso e affidabile. Ad esempio, se il modello è progettato per prevedere i livelli di inquinamento in un fiume, i test potrebbero includere la simulazione di diversi scenari meteorologici e la verifica dei risultati con dati storici.

Se il modello idrologico è destinato a essere utilizzato da altre applicazioni o sistemi, viene esposto un endpoint API. Questo permette un facile accesso ai dati e alle previsioni del modello. Immaginiamo, per esempio, un'applicazione mobile che fornisce agli utenti informazioni in tempo reale sui livelli di inquinamento dell'acqua; l'API sarebbe il ponte che consente a questa applicazione di accedere ai dati generati dal modello.

La sicurezza è un altro aspetto fondamentale. Si adottano misure rigorose per controllare chi può accedere al progetto e ai dati sensibili. Questo è particolarmente importante quando si tratta di dati che potrebbero avere implicazioni ambientali o sanitarie. Gli accessi sono regolati in base a profili specifici, che possono variare da un progetto all'altro. Ad esempio, un team di ricercatori potrebbe avere accesso completo ai dati, mentre un gruppo di stakeholder potrebbe avere un accesso più limitato.

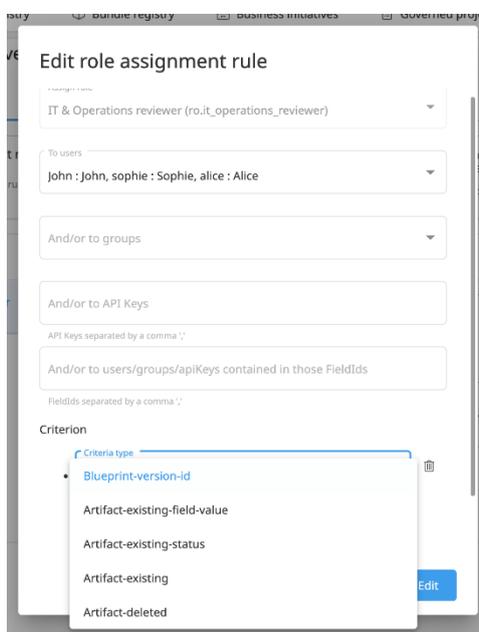


Figura 63 – Sistema di profilazione delle utenze

La governance dei dati è un altro pilastro fondamentale. Si stabiliscono politiche e procedure per la gestione dei dati, dalla definizione di metadati alla tracciabilità delle modifiche. Questo assicura che i dati siano gestiti in modo coerente e trasparente, riducendo il rischio di errori o incoerenze.

Il monitoraggio continuo e la manutenzione periodica sono essenziali per mantenere l'applicazione e il modello aggiornati. Qualsiasi anomalia o problema viene identificato e risolto tempestivamente, garantendo così la qualità e l'accuratezza delle previsioni nel tempo.

Infine, la documentazione e la formazione sono fornite per facilitare l'uso e la gestione dell'applicazione. Questo è particolarmente utile per gli utenti che potrebbero non avere una formazione tecnica approfondita ma che sono comunque coinvolti nel progetto.

In sintesi, la fase di collaborazione e governance è fondamentale per assicurare che l'applicazione idrologica sia gestita in modo efficace e sicuro. La combinazione di condivisione del progetto, controllo degli accessi, governance dei dati e monitoraggio continuo crea un ecosistema robusto che può adattarsi alle esigenze in continua evoluzione del campo della modellazione idrologica.

2.6.1.5.2 Documentazione ufficiale

Per una completa panoramica al vasto compendio di funzionalità e caratteristiche offerte dalla piattaforma DataIKU si rimanda alla documentazione ufficiale disponibile a questo indirizzo pubblico:

<https://doc.dataiku.com/dss/latest/concepts/index.html>

2.6.1.5.3 Sviluppi in ambito SIM con tecnologia Generative AI

L'Intelligence Platform consente sin d'ora di sfruttare completamente le nuove tecnologie "Generative AI attraverso l'interfaccia, esclusiva, verso OpenAI (Microsoft Azure).

Con questa soluzione si possono predisporre iniziative progettuali altamente innovative, sempre condotte in ottica MVP per sfruttare Large Language Models (LLM).

La piattaforma rende disponibile l'accesso diretto alla Generative AI tramite Microsoft Azure OpenAI Service. Questo servizio è stato pensato per il mondo Enterprise e nello specifico consente di:

- utilizzare tale tecnologia in un ambito geografico specifico, nella fattispecie da una Region Azure in Italia dove i dati sono localizzati;
- avere dei livelli di servizio ben definiti;
- integrarsi con tutti gli altri servizi cloud che sono parte anche delle soluzioni PSN associati alla tecnologia Azure.

2.6.1.5.3.1 Supporto di Microsoft Azure OpenAI nell'Intelligence Platform

La piattaforma DataIKU mette a disposizione un plugin specifico che consente l'accesso diretto al servizio Microsoft OpenAI Service. Nello specifico è possibile:

- generare testo senza uno specifico data set di input
- generare testo basandosi su data set specifici attinenti al tema su cui si richiede la generazione
- Sessioni conversazionali di domande/risposte
- Riepilogo (Summarization)
- Classificazione (Zero e Few shots)

Inoltre, è possibile richiamare funzionalità Generative AI direttamente nelle cosiddette "Ricette" (descritte precedentemente).

Le impostazioni di accesso ai servizi di Generative AI di Microsoft Azure OpenAI sono direttamente accessibili tramite il plugin citato precedentemente.

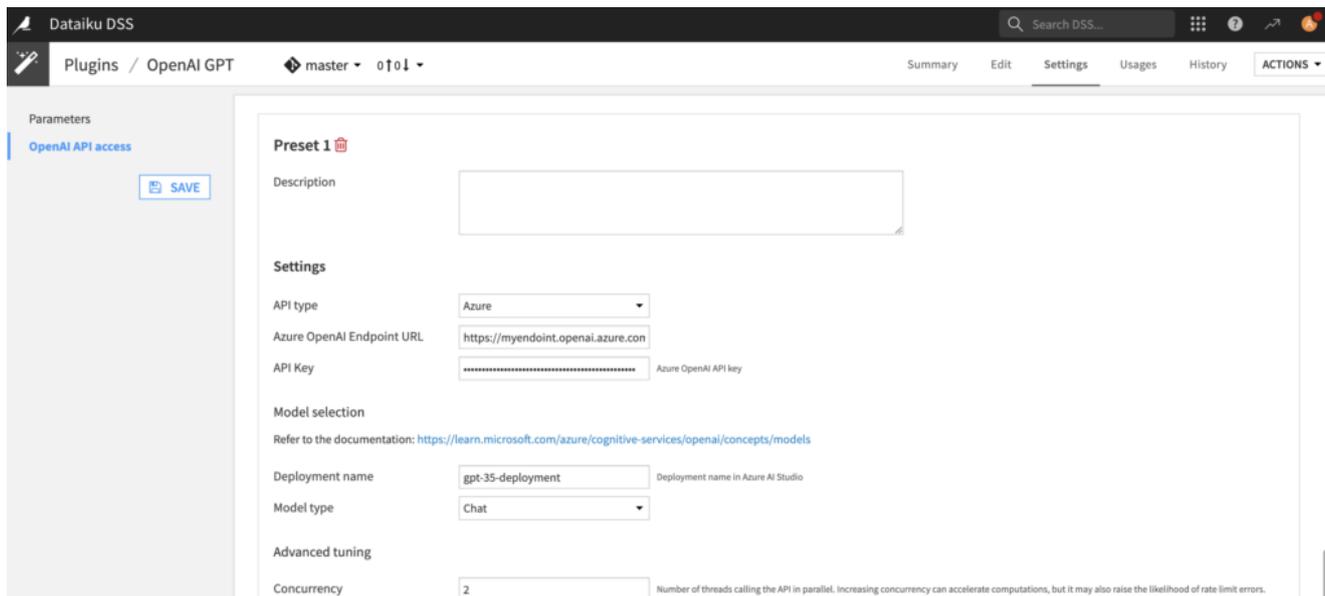


Figura 64 - Configurazione dei servizi Azure

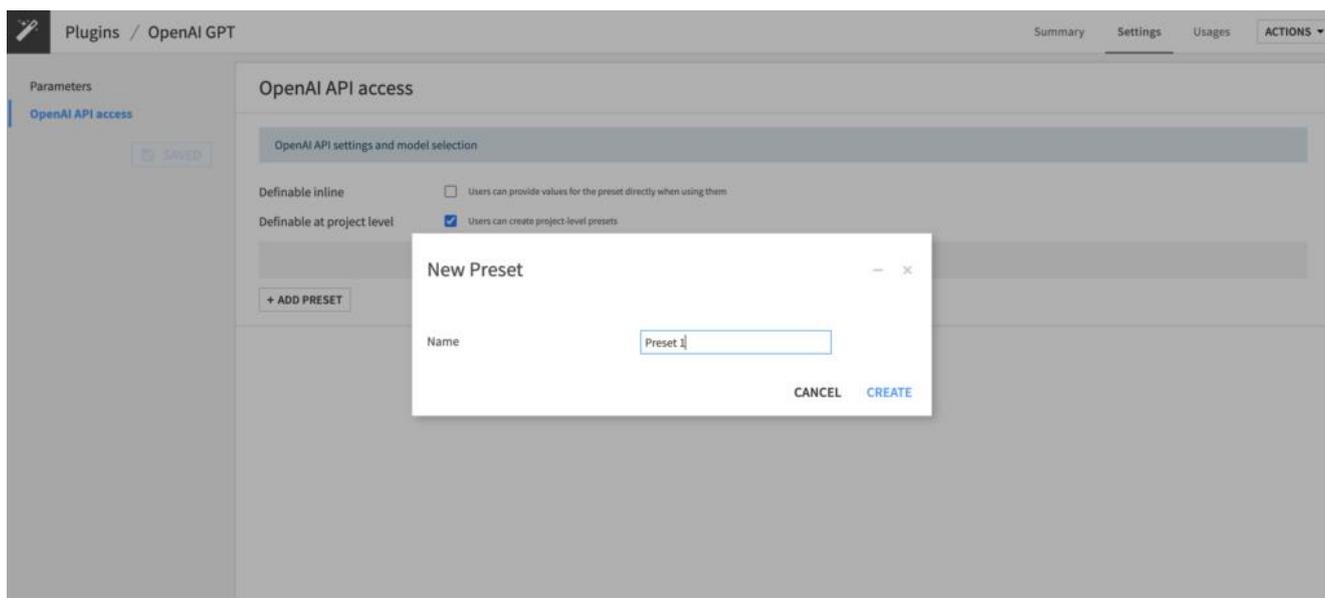


Figura 65 - Configurazione dei servizi OpenAI

2.6.1.5.3.2 Uso dei servizi Generative AI nelle "Ricette" DataIKU

La tabella seguente riassume un insieme di tematiche su cui ipotizzare percorsi progettuali specifici.

ID	Descrizione	Priorità	Complessità di Realizzazione
1	Analisi e Interpretazione dei Dati Ambientali	Alta	Media
2	Educazione Ambientale	Media	Bassa
3	Interfacce Naturali Linguistiche	Alta	Alta

ID	Descrizione	Priorità	Complessità di Realizzazione
4	Generazione di Contenuti Automatica	Media	Media
5	Servizi di Traduzione Ambientale	Media	Media
6	Analisi delle Politiche Ambientali	Alta	Alta
7	Annotazione ed Etichettatura dei Dati Ambientali	Media	Bassa
8	Chatbot Ambientali	Media	Media
9	Valutazione dei Rischi Ambientali	Alta	Alta
10	Collaborazione Scientifica	Alta	Media
12	Reporting Ambientale	Media	Media

Tabella 2 - Uso dei servizi Generative AI nelle "Ricette" DataIKU

Nella tabella sono riportati anche le indicazioni relative a una potenziale priorità e il livello di complessità che una specifica iniziativa comporta.

Di seguito si c'è un ulteriore approfondimento su ogni specifica tematica.

2.6.1.5.3.2.1 *Analisi e Interpretazione dei Dati*

Questa iniziativa riguarda il supporto nell'analisi di grandi volumi di dati ambientali, nello specifico il Data Lake del SIM e i vari data set di interesse messi a disposizione, tramite servizi di interoperabilità, dagli stakeholders del SIM.

Il progetto rende possibile l'estrazione di preziose "intuizioni" da letteratura scientifica, rapporti e set di dati, aiutando ricercatori e decisori a prendere decisioni basate sui dati. In questo contesto, al di fuori dei progetti MASE/SIM sono già in corso realizzazioni per altre amministrazioni, su cui valutare l'efficacia e che possono essere velocemente contestualizzate per il SIM.

2.6.1.5.3.2.2 *Educazione Ambientale*

Questo caso è relativo alla creazione di chatbot o assistenti virtuali alimentati da LLM per fornire contenuti educativi su questioni ambientali. Questi strumenti basati sull'AI possono rispondere a domande, spiegare concetti e sensibilizzare sulla sostenibilità e la conservazione dei beni ambientali.

2.6.1.5.3.2.3 *Interfacce Naturali Linguistiche*

Lo sviluppo di interfacce di linguaggio naturale per sistemi di monitoraggio e controllo ambientale. Gli utenti possono interagire con questi sistemi in piena modalità conversazionale e questo consente di arricchire i servizi del SIM semplificando l'interazione e la User eXperience. Per esempio, l'interazione nell'esplorazione di dati risultanti dalle elaborazioni effettuate da un servizio applicativo, previsto nei Sistemi Verticali del SIM, potrebbe offrire modalità più innovative per attivare scenari correlato su più fronti.

2.6.1.5.3.2.4 *Generazione di Contenuti*

L'uso di servizi LLM consente la generazione di testi simili a quelli umani. Utilizzati per automatizzare la creazione di rapporti, articoli o documentazione correlata alla ricerca ambientale, rende questo

processo più rapido ed efficiente. Questa funzionalità può essere utilizzata per la produzione automatizzata dei contenuti comunicativi e di approfondimenti sui servizi del SIM.

2.6.15.3.2.5 *Servizi di Traduzione*

Si possono offrire servizi di traduzione in tempo reale per conferenze e collaborazioni ambientali, superando le barriere linguistiche e promuovendo la cooperazione globale in iniziative ambientali.

2.6.15.3.2.6 *Analisi delle Politiche Ambientali*

L'impiego di applicazioni specifiche basate su LLM può aiutare nelle decisioni relative all'analisi dell'impatto potenziale di diverse politiche e regolamenti ambientali simulando diverse situazioni e prevedendo i possibili esiti.

2.6.15.3.2.7 *Annotazione ed Etichettatura dei Dati*

Sfruttando la tecnologia LLM è possibile automatizzare l'annotazione e l'etichettatura di data set ambientali, riducendo il tempo e lo sforzo necessari per addestrare modelli di machine learning previsti nei vari servizi applicativi del SIM.

2.6.15.3.2.8 *Chatbot Ambientali*

Questo caso, rivolto al pubblico più ampio riguarda lo sviluppo di chatbot informativi, in ottica conversazionale, in grado di rispondere a domande ambientali comuni, come ridurre l'impronta di carbonio, lo spreco di risorse idriche, l'uso oculato dell'energia elettrica o quali azioni possono essere intraprese in generale per migliorare uno stile di vita più sostenibile.

2.6.15.3.2.9 *Valutazione dei Rischi*

Con la collaborazione degli stakeholders SIM si possono sviluppare servizi, che usano la tecnologia LLM per articolare nel modo migliore la valutazione dei rischi ambientali, ad esempio prevedendo l'impatto dei cambiamenti climatici su regioni specifiche o identificando possibili disastri ecologici.

2.6.15.3.2.10 *Collaborazione Scientifica*

Questo caso di uso riguarda la possibilità di agevolare la collaborazione tra scienziati ambientali e ricercatori, che operano nel contesto del SIM per aiutare a trovare studi pertinenti, riassumere articoli di ricerca o addirittura suggerire possibili direzioni di ricerca e uso di modelli applicabili nel contesto delle applicazioni SIM.

2.6.15.3.2.11 *Reporting Ambientale*

In questo caso si può prevedere di automatizzare la generazione di rapporti sull'impatto ambientale per aziende e organizzazioni e in generale per chiunque è interessato a comprendere lo stato dell'ambiente a monitorare e ridurre la propria impronta ambientale.

L'uso della tecnologia LLM nel contesto ambientale richiede è ovviamente di tenere in considerazione questioni etiche e sulla privacy, nonché la necessità di competenze specifiche del settore per garantire l'accuratezza e la rilevanza delle informazioni fornite. Inoltre, il monitoraggio e il perfezionamento continui dei sistemi basati su LLM sono cruciali per mantenerli aggiornati con le ultime ricerche e sviluppi nel campo delle scienze ambientali.

L'Intelligence Platform, in quanto soluzione enterprise avanzata, integra in modo intelligente Data & AI Workflow (DataKU) con altri moduli, es. AI Platform e Virtual Assistant per offrire un'esperienza all'avanguardia nell'ambito dell'elaborazione dei dati e dell'intelligenza artificiale. Questa piattaforma rappresenta una risorsa fondamentale per aziende e organizzazioni desiderose di sfruttare appieno il potenziale dei dati e dell'IA per ottenere vantaggi competitivi.

2.6.1.5.4 AI Platform

L'AI Platform è il cuore dell'Intelligence Platform, offrendo un ambiente in cui è possibile sviluppare, addestrare e distribuire modelli di apprendimento automatico e intelligenza artificiale. Questo modulo permette agli sviluppatori e ai data scientist di creare soluzioni personalizzate basate su algoritmi avanzati e reti neurali profonde. Grazie all'AI Platform, le organizzazioni possono sfruttare le potenzialità dell'IA per l'automazione di processi, l'analisi predittiva e la creazione di applicazioni intelligenti.

Le funzionalità di un Platform sull'intelligenza artificiale (AI) possono essere sfruttate in diversi contesti, può migliorare la precisione delle previsioni, la capacità di monitoraggio e la capacità di risposta, riducendo al contempo il rischio di eventi avversi.

- Controllo delle Instabilità Idrogeologiche:
 - analisi dei dati idrogeologici: l'AI può analizzare dati di monitoraggio, compresi i livelli dell'acqua, i dati meteorologici e geospaziali, per identificare pattern e trend che possono portare a instabilità idrogeologiche;
 - predizione delle instabilità: gli algoritmi di machine learning possono essere addestrati su dati storici per prevedere potenziali eventi di instabilità e attivare sistemi di notifica;
 - monitoraggio di sensori: l'AI può gestire una rete di sensori idrogeologici, analizzando e interpretando i dati in tempo reale per identificare segnali di pericolo.
- Agricoltura di Precisione:
 - analizzare dati dal campo: l'AI può essere utilizzata per analizzare dati da sensori, droni o dispositivi IoT per monitorare condizioni del suolo, meteo, colture e pesti;
 - ottimizzazione delle operazioni agricole: l'AI può suggerire quando seminare, irrigare o fertilizzare, in base alle condizioni effettive del campo;
 - controllo delle malattie delle piante: l'AI può identificare segni di malattie o infestazioni nelle colture, consentendo risposte tempestive.
- Monitoraggio dell'Inquinamento Marino e Litorale:
 - analisi di immagini satellitari: utilizzare l'intelligenza artificiale per analizzare immagini satellitari e rilevare anomalie nell'ambiente marino, come sversamenti di petrolio o cambiamenti nella qualità dell'acqua;
 - riconoscimento di specie marine: applicare l'AI per rilevare specie marine in via di estinzione o invasive che possono influire sull'ecosistema marino.
- Illeciti Ambientali:
 - analisi dei dati di sorveglianza: l'AI può analizzare i dati delle telecamere di sorveglianza e riconoscere comportamenti sospetti o attività illegali, come lo smaltimento illegale di rifiuti;

- integrazione con dati giuridici: l'AI può essere utilizzata per correlare prove raccolte attraverso il monitoraggio a dati legali e fornire informazioni utili alle autorità;
- sistemi di segnalazione: l'AI può attivare segnalazioni alle autorità o ai gestori del territorio quando vengono rilevate attività illegali.
- Supporto alle Emergenze:
 - analisi di dati di emergenza: l'AI può analizzare rapidamente dati da fonti come droni, telecamere, sensori e rapporti per comprendere la situazione in tempo reale;
 - gestione delle risorse: l'AI può suggerire l'allocazione ottimale di risorse, personale e attrezzature in situazioni di emergenza.;
 - comunicazioni e avvisi: l'AI può automatizzare la diffusione di messaggi di emergenza a livello regionale o locale.
- Incendi Boschivi e di Interfaccia:
 - predizione degli incendi: l'AI può utilizzare dati meteo, topografici e storici per prevedere il rischio di incendi boschivi e attivare sistemi di prevenzione;
 - monitoraggio delle fiamme: l'AI può analizzare immagini satellitari o da droni per rilevare la diffusione delle fiamme e coordinare la risposta degli equipaggi antincendio;
 - gestione delle evacuazioni: l'AI può supportare la pianificazione delle evacuazioni in situazioni di incendi di interfaccia, tenendo conto dei dati in tempo reale.

2.6.1.5.5 Virtual Assistant

Il Virtual Assistant rappresenta l'interfaccia utente avanzata dell'Intelligence Platform. Questo assistente virtuale è alimentato da intelligenza artificiale e può interagire in modo naturale con gli utenti, comprendendo il linguaggio naturale e rispondendo alle domande, alle richieste e alle attività specifiche. Il Virtual Assistant può essere personalizzato per soddisfare le esigenze dell'utente e può essere utilizzato per semplificare l'accesso ai dati, alle analisi e per automatizzare le attività quotidiane.

I virtual assistant possono automatizzare la raccolta e l'analisi dei dati, fornire informazioni e supporto tempestivo agli utenti e migliorare la gestione e la risposta alle sfide ambientali e di emergenza.

- **Controllo dell'instabilità idrogeologica:** comunicazione con gli esperti. Fornisce un canale di comunicazione istantanea con geologi, idrologi e altri esperti, consentendo di ottenere consulenza immediata in caso di situazioni critiche;
- **agricoltura di precisione:** pianificazione e monitoraggio delle colture. Il virtual assistant può aiutare gli agricoltori a pianificare le coltivazioni in base a dati meteo, analisi del suolo e cicli delle colture, nonché monitorare le condizioni delle colture e fornire raccomandazioni in tempo reale per l'irrigazione e la gestione delle piante;
- **monitoraggio dell'inquinamento marino e litorale:** comunicazione di emergenza. Fornisce informazioni di sicurezza e procedure di risposta in caso di emergenze ambientali;
- **illeciti ambientali:** segnalazione delle violazioni. Consente agli utenti di segnalare attività sospette o illecite e inoltra queste segnalazioni alle autorità competenti;

- **supporto alle emergenze:** assistenza nella gestione delle emergenze. Fornisce informazioni e istruzioni durante situazioni di emergenza, inclusi avvisi, mappe delle aree sicure e istruzioni per l'evacuazione;
- **contatto con i servizi di emergenza:** in caso di emergenza medica o di altra natura, il virtual assistant può mettere in contatto gli utenti con i servizi di emergenza;
- **incendi boschivi e di interfaccia:** gestione delle risorse. Fornisce informazioni sulle risorse disponibili per la gestione degli incendi e supporta la pianificazione delle operazioni di spegnimento.

2.6.1.5.6 OSINT (Open Source Intelligence)

Questo modulo si concentra sulla raccolta e sull'analisi delle informazioni provenienti da fonti aperte e accessibili pubblicamente. L'OSINT consente di acquisire dati provenienti da internet e da altre fonti aperte per scopi di analisi e intelligence.

L'OSINT può fornire un flusso costante di dati e informazioni da fonti pubbliche, consentendo un monitoraggio più efficace, una risposta tempestiva e una migliore comprensione delle situazioni in diversi contesti. Tuttavia, è importante tenere presente che l'OSINT è basato su fonti pubbliche e aperte e rispetta le leggi sulla privacy e i regolamenti relativi alla raccolta di dati.

Ecco come l'OSINT può essere applicato:

- **controllo delle instabilità idrogeologiche:** monitoraggio delle informazioni meteo. Raccogliere dati meteo da fonti aperte per comprendere le condizioni meteorologiche che potrebbero influenzare le instabilità idrogeologiche;
- **analisi dei rapporti:** esaminare rapporti e studi scientifici pubblicamente disponibili per ottenere informazioni sulle condizioni geologiche, idrologiche e idrogeologiche in determinate aree;
- **monitoraggio dei social media:** monitorare i social media per segnalazioni di eventi e per rilevare potenziali situazioni di emergenza;
- **agricoltura di precisione:** raccolta di informazioni di mercato. Raccogliere informazioni sulle tendenze di mercato, i prezzi delle colture e le esigenze dei consumatori da fonti pubbliche come notizie e rapporti di settore;
- **monitoraggio dei social media agricoli:** analizzare i social media agricoli per ottenere feedback dagli agricoltori e per essere informati sulle sfide legate all'agricoltura;
- **monitoraggio dell'inquinamento Marino e Litorale:** analisi delle segnalazioni pubbliche. Monitorare segnalazioni pubbliche su inquinamento marino o litorale, come scarichi illegali o contaminazione delle acque, da fonti come social media e piattaforme di segnalazione;
- **esame di dati oceanografici:** utilizzare dati aperti sugli oceani e i litorali per comprendere i pattern di corrente e la qualità dell'acqua;
- **illeciti Ambientali :** ricerca di notizie e report. Monitorare notizie, report e pubblicazioni online per identificare casi di illeciti ambientali e le relative indagini;
- **monitoraggio dei social media:** controllare i social media per individuare segnalazioni o sospetti di attività illegali che potrebbero comportare illeciti ambientali;
- **analisi di immagini pubbliche:** utilizzare immagini pubbliche, come fotografie o video condivisi online, per identificare prove visive di attività illegali nell'ambiente;

- **supporto alle Emergenze:** analisi di dati di emergenza. Raccogliere dati pubblicamente disponibili provenienti da fonti aperte per comprendere la situazione in caso di emergenza;
- **monitoraggio delle comunicazioni di emergenza:** seguire i canali ufficiali di comunicazione di emergenza, come social media o siti web delle agenzie di gestione delle emergenze, per ottenere informazioni aggiornate;
- **ricerca di risorse:** identificare risorse di soccorso, centri di evacuazione e punti di riferimento attraverso dati pubblici per facilitare la gestione delle risorse in situazioni di emergenza;
- **incendi Boschivi e di Interfaccia:** analisi delle condizioni meteorologiche e del territorio. Raccogliere dati meteorologici, topografici e cartografici aperti per monitorare il rischio di incendi boschivi;
- **raccolta di informazioni sulle aree interessate dagli incendi:** utilizzare fonti aperte come dati geospaziali e report di incendi per comprendere la situazione in tempo reale;
- **monitoraggio delle comunicazioni di emergenza:** seguire le comunicazioni ufficiali delle agenzie antincendio e di gestione delle emergenze per informazioni sulle operazioni di spegnimento ed evacuazione.

2.6.1.5.7 Video Analysis

La computer vision è uno dei campi in cui l'intelligenza artificiale ha avuto maggiore espansione consentendo risultati importanti in termini di analisi della scena e individuazione delle caratteristiche delle immagini. La piattaforma di Video Analysis prevede sottosistemi dedicati alle diverse funzionalità: Preelaborazione, Analisi dell'immagine, Interpretazione dell'immagine.

La piattaforma prevede l'utilizzo di algoritmi pre-addestrati che utilizzano le principali tecniche di computer vision per elaborare le immagini e comprenderne il contenuto, sia in frame singoli che su sequenze video. Nello specifico, la Video Analysis è particolarmente ottimizzata nel riconoscimento e localizzazione di elementi su scene video complesse.

Il servizio prevede l'utilizzo di reti neurali convolute a passata singola che consentono di ottimizzare le prestazioni e l'utilizzo delle risorse di calcolo analizzando in parallelo tutte le parti dell'immagine.

Il servizio prevede l'integrazione dell'analisi video con l'analisi contemporanea di sorgenti audio esterne (ACA – Audio Content Analysis) in modo da generare anche eventi audio significativi.

Gli algoritmi disponibili consentono di effettuare out-of-the box un'ampia gamma di analisi video tra cui, a titolo di esempio:

- **Detection:** determinazione della presenza di un tipo di oggetto o entità;
- **classificazione:** riconoscimento e identificazione di oggetti o soggetti che appartengono a una determinata classe secondo un approccio open world;
- **conteggio:** conteggio di oggetti appartenenti a specifiche classi all'interno di un singolo fotogramma o in una sequenza di fotogrammi;
- **stima della densità:** capacità di individuare una popolazione di oggetti all'interno di una immagine e stimare sulla mappa la densità corrispondente.

In ogni contesto, il Video Analysis contribuisce a una migliore gestione, monitoraggio e risposta alle sfide specifiche, sfruttando l'analisi delle immagini e dei video per la rilevazione di eventi. La sua applicazione offre un contributo significativo all'efficienza e alla sicurezza in molte situazioni diverse.

Di seguito alcuni possibili casi d'uso in cui applicare algoritmi di intelligenza artificiale per i verticali di interesse. Per ogni caso d'uso è descritto l'approccio tecnologico ipotizzato per introdurre modelli di AI nel processing del dato.

Si noti che, nel caso delle immagini satellitari, l'analisi mediante AI si posiziona a valle del livello L2 di processing delle immagini satellitari. Le immagini da fornire in ingresso ai modelli di AI devono essere quindi precedentemente processate per rimuovere gli effetti tipici dell'imaging satellitare (e.g. interferenza atmosferica, distorsioni geometriche, distorsioni introdotte dalle nuvole ecc.).

- **Controllo dell'Instabilità Idrogeologica:**

- monitoraggio visivo del terreno: Il modulo Video Analysis può analizzare immagini e video per rilevare cambiamenti nel terreno o crepe nelle aree vulnerabili all'instabilità idrogeologica;
- Notifica tempestiva: l'analisi delle immagini può attivare notifiche in tempo reale quando vengono rilevati segni di instabilità, consentendo risposte immediate. Alcuni possibili casi d'uso sono:
 - analisi delle immagini satellitari:
 - Detection: capability per adattare i modelli di intelligenza artificiale già a disposizione per il rilevamento automatico di caratteristiche di instabilità idrogeologica nelle immagini satellitari;
 - Classification: implementazione tecniche di intelligenza artificiale per classificare le caratteristiche rilevate in categorie quali frane, subsidenza e fluttuazioni delle acque sotterranee e per assegnare un indice di rischio sulla base di opportuna tassonomia;
 - Segmentation: capability per adattare i modelli di intelligenza artificiale già a disposizione per eseguire una segmentazione delle aree instabili nelle immagini satellitari;
 - Change detection: sfruttare le informazioni ottenute dalla segmentazione, in istanti temporali diversi, per rilevare e monitorare eventuali cambiamenti nelle zone sottoposte ad analisi.
 - Analisi e previsione delle serie temporali:
 - utilizzare modelli LSTM e RNN per analizzare le serie temporali di dati relativi alle condizioni idrogeologiche;
 - sviluppare modelli di previsione in grado di prevedere la probabilità e la tempistica di eventi di instabilità sulla base di dati storici e variabili ambientali.

- **Agricoltura di Precisione:**

- monitoraggio delle colture: le immagini e i video possono essere utilizzati per monitorare lo stato delle colture, identificare malattie o carenze di nutrienti e ottimizzare le pratiche agricole;
- pianificazione e gestione delle risorse: i dati video possono aiutare gli agricoltori a pianificare la semina, la raccolta e la gestione delle risorse in modo più efficiente.

- **Monitoraggio dell'Inquinamento Marino e Litorale:**

- rilevamento delle fuoriuscite di sostanze inquinanti: il modulo Video Analysis può identificare le fuoriuscite di sostanze inquinanti in mare o lungo la costa, consentendo una risposta rapida alle emergenze ambientali;
- sorveglianza costiera: il monitoraggio costante delle spiagge e delle acque costiere può rilevare cambiamenti nelle condizioni ambientali. Alcuni possibili casi d'uso sono:
 - analisi delle immagini satellitari:
 - Detection: capability per adattare i modelli di intelligenza artificiale già a disposizione per il rilevamento automatico di fuoriuscite di petrolio o altri agenti inquinanti nelle immagini satellitari;
 - Segmentation: capability per adattare i modelli di intelligenza artificiale già a disposizione per eseguire una segmentazione immagini SAR per stimare le dimensioni della fuoriuscita con conseguente assegnazione di indice di rischio.
- **Prevenzione di Illeciti Ambientali:**
 - rilevamento di attività sospette: il modulo può identificare attività illegali o sospette, come lo smaltimento illegale di rifiuti o l'abbattimento illegale di alberi in aree protette;
 - segnalazione automatica: le anomalie rilevate possono attivare segnalazioni automatiche alle autorità competenti. Alcuni possibili casi d'uso sono:
 - analisi immagini satellitari:
 - Segmentation: capability per adattare i modelli di intelligenza artificiale già a disposizione per l'individuazione e la segmentazione di aree che hanno subito illeciti ambientali quali, ad esempio, insorgenza di baraccopoli, deforestazione, scarico dei rifiuti, incendio;
 - Change detection: sfruttare le informazioni ottenute dalla segmentazione, in istanti temporali diversi, per rilevare l'insorgenza di fenomeni di illeciti ambientali e monitorarne l'evoluzione nel tempo.
- **Supporto alle Emergenze:**
 - gestione delle risorse di emergenza: il modulo può aiutare a coordinare l'allocazione delle risorse di emergenza, come squadre di soccorso, in caso di eventi catastrofici;
 - Valutazione dei danni: le immagini aeree o video post-emergenza possono essere utilizzate per valutare i danni e pianificare le operazioni di soccorso.
- **Gestione degli Incendi Boschivi e di Interfaccia:**
 - monitoraggio degli incendi: il modulo può rilevare incendi boschivi e di interfaccia attraverso immagini termiche e video, consentendo una risposta rapida;
 - pianificazione delle operazioni di spegnimento: le immagini aeree possono essere utilizzate per pianificare le operazioni di spegnimento e il posizionamento delle risorse. Alcuni possibili casi d'uso sono:
 - scenario real-time analysis:
 - analisi di immagini RGB:
Fire&smoke detection, algoritmo già integrato in Ganimede per il rilevamento automatico di fumo e fuoco.
 - Scenario post-event analysis:
 - analisi delle immagini satellitari:
Segmentation: capability per adattare i modelli di intelligenza artificiale già a disposizione per l'individuazione e la segmentazione di aree che hanno subito l'impatto degli incendi;

Change Detection: sfruttare le informazioni ottenute dalla segmentazione, in istanti temporali diversi, per rilevare e monitorare l'evoluzione dello stato del terreno prima/dopo l'incendio.

2.6.1.5.8 Semantic Search

La Semantic Search è una tecnologia all'avanguardia che offre un approccio innovativo all'organizzazione, alla ricerca e all'estrazione di significato da dati e testi. Infatti, oltre a identificare le corrispondenze tra termini specifici, come i motori di ricerca convenzionali, approfondisce la ricerca comprendendo il contesto, il significato e la relazione tra i dati; in questo modo è possibile far emergere correlazioni e informazioni nascoste e ottenere risultati più pertinenti.

Il Natural Language Processing è uno degli strumenti utilizzati per comprendere l'intento di colui che effettua la ricerca ed il significato dei termini nel contesto in cui sono usati al fine di migliorare la generazione dei risultati della ricerca.

La piattaforma Semantic Knowledge Search utilizza l'analisi del contesto, delle variazioni delle parole, dei sinonimi, unitamente alle tecniche NLP per individuare all'interno del database semantico del dominio in oggetto le risposte più pertinenti. La soluzione prevede l'analisi, attraverso un tool di ingestion, di tutte le tipologie di documenti comprensivo di gestione multilingua. Come risultato è possibile ottenere tutti i livelli di risposta, dalla risposta puntuale al quesito singolo fino alla consultazione dell'intero documento.

La qualità delle risposte viene costantemente monitorata e migliorata mediante la richiesta e gestione di feedback all'utente.

La Semantic Search semplifica la ricerca e l'accesso a informazioni critiche, migliorando la tempestività delle decisioni e delle azioni intraprese. La possibilità di identificare e raccogliere dati specifici e rilevanti in modo rapido contribuisce a una gestione più efficiente e informativa delle sfide ambientali specifiche di ogni settore nel rispetto della specificità della materia e riservatezza delle informazioni. A tal fine il modulo di Semantic Search è integrato con IAM in modo da garantire una corretta e puntuale verifica di quali informazioni sono accessibili da parte degli utenti abilitati.

Il modulo di semantic Search consente inoltre, per ogni singolo utente/ruolo, di gestire i permessi sia a livello di documento che di singolo campo indicizzato.

- **Controllo dell'Instabilità Idrogeologica:** il modulo può essere utilizzato per cercare e recuperare informazioni specifiche sulle condizioni geotecniche e sul monitoraggio del terreno per prendere decisioni basate su dati;
- **Agricoltura di Precisione:** la Semantic Search facilita l'accesso a dati dettagliati sulle colture, sulle migliori pratiche agricole, eventuali malattie del terreno e delle piante e sulle risorse necessarie per l'agricoltura di precisione;
- **Monitoraggio dell'Inquinamento Marino e Litorale:** permette di recuperare rapidamente informazioni sulla qualità dell'acqua, sui livelli di inquinamento e sui dati relativi all'ecosistema marino e costiero;

- **Prevenzione di Illeciti Ambientali:** la Semantic Search può essere utilizzata per identificare documenti, rapporti o dati sospetti correlati a potenziali attività illegali o di illecito ambientale;
- **Supporto alle Emergenze:** ricerca di risorse di emergenza: Aiuta a identificare risorse di emergenza, procedure operative e protocolli per rispondere a situazioni di emergenza tenendo in considerazione anche i dati storici;
- **Gestione degli Incendi Boschivi:** la Semantic Search facilita l'accesso a mappe di rischio e dati meteorologici cruciali per la gestione degli incendi e la ricerca delle migliori strategie di spegnimento.

In sintesi, l'Intelligence Platform rappresenta un'innovativa soluzione che sfrutta l'integrazione di Data & AI Workflow, AI Platform e Virtual Assistant per consentire alle organizzazioni di trarre il massimo vantaggio dai dati e dall'IA. Questa piattaforma offre un approccio completo per la gestione dei dati, lo sviluppo di modelli di apprendimento automatico e l'interazione con sistemi intelligenti, aprendo nuove opportunità per migliorare l'efficienza operativa, prendere decisioni basate sui dati e creare esperienze utente avanzate.

2.6.1.5.9 *Deltares FEWS: soluzione per analisi e modellazione nel contesto idrologico e meteorologico*

Deltares FEWS (Flood Early Warning System) è una piattaforma integrata e flessibile progettata per supportare l'elaborazione, la visualizzazione e l'analisi di dati idrologici e meteorologici per la previsione e la gestione delle alluvioni. Sviluppato da Deltares, un istituto di ricerca olandese, FEWS è diventato un sistema chiave per enti governativi, autorità idriche e organizzazioni ambientali in tutto il mondo, offrendo una soluzione scalabile per il monitoraggio e la notifica precoce di potenziali inondazioni.

FEWS è integrato nell'Intelligence Platform SIM per permettere a chi ha già maturato una considerevole esperienza con questa soluzione di poter continuare a far evolvere e rendere disponibili soluzioni ampiamente validate e utili per i casi d'uso del SIM.

2.6.1.5.9.1 *Obiettivi di FEWS*

L'obiettivo principale di Deltares FEWS è fornire un sistema affidabile e personalizzabile per il monitoraggio in tempo reale delle condizioni idrologiche, la previsione delle inondazioni e la pianificazione delle risposte di emergenza. Il sistema permette agli utenti di integrare dati provenienti da diverse fonti, tra cui sensori sul campo, previsioni meteorologiche, modelli idrologici e idraulici, al fine di creare un quadro completo e aggiornato dei rischi di inondazione.

2.6.1.5.9.2 *Caratteristiche Chiave di FEWS 1.2.1 Modularità e Personalizzazione*

FEWS è caratterizzato da una struttura modulare e dalla capacità di essere personalizzato per adattarsi alle specifiche esigenze di ciascun utente. Questo rende la piattaforma estremamente versatile, capace di supportare una vasta gamma di applicazioni, dalla gestione di bacini idrografici di piccole dimensioni a sistemi nazionali di allerta per le alluvioni.

2.6.1.5.9.3 Integrazione Dati e Interoperabilità

FEWS include la capacità di integrare e gestire dati da molteplici fonti. La piattaforma può facilmente incorporare dati provenienti da sensori in situ, satelliti, previsioni meteorologiche e modelli idrologici, fornendo un quadro completo sulle condizioni ambientali.

2.6.1.5.9.4 Interfaccia Utente e Visualizzazione Dati

FEWS espone, tramite un'applicazione client, un'interfaccia utente grafica intuitiva e facilmente navigabile, permettendo agli utenti di visualizzare e analizzare i dati in modo efficace. Le funzionalità di visualizzazione includono mappe, grafici e report, che aiutano gli utenti a interpretare i dati e a prendere decisioni informate.

2.6.1.5.9.5 Utilizzo di FEWS

FEWS è utilizzato in una varietà di contesti, dalla previsione delle inondazioni e la gestione delle emergenze, al monitoraggio della qualità dell'acqua e la pianificazione delle risorse idriche. La sua flessibilità lo rende adatto sia per piccole applicazioni locali sia per sistemi complessi a livello nazionale o regionale.

2.6.1.5.9.6 Gestione delle Emergenze e Previsione delle Inondazioni

Nel contesto della gestione delle emergenze, FEWS fornisce agli operatori le informazioni necessarie per prevedere le inondazioni e pianificare le risposte. Questo aiuta a ridurre l'impatto delle inondazioni, salvaguardando vite umane e riducendo i danni economici.

2.6.1.5.9.7 Pianificazione e Gestione delle Risorse Idriche

FEWS supporta anche la pianificazione e la gestione delle risorse idriche, fornendo dati cruciali per la gestione sostenibile dei bacini idrografici, la prevenzione della siccità e la conservazione dell'ambiente.

2.6.1.5.9.8 Esempificazione di Uso di FEWS

Un'applicazione pratica e dettagliata di Deltares FEWS può essere considerata con la "generazione automatica del reticolo idrografico". Questo esempio dimostra come FEWS può integrare diversi modelli e strumenti per mappare i corsi d'acqua e le caratteristiche idrografiche di un'area.

Contesto

La mappatura accurata dei reticoli idrografici è fondamentale per la gestione delle risorse idriche, specialmente in aree con frequenti inondazioni o cambiamenti idrologici. Si analizza una regione con un sistema fluviale complesso, dove le mappe esistenti sono diventate obsolete. Tra gli obiettivi preposti ci sono:

- la creazione di una mappa dettagliata del reticolo idrografico;
- il supporto alla gestione delle inondazioni e alla pianificazione delle infrastrutture idriche;
- il monitoraggio dei cambiamenti ambientali.

Approccio e Soluzione

L'approccio inizia con l'utilizzo di **FEWS Explorer**, l'interfaccia principale di FEWS, che permette di importare e visualizzare dati da varie fonti, tra cui sensori sul terreno e immagini satellitari.

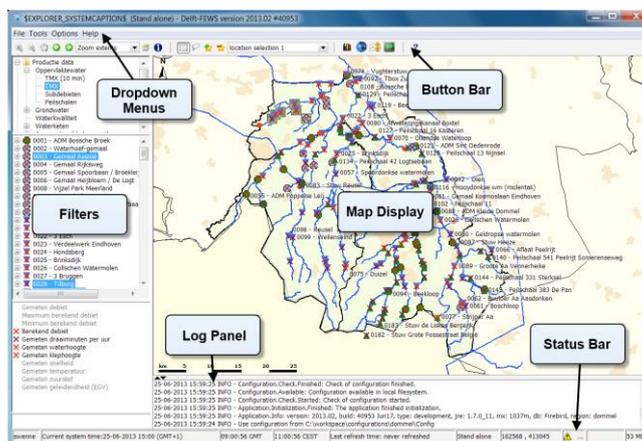


Figura 66 – FEWS Explorer

Successivamente si passa all'elaborazione con Spatial Display, dove vengono elaborati i dati raccolti per identificare i corsi d'acqua e altre caratteristiche idrografiche. Questo strumento consente di visualizzare i dati spaziali e di effettuare analisi idrologiche dettagliate.

Utilizzo dei Workflows per il Forecast Display

I workflows di FEWS sono utilizzati per automatizzare la generazione di previsioni e scenari idrologici. Attraverso il Forecast Display, si integrano i modelli idrologici per creare previsioni accurate e dettagliate del comportamento dei corsi d'acqua.

Modelli e Strumenti Utilizzati

- **Modelli idrologici:** si utilizzano modelli avanzati per simulare il flusso dell'acqua e le sue interazioni con il terreno e le infrastrutture;
- **analisi geospaziale:** strumenti geospaziali permettono di integrare dati topografici e meteorologici per un'analisi dettagliata;
- **visualizzazione e reporting:** mappe interattive e report dettagliati vengono generati per una facile interpretazione dei dati.

Impatto e Benefici

La generazione automatica del reticolo idrografico con FEWS offre:

- **precisione e dettaglio:** mappe aggiornate e dettagliate;
- **supporto decisionale:** dati cruciali per gestire risorse idriche e emergenze;
- **risposta rapida:** aggiornamenti tempestivi per una risposta efficace alle emergenze;
- **monitoraggio continuo:** base per il monitoraggio dei cambiamenti ambientali.

Architettura

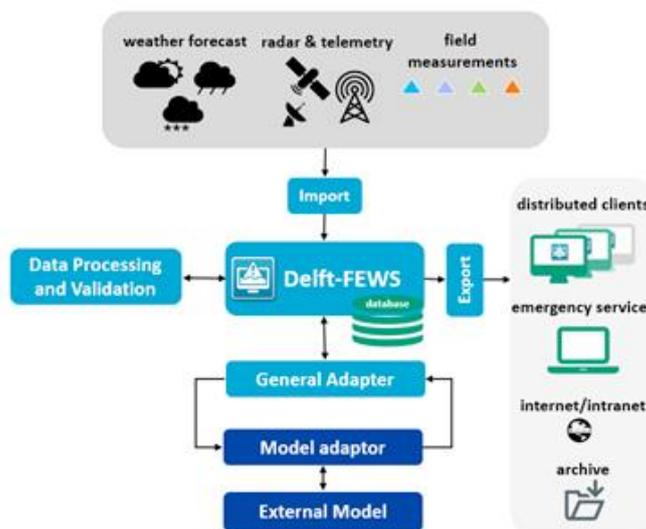


Figura 67 - Schema funzionale di FEWS

L'immagine mostra uno schema funzionale dell'architettura di Deltares FEWS. La struttura illustrata rappresenta un sistema di gestione e analisi dei dati idrologici e meteorologici, delineando il flusso di dati dall'acquisizione alla distribuzione. Ecco una descrizione dettagliata dei componenti e del loro funzionamento:

1. **Acquisizione dei Dati (Import):**
 - **previsioni meteo:** dati sulle previsioni meteorologiche come pioggia prevista, temperature, ecc.;
 - **radar & telemetria:** informazioni in tempo reale provenienti da radar e sistemi di telemetria, che possono includere livelli di fiumi, precipitazioni misurate e altre variabili ambientali;
 - **misure sul campo:** dati raccolti direttamente sul campo attraverso strumenti di misura, come pluviometri o flussometri.
2. **Elaborazione e Validazione dei Dati (Data Processing and Validation):**
 - in questa fase, i dati raccolti vengono processati per garantirne la qualità e l'affidabilità. I dati possono essere corretti, filtrati o validati prima di essere immessi nel database di FEWS.
3. **Database di Delft-FEWS:**
 - il cuore del sistema dove tutti i dati validati vengono archiviati. Il database è progettato per gestire un grande volume di dati idrologici e meteorologici.
4. **Adattatori (General Adapter e Model Adapter):**
 - **General Adapter:** serve come interfaccia tra il database FEWS e i modelli esterni, convertendo i dati in un formato utilizzabile dai modelli;
 - **Model Adapter:** specifico per ciascun modello esterno, facilita la comunicazione e il trasferimento di dati tra il database FEWS e il modello in questione.
5. **Modello Esterno (External Model):**

- questo rappresenta i vari modelli idrologici o meteorologici che elaborano i dati provenienti da FEWS per produrre previsioni o analisi.
6. **Esportazione dei Dati (Export):**
- i risultati provenienti dal modello esterno e dal database FEWS possono essere esportati verso diversi clienti distribuiti. Questo include:
 - **Servizi di Emergenza:** per fornire informazioni cruciali necessarie alla gestione delle emergenze;
 - **Internet/Intranet:** la diffusione di dati e previsioni può essere effettuata attraverso reti interne o su internet, rendendo l'informazione accessibile a un pubblico più ampio;
 - **archivio:** per la conservazione a lungo termine dei dati, che possono essere utilizzati per analisi storiche o per migliorare i modelli di previsione.

La configurazione di FEWS mostrata nell'immagine enfatizza l'importanza dell'integrazione e della flessibilità dei dati. Il sistema è progettato per essere robusto e affidabile, assicurando che le informazioni vitali per la previsione e la gestione delle inondazioni siano accurate, tempestive e facilmente distribuibili ai soggetti interessati.

Architettura tecnologica

Da un punto di vista tecnologico FEWS si compone dei seguenti moduli:

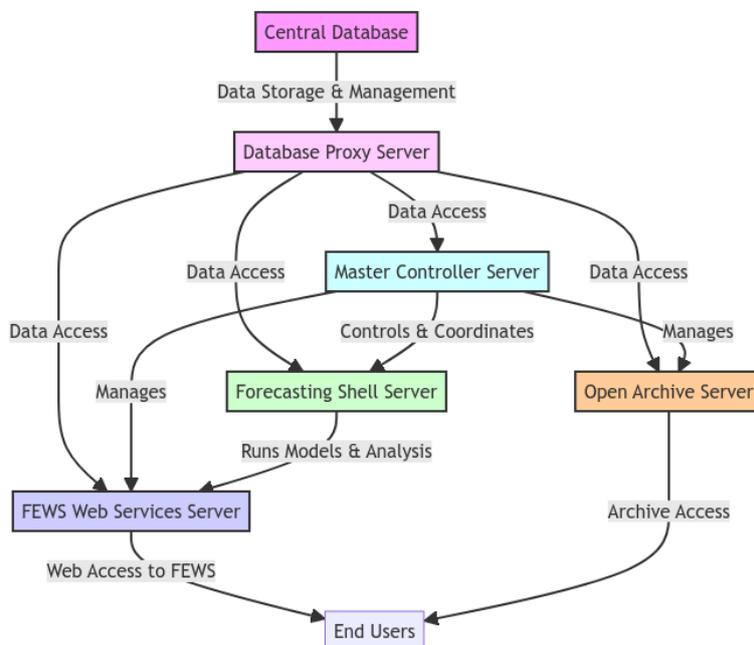


Figura 68 – Schema dei vari componenti dell'architettura di FEWS e relazioni

- **Database centrale:** il componente principale per l'archiviazione e la gestione dei dati;
- **Server Proxy del database:** funziona come intermediario per le richieste di dati tra il database e gli altri componenti;

- **Server di Controllo Principale:** controlla e coordina l'intero sistema FEWS;
- **Server Shell di Previsione:** responsabile dell'esecuzione dei modelli e dell'esecuzione delle analisi;
- **Server dei Servizi Web FEWS:** fornisce l'accesso web alle funzionalità di FEWS per gli utenti finali;
- **Server di Archivio Aperto:** permette l'accesso ai dati e alle informazioni archiviate.

Le connessioni tra questi componenti indicano il flusso di dati e di controllo all'interno del sistema. Ogni componente svolge un ruolo specifico per garantire il funzionamento efficiente ed efficace del sistema FEWS.

2.6.1.5.10 VLab

2.6.1.5.10.1 Introduzione

Nel contesto dell'osservazione scientifica dei complessi sistemi della terra si devono affrontare le esigenze sia degli scienziati che dei modellisti al fine di facilitare la generazione di conoscenza per i processi decisionali. Nell'ambito delle tematiche ambientali e più in generale dell'osservazione della terra, questi processi (basati su prove oggettive) sono necessari per affrontare le molteplici sfide a livello locale, regionale e globale.

I processi decisionali sono indirizzati prevalentemente da iniziative politiche ai diversi livelli territoriali. Per esempio, nell'ambito delle attività di organizzazioni internazionali, come le Nazioni Unite (ONU) o di accordi internazionali, sono stati stabiliti diversi obiettivi politici da raggiungere entro un periodo temporale definito. Questi accordi includono i 17 Obiettivi di Sviluppo Sostenibile (SDG) delle Nazioni Unite, gli obiettivi del Framework di Sendai sulle Catastrofi e gli obiettivi dell'Accordo di Parigi sul Cambiamento Climatico. A livello di Unione Europea, per esempio, abbiamo il pacchetto "Fit for 55" che mira a ridurre le emissioni di gas serra dell'Unione del 55% entro il 2030.

I decisori politici chiedono alla comunità scientifica di fornire la conoscenza necessaria per consentire un processo decisionale basato su prove oggettive. Per rispondere a queste domande gli scienziati devono gestire risorse digitali eterogenee, tra cui: dati d'osservazione da telerilevamento (es. satellitari), dati d'osservazione naturale e sociale in situ, servizi digitali, strumenti software d'analisi e modellazione scientifica, algoritmi software d'elaborazione, modelli/flussi di lavoro e dati generati come risultati di simulazioni e/o previsioni.

Per venire incontro a queste esigenze è stata realizzata la tecnologia **VLab** (Virtual Earth Laboratory), sviluppata dal CNR-IIA (ESSI-Lab). VLab è un framework digitale che implementa tutte le funzionalità d'orchestrazione necessarie per automatizzare le attività tecniche richieste per eseguire un "modello" scientifico (sia esso data-driven che process-driven) su un'adeguata piattaforma di computazione (es. cloud), minimizzando il più possibile i requisiti di dipendenza dall'infrastruttura stessa e d'interoperabilità con altri servizi. VLab ha cercato di minimizzare queste barriere tecnologiche sia per gli sviluppatori di modelli scientifici che per gli utenti dei modelli stessi.

Tipicamente scienziati e ricercatori devono gestire e concatenare entità digitali diverse: questo richiede conoscenze tecnologiche sempre più specializzate; alcune società internazionali di

consulenza stimano che questa attività occupi fino al 60% del tempo di uno scienziato o un ricercatore.

Questa gestione è abbastanza frequente nelle varie applicazioni tematiche previste per il SIM che tendenzialmente seguono lo schema rappresentato nel seguente diagramma:

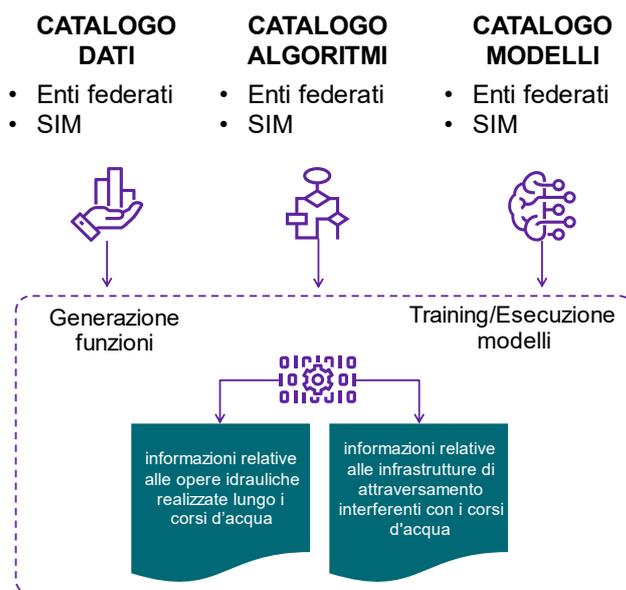


Figura 69 - Diagramma Virtual Earth Laboratory

Overo la necessità di generare funzioni applicative che includono il training e l'esecuzione di modelli, tendenzialmente utili per le previsioni e per simulazione in ottica Digital Twins, applicate in diversi contesti tematici, dall'idrologia, meteorologia, modellazione dei rischi ambientali, ecc.

2.6.1.5.10.2 Modalità di utilizzo

L'uso di modelli, sfruttando le funzionalità di VLab, è contestualizzato nell'ambito della creazione di workflow.

2.6.1.5.10.3 Cos'è un Flusso di Lavoro in VLab?

Un flusso di lavoro in VLab si riferisce a una sequenza predefinita di azioni e calcoli progettati per raggiungere obiettivi specifici, come il calcolo delle anomalie mensili dell'ESI (Indice di Stress di Evaporazione) e la generazione di mappe dello stress idrico.

Può coinvolgere l'integrazione di risorse diverse, inclusi dati da diverse fonti e l'esecuzione di modelli e algoritmi.

2.6.1.5.10.4 Come Viene Creato un Flusso di Lavoro in VLab?

I flussi di lavoro in VLab vengono implementati e configurati per svolgere compiti specifici. Possono essere sviluppati per supportare la generazione di conoscenza e i processi decisionali basati su prove, inoltre i flussi di lavoro possono incorporare diversi linguaggi di programmazione e strumenti, consentendo flessibilità per gli sviluppatori di modelli.

Viene utilizzata la tecnologia di containerizzazione per garantire la compatibilità e la disponibilità delle librerie necessarie per l'esecuzione del modello. Gli sviluppatori tipicamente devono fornire un insieme di file di convenzione VLab che contengono informazioni essenziali, come l'ambiente di esecuzione, l'immagine Docker, le risorse computazionali, il comando di esecuzione, i file di codice sorgente e le descrizioni di input/output. Questi file di convenzione sono archiviati nel repository del codice sorgente del modello.

2.6.1.5.10.5 Come Viene Utilizzato un Flusso di Lavoro in VLab?

VLab espone le proprie funzionalità tramite Web APIs (Application Programming Interfaces). Gli utenti finali possono accedere ed eseguire flussi di lavoro pubblicati su VLab tramite le applicazioni web, sviluppate dai cosiddetti utenti intermedi, che utilizzano le Web APIs di VLab. Le principali capacità di VLab sono:

- VLab offre un accesso basato sul web a risorse eterogenee, semplificando così, per esempio, l'uso di dati diversi –come quelli satellitari estesi e le misurazioni in-situ sia naturali che sociali.
- Gli utenti possono richiedere l'esecuzione di flussi di lavoro (workflow), codificati in diversi linguaggi di specifica, su piattaforme cloud –tra le quali, per esempio: la European Open Science Cloud (EOSC), Amazon Web Services (AWS) e le piattaforme Copernicus DIAS: Data and Information Access Services (Creodias, ONDA e Sobloo). Naturalmente nell'implementazione SIM la piattaforma cloud definita è quella PSN.
- Gli utenti possono trovare e selezionare flussi di lavoro (workflow) dall'elenco dei flussi di lavoro disponibili sulla piattaforma VLab per l'esecuzione.
- Per eseguire il flusso di lavoro, gli utenti devono fornire gli URL di input per accedere ai file di dati richiesti e archiviati in appositi repository locali o remote.

Di fatto un flusso di lavoro in VLab è un processo strutturato progettato per svolgere compiti scientifici specifici e può essere creato configurando vari elementi e risorse. Gli utenti possono accedere ed eseguire questi flussi di lavoro attraverso la piattaforma VLab per generare output preziosi per la presa di decisioni e la generazione di conoscenza.

2.6.1.5.10.6 Adozione di VLab nel SIM

VLab è una valida soluzione per gestire in modo consistente e coerente l'esecuzione di modelli utilizzati in applicativi specifici del SIM. Questa adozione richiede un percorso di attuazione del software e di integrazione nell'Intelligence Platform per implementare un paradigma concreto di gestione operativa, oggi non presenti in VLab.

Tra le esigenze rilevate è alquanto importante la funzionalità di Catalogo dei modelli che al momento non è pienamente disponibile in VLab.

2.6.1.6 Application Platform

L'Application Platform è la soluzione SIM, parte delle piattaforme acceleratrici, fornisce l'insieme integrato di strumenti per gestire il ciclo di vita delle applicazioni software.

2.6.1.6.1 Gestione del Ciclo di Vita dei Servizi Applicativi nel Contesto DevSecOps Utilizzando la Tecnologia dei Container e l'Orchestrazione Kubernetes

Nell'ambito dello sviluppo di applicazioni cloud native, la gestione efficace del ciclo di vita dei servizi applicativi si rivela essenziale. L'Application Platform emerge come soluzione strategica, integrando la tecnologia dei container e l'orchestrazione Kubernetes per adottare un approccio DevSecOps.

La figura seguente mostra l'architettura funzionale dell'Application Platform che si basa sulla soluzione CDP (DXC Cloud DevSecOps Platform).

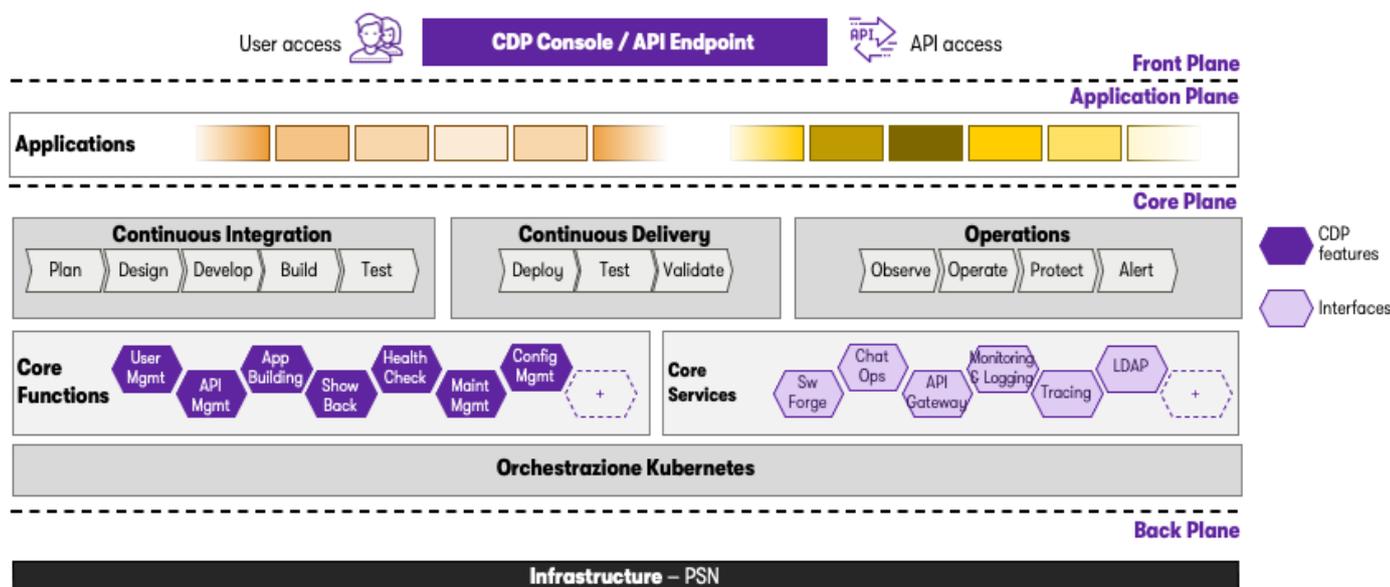


Figura 70 - Application Platform

2.6.1.6.2 Docker e Kubernetes

La tecnologia dei container, con Docker in prima linea, permette di incapsulare le applicazioni e le loro dipendenze, garantendo così uniformità e coerenza tra i diversi ambienti di sviluppo, testing e produzione. Questo approccio facilita notevolmente la portabilità delle applicazioni e contribuisce alla loro scalabilità e gestione.

In questo contesto Kubernetes gioca un ruolo fondamentale, fornendo un framework robusto per l'orchestrazione dei container. Con Kubernetes, è possibile automatizzare la distribuzione, la scalabilità e la gestione delle applicazioni containerizzate, consentendo ai gruppi sviluppatori di concentrarsi sullo sviluppo delle funzionalità anziché sulla gestione dell'infrastruttura sottostante.

L'adozione della pratica DevSecOps, da parte dell'Application Platform permette di integrare la sicurezza in ogni fase del ciclo di vita dello sviluppo software. Questo approccio proattivo alla

sicurezza permette agli stakeholders del SIM e ai gruppi sviluppatori di identificare e mitigare le vulnerabilità in modo tempestivo, contribuendo significativamente alla robustezza e sicurezza delle applicazioni.

La piattaforma supporta inoltre le pratiche di Continuous Integration (CI) e Continuous Deployment (CD), consentendo una rapida iterazione e rilascio delle applicazioni. I processi di build e deployment vengono eseguiti in ambienti containerizzati, garantendo consistenza e affidabilità.

L'Application Platform eroga inoltre ulteriori funzionalità trasversali mediante i componenti seguenti:

- API Manager;
- Log Audit.

2.6.1.6.3 Log & Audit

L'applicazione nel suo complesso, essendo una architettura composta da più moduli indipendenti, ha il problema di poter essere monitorata nella sua interezza sia per motivi sia di diagnostica che di business. Il modulo di Log Audit è il mezzo tramite il quale è possibile raccogliere eventi e log in un unico repository garantendo gli opportuni livelli di sicurezza integrità e disponibilità anche secondo quanto stabilito dalle normative vigenti (es. GDPR).

Il sistema di audit è composto essenzialmente da tre componenti:

- Database NOSQL Elastic: repository in cui vengono memorizzati tutti i dati (eventi del sistema e log);
- Console Kibana: interfaccia grafica web per la ricerca a visualizzazione dei log;
- Agent sugli host dove vengono erogati i servizi.

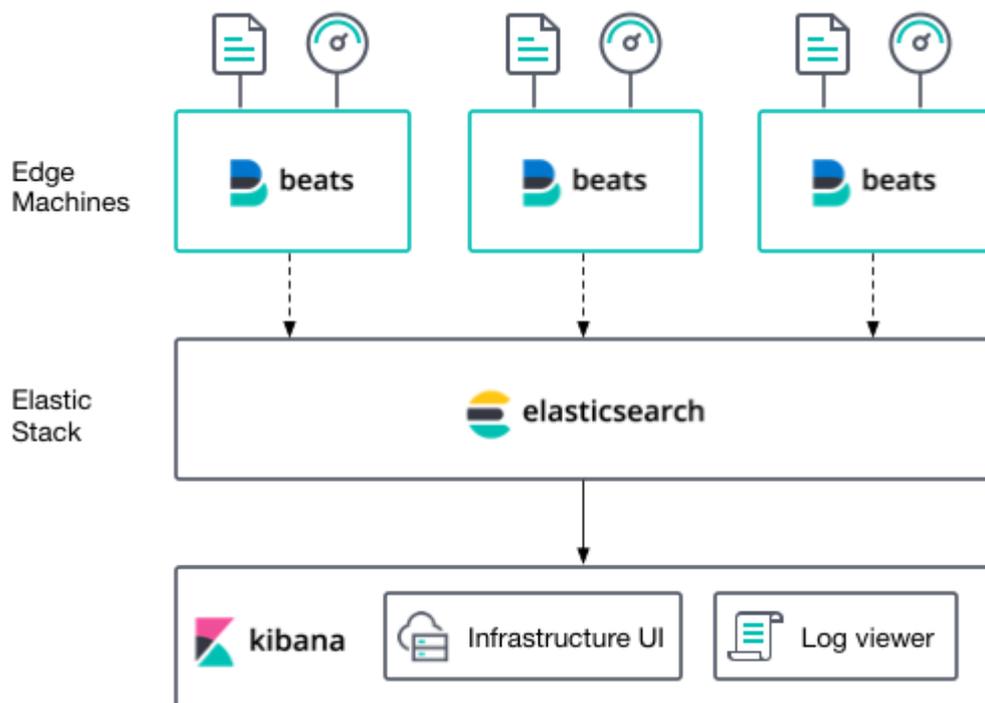


Figura 71 - sistema di audit

I vari moduli del sistema quindi, tramite l'agent installato in locale, inviano i dati verso l'engine elastic. Questi possono in seguito essere oggetto di dashboard piuttosto che ricerche mirate tramite la GUI Kibana.

2.6.1.6.4 Utilizzo negli applicativi

Il Modulo di API Manager costituisce il punto centrale di collegamento tecnico per tutti i servizi resi disponibili dal SIM. In generale, l'API Manager è lo strumento chiave per facilitare la gestione dei servizi e l'integrazione tra fornitori che utilizzatori di informazioni/servizi, garantendo al contempo la sicurezza e le prestazioni dei servizi stessi.

Di conseguenza, qualsiasi informazione fornita attraverso servizi e tutti i fruitori di tali servizi sono tenuti ad attraversare necessariamente l'API Manager.

Sia gli applicativi verticali che gli orizzontali necessitano di servizi di supporto per reperire tutte quelle informazioni di monitoraggio, controllo e presentazione delle informazioni in diversi formati (statistiche, noti e cartografie) quindi in tutte le funzionalità previste dal sistema si ha coinvolgimento diretto del API manager.

2.6.1.6.5 Portabilità e Reversibilità degli Stack Applicativi

La portabilità e la reversibilità degli stack applicativi rappresentano due pilastri fondamentali nella progettazione e implementazione di soluzioni cloud native. L'Application Platform, grazie all'impiego

della tecnologia dei container Docker, fornisce una soluzione che permette ai servizi applicativi di ottenere facilmente un livello di indipendenza dallo strato infrastrutturale.

La tecnologia Docker, in particolare, consente di “incapsulare” le applicazioni e le loro dipendenze all’interno di runtime leggeri e portatili. Questi container possono essere eseguiti in modo coeso e affidabile su qualsiasi piattaforma che supporti Docker, indipendentemente dalle specificità dell’infrastruttura sottostante.

Questo approccio non solo semplifica il processo di deployment, ma garantisce anche che l’applicazione si comporti in modo uniforme in tutti gli ambienti, dalla macchina dello sviluppatore fino all’ambiente di produzione. Inoltre, la reversibilità degli stack diventa un obiettivo concretamente raggiungibile: in caso di necessità di rollback o di migrazione verso differenti infrastrutture, le applicazioni containerizzate possono essere facilmente trasferite e rese operative in tempi rapidi, senza la necessità di complesse configurazioni o adattamenti.

Gli stakeholders del SIM e i gruppi sviluppatori possono ottenere notevoli benefici da questa flessibilità, potendo scegliere liberamente le tecnologie e le infrastrutture che meglio si adattano ai requisiti del progetto, senza essere vincolati da decisioni precedenti.

2.6.1.6.6 DevSecOps su più Provider: abilitare l'adozione della pratica DevSecOps con diverse Organizzazioni e Team di Sviluppo

Il modello DevSecOps è ormai ampiamente adottato nell’ambito dello sviluppo software, integrando pratiche di sicurezza fin dalle prime fasi del ciclo di vita delle applicazioni. L’Application Platform si pone come strumento abilitante per l’adozione di questo modello, non solo all’interno di un singolo gruppo o organizzazione, ma su scala molto più ampia, coinvolgendo diversi gruppi di sviluppatori e stakeholders del SIM.

Le caratteristiche architettoniche come flessibilità e modularità, della piattaforma consentendo la creazione di ambienti di sviluppo condivisi, dove molteplici organizzazioni possono lavorare su un unico progetto o più progetti, mantenendo al contempo separazione e sicurezza tra i vari attori coinvolti. Ciò è reso possibile dalla definizione di ruoli e responsabilità specifici, garantendo che ogni partecipante abbia accesso solo alle risorse e alle funzionalità necessarie per il proprio ambito di lavoro.

Inoltre, la piattaforma offre strumenti integrati per l’automazione e la gestione della sicurezza, consentendo di implementare pratiche DevSecOps in modo efficiente e scalabile. Questo approccio permette di identificare e risolvere eventuali vulnerabilità in fase precoce, riducendo i rischi associati allo sviluppo software e accelerando i tempi di rilascio.

Un altro aspetto cruciale è la capacità della piattaforma di supportare l’integrazione con diversi provider di servizi cloud e infrastrutturali. Questo garantisce agli sviluppatori la libertà di scegliere le soluzioni più adatte alle proprie esigenze, senza essere limitati da vincoli tecnologici o contrattuali. Allo stesso tempo, gli stakeholders del SIM possono beneficiare di una maggiore resilienza e flessibilità operativa, distribuendo i servizi applicativi su infrastrutture diverse in base alle necessità.

2.6.1.6.7 *Approccio Non-Orientato e Supporto per diversi runtime/linguaggi*

Nel contesto dello sviluppo software moderno, la versatilità e la flessibilità sono aspetti fondamentali che permettono ai gruppi sviluppatori di adattarsi rapidamente ai cambiamenti e adottare le tecnologie più idonee per i loro progetti. L'Application Platform riflette questi principi attraverso un approccio "*non-opinionated*", offrendo supporto per quasi ogni linguaggio di programmazione che dispone di una runtime cloud native che può operare con Docker.

Questo approccio "*non-opinionated*" significa che la piattaforma non impone restrizioni rigide sulle tecnologie o gli strumenti che possono essere utilizzati. Al contrario, essa è progettata per essere estensibile e compatibile con un'ampia varietà di stack tecnologici. I gruppi sviluppatori possono così selezionare il linguaggio di programmazione che meglio si adatta alle esigenze specifiche del loro progetto, senza preoccuparsi di eventuali limitazioni imposte dalla piattaforma stessa.

La piattaforma assicura anche che tutte i runtime e le librerie necessarie siano facilmente accessibili e gestibili, semplificando il processo di configurazione e deployment delle applicazioni. Inoltre, offre un set di API e strumenti che facilitano l'integrazione con i diversi ambienti di runtime, garantendo una transizione fluida e senza intoppi tra le diverse fasi del ciclo di vita dello sviluppo software.

Questo livello di flessibilità e supporto per più linguaggi di programmazione non solo aumenta l'efficienza e la produttività dei gruppi sviluppatori, ma consente di promuovere anche l'innovazione, permettendo agli sviluppatori di sperimentare e adottare nuove tecnologie in modo rapido e sicuro.

2.6.1.6.8 *Riutilizzo e Condivisione di Componenti Applicativi*

L'Application Platform promuove l'efficienza e la collaborazione tra i gruppi degli sviluppatori attraverso la facilitazione del riutilizzo e della condivisione di componenti applicativi. Questi componenti, confezionati come immagini container, sono prontamente disponibili tramite il Container Registry, consentendo una facile distribuzione e integrazione nelle diverse fasi del ciclo di vita delle applicazioni.

La piattaforma, come già descritto, sfruttando la tecnologia Docker, per incapsulare le dipendenze, le librerie e l'ambiente di esecuzione necessari per eseguire un'applicazione, assicura che il componente possa essere eseguito in modo consistente in qualsiasi ambiente. Questo approccio non solo semplifica la gestione delle dipendenze, ma facilita anche il processo di integrazione e testing dei componenti, riducendo il rischio di incompatibilità e problemi di deploy.

I gruppi degli sviluppatori possono pubblicare i loro componenti applicativi sui registry di container, rendendoli accessibili ad altri gruppi all'interno degli stakeholders del SIM. Questo promuove la collaborazione e la condivisione delle conoscenze, consentendo ai gruppi di beneficiare delle soluzioni e delle competenze degli altri, accelerando così i tempi di sviluppo e migliorando la qualità del software prodotto.

Inoltre, la piattaforma fornisce strumenti e servizi per garantire la sicurezza e l'integrità dei componenti condivisi. I registri di container sono dotati di meccanismi di autenticazione e

autorizzazione per controllare l'accesso ai componenti, mentre le immagini container sono sottoposte a scanning automatico per identificare e mitigare eventuali vulnerabilità di sicurezza.

2.6.1.6.9 Nuovo Modello di Resilienza per i Servizi Applicativi

L'Application Platform introduce un innovativo modello di resilienza per i servizi applicativi, trasformando l'approccio tradizionale basato su Disaster Recovery (DR) e la Business Continuity (BC) in una soluzione moderna e cloud-native che sfrutta la tecnologia dei container: rispettivamente "Fast recovery" e "Always on". Questo modello mira a garantire una "pronta ripresa" e un funzionamento "sempre attivo" delle applicazioni, indipendentemente dalle sfide e dagli imprevisti che possono emergere.

Nelle architetture tradizionali la resilienza viene trattata prevalentemente con infrastrutture ridondate. Nelle architetture cloud, per contro, si possono scegliere strategie diverse più efficaci, in cui sono le applicazioni a essere ridondate. Una buona soluzione è l'utilizzo combinato dei container e degli scenari multi-region, che risolve a livello infrastrutturale i problemi di indisponibilità di un servizio o di una Cloud Region.



Figura 72 - Modello di resilienza cloud-native

Infatti:

- la piattaforma infrastrutturale Kubernetes riattiva all'istante i workload in caso di "caduta";
- quelle componenti che girano su servizi IaaS-PaaS anziché in container beneficiano delle soluzioni di replica offerte dai provider, in genere basate sull'uso di due o più Cloud Region oppure di meccanismi di riavvio a fronte di una "caduta".

La resilienza è incorporata nella piattaforma attraverso l'uso di orchestrazione Kubernetes, che fornisce meccanismi automatizzati per il rilevamento e la riparazione di guasti. In caso di malfunzionamenti hardware o software, il sistema è in grado di rilevare automaticamente il problema e riavviare i servizi interessati in nuovi container, minimizzando il tempo di inattività e garantendo una ripresa rapida.

2.6.1.6.9.1 Persistenza dei dati e supporto alla resilienza

L'uso della tecnologia Portworx gioca un ruolo cruciale nell'implementazione dei modelli "Fast Recovery" e "Always On" all'interno dell'Application Platform, specialmente per quelle applicazioni Docker che necessitano di persistenza dei dati.

Integrando Portworx nell'ecosistema Kubernetes della piattaforma, si ottiene una soluzione di gestione avanzata dei volumi, che permette di gestire in maniera efficiente e sicura i dati persistenti. Portworx offre funzionalità di replica e backup dei dati, assicurando che, in caso di guasto o malfunzionamento, i dati possano essere rapidamente recuperati, riducendo significativamente i tempi di inattività e contribuendo al modello "Fast Recovery". Inoltre, garantisce anche un alto livello di disponibilità dei dati, supportando la replica sincrona tra diversi nodi del cluster Kubernetes. In questo modo, anche in caso di perdita di un nodo intero, i dati rimangono accessibili e consistenti, contribuendo al modello "Always On" e garantendo la continuità operativa delle applicazioni.

L'uso di Portworx si traduce inoltre in una maggiore flessibilità e scalabilità per le applicazioni che richiedono persistenza dei dati. Grazie alla sua natura agnostica rispetto al sottostante strato di infrastruttura, Portworx permette ai gruppi sviluppatori di muovere i loro volumi dati tra diversi ambienti cloud o on-premise, senza essere vincolati a soluzioni di storage specifiche.

Inoltre, la gestione dei volumi con Portworx è strettamente integrata con le funzionalità di orchestrazione di Kubernetes, consentendo ai gruppi sviluppatori di definire e configurare i volumi dati direttamente dai loro file di configurazione Kubernetes. Questo riduce la complessità operativa e permette una gestione più efficiente e automatizzata dei dati.

2.6.1.6.9.2 Scalabilità orizzontale e utilizzo di Availability Zones e Region del cloud

La scalabilità orizzontale è un altro pilastro fondamentale di questo modello di resilienza. I gruppi degli sviluppatori possono configurare i loro servizi per scalare automaticamente in risposta a variazioni della domanda, assicurando che le risorse siano sempre ottimizzate e che il sistema sia in grado di gestire carichi di lavoro elevati senza compromettere le prestazioni.

La distribuzione su più zone di disponibilità e regioni è facilitata dall'uso di container e dalla natura indipendente dall'infrastruttura dell'Application Platform. Questo approccio garantisce che, anche in caso di guasti su larga scala a livello di data center o zona geografica, i servizi applicativi possano continuare a funzionare senza interruzioni, offrendo una vera soluzione "Always on".

Infine, la piattaforma offre strumenti e servizi per monitorare continuamente lo stato di salute dei servizi applicativi, fornendo notifiche in tempo reale e dashboard per una rapida diagnosi e risoluzione dei problemi. Questo non solo contribuisce alla resilienza operativa, ma fornisce anche ai gruppi sviluppatori le informazioni necessarie per ottimizzare continuamente le loro applicazioni e prevenire potenziali problemi prima che si verifichino.

2.6.1.6.10 Integrazione della Continuous Integration e Continuous Delivery (CI/CD) e Pratica GitOps

L'Application Platform è progettata per facilitare l'integrazione continua e la consegna continua (CI/CD) dei servizi applicativi, fornendo al contempo un motore CI completamente personalizzabile. Questo motore CI consente l'esecuzione di lavori di build all'interno di contenitori, garantendo un ambiente di build consistente e isolato. In aggiunta, la piattaforma offre la possibilità di integrarsi con motori CI esterni, offrendo flessibilità ai gruppi sviluppatori.

Nell'ambito della Continuous Delivery, l'Application Platform adotta anche pratiche GitOps, semplificando il processo di rilascio e aggiornamento delle applicazioni. GitOps è un modello operativo che utilizza Git come fonte unica di verità per le definizioni infrastrutturali e delle applicazioni. Questo approccio consente ai gruppi di tenere sotto controllo di versione e revisionare le configurazioni applicative, migliorando la tracciabilità e la riproducibilità dei rilasci.

ArgoCD è uno strumento chiave adottato dalla piattaforma per implementare la pratica GitOps. ArgoCD è una soluzione basata su tecnica "dichiarativa", che sfrutta Git, per la gestione del ciclo di vita delle applicazioni Kubernetes. Consente ai gruppi degli sviluppatori di definire le configurazioni delle applicazioni in repository Git, mentre ArgoCD si occupa di sincronizzare lo stato desiderato (definito nel Git) con lo stato effettivo nell'ambiente Kubernetes.

ArgoCD offre diversi vantaggi nell'ambito della Continuous Delivery:

1. **Automazione:** una volta configurato, ArgoCD monitora i repository Git per le modifiche e applica automaticamente le configurazioni aggiornate agli ambienti Kubernetes, riducendo la necessità di interventi manuali e accelerando il processo di rilascio.
2. **Visibilità:** ArgoCD fornisce una dashboard intuitiva che offre una vista completa sullo stato delle applicazioni, le modifiche pendenti e la cronologia dei rilasci, migliorando la trasparenza per i gruppi sviluppatori e gli stakeholders del SIM.
3. **Consistenza:** utilizzando un modello dichiarativo, ArgoCD assicura che le configurazioni applicative siano consistenti attraverso gli ambienti, riducendo la possibilità di errori dovuti a discrepanze di configurazione.
4. **Sicurezza:** la pratica GitOps promuove l'uso di approvazioni e revisioni del codice per le modifiche alle configurazioni, migliorando la governance e riducendo il rischio di rilasci non autorizzati o errati.

2.6.1.6.11 *Strumentazione Integrata per la Sicurezza, l'Automazione e l'Observability*

L'Application Platform è arricchita da un insieme integrato di strumenti, per la maggior parte open source, che coprono diversi aspetti dello sviluppo e della gestione delle applicazioni, dalla sicurezza all'automazione, fino all'osservabilità delle applicazioni in esecuzione.

La sicurezza è una componente fondamentale della piattaforma, e gli strumenti integrati assicurano che le pratiche di sicurezza siano incorporate in ogni fase del ciclo di vita delle applicazioni. Questo include la scansione delle vulnerabilità, la gestione delle configurazioni e il monitoring delle attività sospette.

L'automazione è un altro pilastro chiave, e la piattaforma fornisce strumenti che facilitano l'automazione di compiti ripetitivi, dalla configurazione dell'infrastruttura fino al rilascio delle applicazioni. Questo non solo riduce il margine di errore umano, ma consente anche ai gruppi sviluppatori di concentrarsi su compiti a maggior valore aggiunto.

Quanto all'osservabilità, la piattaforma adotta una soluzione integrata che combina diversi strumenti per il monitoraggio, il logging e il tracing delle applicazioni, consentendo ai gruppi sviluppatori e agli stakeholders del SIM di avere una visione completa e correlata dello stato delle applicazioni e dell'infrastruttura.

Per il monitoraggio, la piattaforma utilizza Grafana Mimir, basato su Prometheus, che permette di raccogliere e visualizzare metriche dettagliate sulle prestazioni e lo stato delle applicazioni e dell'infrastruttura. Questo aiuta a identificare rapidamente eventuali colli di bottiglia o problemi di prestazioni.

Per il logging, Grafana Loki è utilizzato per aggregare e indicizzare i log generati dalle applicazioni e dall'infrastruttura, fornendo una soluzione efficace per la ricerca e l'analisi dei dati di log. Questo è essenziale per il troubleshooting e l'analisi post-evento.

Per il tracing, Grafana Traces consente di tracciare le transazioni attraverso i diversi servizi e componenti delle applicazioni, offrendo una vista dettagliata su come le richieste si muovono attraverso il sistema e dove potrebbero verificarsi i ritardi.

Tutte queste informazioni sono poi rese disponibili tramite dashboard Grafana, che fornisce un'interfaccia unificata per la consultazione delle metriche, dei log e dei tracing, nonché per la loro correlazione. Questo permette di identificare rapidamente e con precisione le cause alla radice dei problemi, migliorando il tempo di risoluzione e garantendo una gestione più efficiente delle applicazioni e dell'infrastruttura.

La soluzione di Observability integrata nell'Application Platform include anche un sistema efficace di notifiche, basato su Grafana Alerting. Questo strumento consente di definire e gestire segnalazioni basati sulle metriche, sui log e sui dati di tracing raccolti, garantendo che eventuali problemi vengano rapidamente identificati e segnalati.

Grafana Alerts permette configurare regole di notifiche personalizzate in base a specifiche esigenze e priorità. Questo può includere la definizione di soglie per le prestazioni delle applicazioni, il monitoraggio di pattern specifici nei log, o la rilevazione di anomalie nei dati di tracing.

Una volta che una regola viene attivata, Grafana Alerting si occupa di convogliare le notifiche attraverso i canali di comunicazione preferiti, che possono includere e-mail, SMS, o piattaforme di messaggistica istantanea. Inoltre, grazie all'integrazione con strumenti di ChatOps come Mattermost, Slack o Teams (integrati nell'Application Platform), è possibile ricevere notifiche e agire rapidamente direttamente all'interno degli strumenti di comunicazione utilizzati quotidianamente dai gruppi.

2.6.1.6.12 ChatOps: Collaborazione e Automazione Tramite Strumenti di Messaggistica

Nell'ambito dell'Application Platform, il concetto di ChatOps riveste un ruolo cruciale, offrendo ai gruppi sviluppatori uno strumento integrato di comunicazione e collaborazione che facilita il lavoro condiviso e l'automazione delle operazioni. Questa pratica consente di portare strumenti e attività

direttamente all'interno dei canali di messaggistica, migliorando l'efficienza e la rapidità nelle operazioni quotidiane.

2.6.1.6.12.1 Implementazione Interna con Mattermost

La piattaforma offre un'implementazione interna basata su Mattermost, un sistema di messaggistica open source che si integra perfettamente con l'ecosistema dell'Application Platform. Mattermost permette di creare canali dedicati per i diversi progetti, gruppi di lavoro o argomenti specifici, facilitando la comunicazione e lo scambio di informazioni tra i membri del gruppo. Inoltre, grazie alla sua natura open source, Mattermost consente una personalizzazione e integrazione profonda con gli strumenti e le applicazioni già in uso.

2.6.1.6.12.2 Integrazione con servizi esterni: Slack e Teams

Riconoscendo la diversità degli strumenti utilizzati dagli stakeholders del SIM, l'Application Platform offre anche la possibilità di integrarsi con piattaforme esterne di messaggistica, come Slack e Microsoft Teams. Questo assicura che i gruppi sviluppatori possano continuare a utilizzare gli strumenti a loro più familiari, mantenendo al contempo i benefici derivanti dalle funzionalità di ChatOps.

2.6.1.6.12.3 Automazione e Bots

Un aspetto chiave del ChatOps all'interno dell'Application Platform è l'automazione. I gruppi sviluppatori possono integrare bot e strumenti automatizzati nei canali di messaggistica, permettendo di eseguire comandi, ottenere informazioni in tempo reale, o persino triggerare pipeline di CI/CD direttamente dalla chat. Questo non solo accelera molte operazioni quotidiane, ma consente anche di avere un tracciato chiaro e condiviso delle attività svolte, migliorando la trasparenza e la collaborazione all'interno dei gruppi.

2.6.1.6.13 Integrazione con Rasa per Funzionalità ChatBot Avanzate

Per arricchire ulteriormente le capacità di ChatOps all'interno dell'Application Platform, è stata integrata la soluzione open source Rasa, una piattaforma avanzata per la creazione di chatbot e assistenti virtuali. Questo strumento consente ai gruppi sviluppatori di progettare, costruire e implementare assistenti virtuali personalizzati direttamente all'interno dei canali di messaggistica, potenziando la collaborazione e l'automazione delle operazioni.

Rasa si distingue per la sua flessibilità e la sua capacità di apprendere e adattarsi al contesto e al linguaggio specifico utilizzato all'interno dell'organizzazione. I gruppi sviluppatori possono addestrare i chatbot per comprendere e rispondere a una vasta gamma di richieste, fornendo assistenza immediata e guidando gli utenti attraverso complessi flussi di lavoro.

L'integrazione di Rasa nell'Application Platform non solo semplifica le operazioni quotidiane, ma contribuisce anche a ridurre il carico di lavoro sui membri del gruppo, poiché il chatbot può gestire autonomamente una serie di richieste e attività. Inoltre, grazie alle capacità di apprendimento automatico, Rasa è in grado di migliorare continuamente le sue prestazioni, apprendendo dai riscontri degli utenti e adattandosi ai cambiamenti nel linguaggio e nelle procedure.

2.6.1.6.13.1 Sicurezza e Compliance

La sicurezza e la privacy sono aspetti centrali nell'uso di Rasa all'interno dell'Application Platform, e conseguentemente tutte le interazioni con il chatbot sono criptate e protette, assicurando che le informazioni sensibili siano salvaguardate. Inoltre, Rasa offre strumenti per il controllo e la gestione dei dati, permettendo agli stakeholders del SIM di mantenere il pieno controllo sulle informazioni trattate nel contesto delle conversazioni con il chatbot. Le integrazioni e le comunicazioni tramite i canali di messaggistica sono protette mediante protocolli di sicurezza, assicurando che le informazioni sensibili siano tutelate. Inoltre, l'Application Platform permette di configurare i permessi e i ruoli degli utenti nei canali di messaggistica, garantendo che solo il personale autorizzato possa accedere a informazioni o eseguire operazioni specifiche.

2.6.1.6.14 Soluzione Software Forge

L'Application Platform integra una soluzione software forge per facilitare la collaborazione, la gestione del codice sorgente e l'automazione del processo di sviluppo software. Questa sezione è basata GitLab, in particolare la versione Community (open source). È altresì possibile integrare anche GitHub per offrire una soluzione completa agli stakeholders del SIM e ai gruppi degli sviluppatori.

2.6.1.6.14.1 GitLab Community Edition: Integrazione e Deployment con Docker

La versione Community di GitLab è stata scelta per essere integrata nell'Application Platform, offrendo una soluzione software forge open source e ricca di funzionalità. Il deployment di GitLab è realizzato attraverso la tecnologia Docker, garantendo flessibilità, scalabilità e facilità di gestione.

Attraverso Docker, GitLab viene eseguito tramite container, isolando l'applicazione e le sue dipendenze, e facilitando il processo di installazione, aggiornamento e manutenzione. Questo approccio consente agli stakeholders del SIM e ai gruppi sviluppatori di sfruttare appieno le funzionalità di GitLab senza doversi preoccupare delle complessità legate all'infrastruttura sottostante.

GitLab offre strumenti integrati per la gestione del codice sorgente, la revisione del codice, il tracking delle issue, la Continuous integration/Continuous delivery (CI/CD) e molte altre funzionalità essenziali per il moderno sviluppo software. L'integrazione nell'Application Platform permette ai gruppi sviluppatori di accedere a queste funzionalità direttamente dall'ambiente di lavoro, migliorando l'efficienza e la collaborazione.

2.6.1.6.14.2 GitHub: Integrazione e Collaborazione

Parallelamente a GitLab, l'Application Platform permette anche l'integrazione con GitHub, una delle piattaforme di hosting per lo sviluppo software più popolari e utilizzate a livello mondiale. Questa integrazione permette ai gruppi sviluppatori di sfruttare le funzionalità di GitHub per la gestione del codice sorgente, la collaborazione e la revisione del codice.

La scelta di integrare sia GitLab che GitHub offre una flessibilità unica agli stakeholders del SIM e ai gruppi sviluppatori, consentendo loro di scegliere la soluzione che meglio si adatta alle specifiche

esigenze e preferenze. Inoltre, facilita la collaborazione con gruppi esterni e la condivisione di codice e delle risorse che è alla base dei principi su cui si fonda l'architettura del SIM.

2.6.1.6.15 L'Uso del Service Mesh nell'Application Platform

Il concetto di Service Mesh è diventato un punto cardine nella moderna architettura delle applicazioni, specialmente in ambienti altamente distribuiti come i microservizi.

Il Service Mesh è essenzialmente un'infrastruttura dedicata che facilita le comunicazioni tra servizi in un sistema distribuito. È composto da un insieme di proxy leggeri, chiamati sidecars, che vengono inseriti al fianco di ogni servizio. Questi proxy intercettano e gestiscono il traffico tra i servizi, consentendo una serie di funzionalità avanzate senza dover apportare modifiche al codice dell'applicazione stessa.

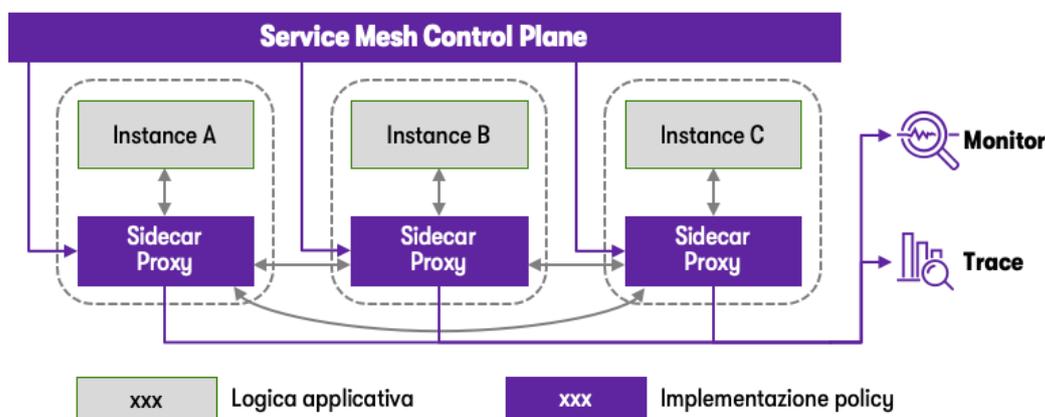


Figura 73 - Service Mesh

I vantaggi derivanti dall'uso del Service Mesh applicato ai servizi gestiti nel contesto dell'Application Platform sono i seguenti:

- **sicurezza rafforzata:** con il Service Mesh, è possibile implementare crittografia TLS tra servizi, garantendo così che tutte le comunicazioni siano sicure. Questo è particolarmente vantaggioso in ambienti cloud o ibridi, dove il traffico potrebbe attraversare reti non fidate;
- **osservabilità migliorata:** grazie alla capacità dei proxy di intercettare il traffico, il Service Mesh può fornire dati dettagliati su latenza, errori e altri metrici chiave. Questo fornisce una visione chiara e dettagliata delle performance del sistema, permettendo agli operatori di individuare e risolvere rapidamente i problemi;
- **resilienza e failover:** il Service Mesh può gestire automaticamente il re-routing del traffico in caso di fallimento di un servizio, garantendo alta disponibilità. Ciò è essenziale in una piattaforma applicativa, dove la resilienza e la capacità di auto-riparazione sono fondamentali;
- **controllo del traffico fine:** il Service Mesh consente una granulare gestione del traffico. Ciò include il controllo delle versioni dei servizi (canary releases), blue-green deployments e test A/B. Questo tipo di controllo permette agli sviluppatori e agli operatori di introdurre cambiamenti nel sistema in modo controllato e sicuro;

- **autenticazione e autorizzazione:** con il Service Mesh, è possibile implementare politiche di autenticazione e autorizzazione coerenti su tutti i servizi, garantendo che solo le entità autorizzate possano accedere e comunicare tra di loro;
- **rate limiting e quota management:** queste funzionalità permettono di controllare la quantità di richieste che un servizio può ricevere, proteggendo le risorse da eventuali abusi o attacchi DDoS.

Incorporando un Service Mesh nell'Application Platform, si ottiene non solo una rete di comunicazione tra servizi più sicura e affidabile, ma anche una serie di strumenti per monitorare, gestire e ottimizzare queste comunicazioni. Questa maggiore visibilità e controllo si traduce in applicazioni più stabili, sicure e performanti.

2.6.1.6.16 Modello operativo dell'Application Platform

Essendo l'Application Platform un ecosistema integrato, è strutturato per garantire la massima efficienza nell'orchestrazione e nella gestione dei servizi applicativi. L'immagine di seguito fornisce una rappresentazione schematica del modello operativo usato per operare questa piattaforma, mettendo in evidenza i vari componenti chiave e le interazioni tra di essi.

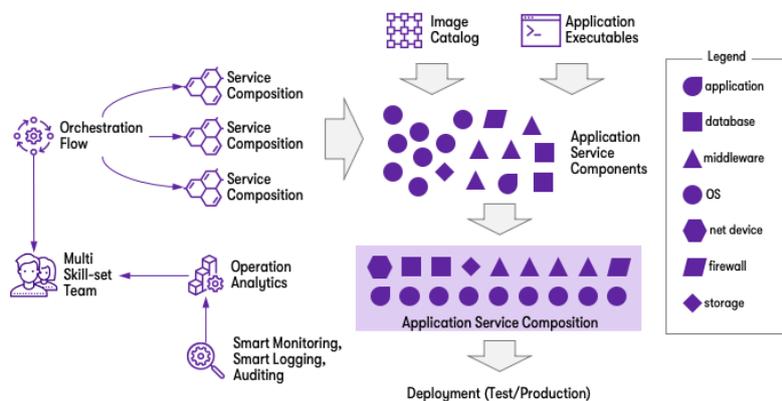


Figura 74 - Modello operativo dell'Application Platform

2.6.1.6.16.1 Orchestration Flow

Al cuore del modello troviamo l'**Orchestration Flow**. Questo rappresenta il flusso di controllo attraverso il quale i servizi sono orchestrati e gestiti. È attraverso questo flusso che le varie componenti applicative vengono composte insieme per fornire servizi complessi.

2.6.1.6.16.2 Service Composition

La **Service Composition** svolge un ruolo fondamentale nel definire come i diversi servizi interagiscono e collaborano tra loro. Questo processo di composizione è iterativo nel contesto del ciclo di vita dei servizi applicativi sviluppati e operanti nell'Application Platform, mettendo in risalto la modularità e la scalabilità dell'approccio.

2.6.1.6.16.1.3 Multi skill-set Team

L'efficacia dell'Application Platform è anche una diretta conseguenza delle competenze del **Multi Skill-set Team**. Questo gruppo multidisciplinare ha le competenze e le capacità per gestire vari aspetti dell'orchestrazione, dalla definizione dei flussi di lavoro alla gestione delle operazioni.

2.6.1.6.16.1.2 Operation Analytics, Smart Monitoring, Smart Logging e Auditing

Questi componenti garantiscono che le operazioni siano sempre monitorate, loggate e analizzate. Grazie a questi strumenti, l'Application Platform può garantire prestazioni ottimali, identificare rapidamente eventuali problemi e garantire la conformità attraverso l'audit.

2.6.1.6.16.1.3 Image Catalog

L'**Image Catalog** (Docker image registry) funge da repository per le immagini delle applicazioni, pronte per essere eseguite. Queste immagini sono poi utilizzate per generare **deployment applicativi**, che rappresentano le effettive istanze eseguibili delle applicazioni.

2.6.1.6.16.1.4 Application Service Components e Service Composition:

Queste componenti rappresentano i vari livelli e le parti costitutive delle applicazioni all'interno della piattaforma. Sono strutturate in modo modulare, consentendo una gestione efficiente e flessibile delle risorse.

2.6.1.6.16.1.5 Deployment (Test/Production)

L'ultima sezione dell'immagine evidenzia l'importanza di avere ambienti separati per il test e la produzione, garantendo che ogni applicazione venga testata adeguatamente prima del suo effettivo rilascio.

L'Application Platform, nel suo modello operativo segue un approccio olistico, dove ogni componente e servizio è attentamente integrato per garantire efficienza, resilienza e scalabilità.

2.6.2 Piattaforme Abilitanti

In questo contesto sono incluse tutte le soluzioni utili per la realizzazione dei servizi infrastrutturali del SIM e servizi di piattaforma che possono abilitare scenari verticali basati su un cloud sicuro. Queste piattaforme garantiscono un elevato livello di maturità e consistenza utili per garantire la qualità e resilienza necessaria su tutto il contesto infrastrutturale. Queste piattaforme offrono vantaggi come la scalabilità, l'elasticità, la sicurezza, la standardizzazione e la riduzione dei tempi e dei costi operativi.

2.6.2.1 Geospatial Platform

2.6.2.1.1 Premessa

La "Geospatial Platform" si configura come un'integrazione di soluzioni tecnologiche progettate per ottimizzare la gestione del ciclo informativo relativamente alle elaborazioni geospaziali del SIM.

Tutte le applicazioni previste nel sono connotate da una contestualizzazione in ambito geospaziale, in quanto elaborano dati che hanno una loro pertinenza nell'osservazione dell'ambiente e della terra.

Le funzioni di integrazione presenti nella piattaforma sono ideate per valorizzare i servizi di acquisizione e armonizzazione dati provenienti da molteplici origini, inclusi i flussi informativi aggiornati in tempo reale. Questo assicura agli utenti un ambiente operativo, in cui dati e servizi sono costantemente aggiornati e in linea con le dinamiche delle zone sottoposte a indagine. La conformità con gli standard di interoperabilità, come quelli dell'Open Geospatial Consortium (OGC), promuove lo scambio informativo con altri sistemi, incrementando l'efficacia della piattaforma ed estendendo la sua applicabilità oltre i confini del Sistema Integrato per il Monitoraggio ambientale.

La Piattaforma del SIM eroga servizi di tipo geografico essenziali, quali:

- localizzazione di risorse per la loro visualizzazione su un client grafico cartografico;
- la configurazione di layers cartografici con informazioni (proprie del sistema o di terze parti);
- la creazione di mappe 2D e 3D;
- la risoluzione di coordinate geografiche in indirizzi (geocoding) e la ricerca di indirizzi con risoluzione in coordinate geografiche;
- la tracciatura delle posizioni per risorse o dispositivi mobili;
- l'integrazione di servizi satellitari come quelli relativi alle costellazioni Iride/Copernico;
- la realizzazione di analisi INSAR.

Data la federazione di numerose fonti dati eterogenee all'interno del SIM, questa, da una parte rende possibile lo sviluppo e l'integrazione di una elevata mole di dati, ma dall'altra rende particolarmente importante la gestione della disponibilità delle informazioni e del loro refresh; a tal proposito, la piattaforma si predispone per garantire una gestione evoluta della business continuity dei servizi cartografici sfruttando le potenzialità della piattaforma PSN. I metadati cartografici, infatti, verranno estesi per gestire, oltre ai metadati cartografici standard, anche l'indicazione del livello di criticità e la modalità di gestione dello stesso; in particolare i dati potranno essere caratterizzati come critici o non critici:

- in caso di dato non critico, la funzionalità può essere preservata a patto di non visualizzare un particolare layer;
- il dato critico è un dato fondamentale per l'erogazione delle funzionalità del SIM e non sarà possibile erogare le funzionalità del SIM senza il dato.

In caso di dato critico è necessario mettere in atto politiche volte alla mitigazione dell'impatto procurato dalla non disponibilità del dato.

Inoltre, per i dati critici, si andranno a definire metadati aggiuntivi che specificano le politiche di gestione come:

- frequenza di aggiornamento della copia cache;
- caratteristiche relative al contenuto informativo della copia cache.

La piattaforma del SIM fornisce servizi di riproiezione dei dati geografici in formato vettoriale e raster; questi saranno resi disponibili in maniera interattiva all'interno del GIS secondo le modalità di seguito:

- funzionalità integrate negli applicativi verticali della piattaforma;
- servizi disponibili per le Amministrazioni federate.

Nel contesto idrogeologico, ad esempio, l'analisi geomorfologica rivela informazioni preziose sulla distribuzione delle falde acquifere e dei corsi d'acqua, contribuendo alla pianificazione e gestione delle risorse idriche; ancora, la generazione di poligoni di combinazione basati su clima, coltura e tipo di suolo consente agli agricoltori di adattare le pratiche agricole alle specifiche condizioni delle diverse zone del campo, migliorando la produttività e riducendo gli impatti ambientali. Infine, l'elaborazione dei dati con algoritmi di intelligenza artificiale (AI) e machine learning (ML) offre un metodo efficace per identificare e analizzare potenziali fonti di inquinamento marino. Questi algoritmi sono addestrati su dataset ricchi di informazioni e riconoscono pattern e anomalie nei dati, consentendo di individuare situazioni di inquinamento.

Il modulo GIS fornisce un framework per la visualizzazione e consultazione dei dati geografici bi e tridimensionali basato su standard Web e OGC che consente la realizzazione di applicazioni con tutti i principali linguaggi standard ed i framework di sviluppo (es. Angular, React etc.). Il framework rende disponibile agli sviluppatori tutte le funzionalità GIS erogate dalla piattaforma.

La piattaforma, inoltre, integra al suo interno due soluzioni tra loro complementari:

- GeoServer, allo scopo di garantire maggiore flessibilità e personalizzazione, ma rivolta ad un'utenza con capacità tecniche più avanzate;
- ArcGIS, offre una suite completa di strumenti di più facile utilizzo e, quindi, più orientata all'utente finale.

Il sistema sarà in grado di produrre ed esporre servizi cartografici secondo i più diffusi standard di interoperabilità cartografica quali i dettami dell'OGC (Open Geospatial Consortium) in modo da garantire il loro consumo da parte di tutti i sistemi che supportino tali convenzioni. Inoltre, il modulo implementerà lo standard di interfaccia WPS per l'interoperabilità di modelli di calcolo e workflow, indipendentemente dalla tipologia geografica o non geografica; WPS definisce l'invocazione dei processi, la gestione degli output tramite differenti protocolli (HTTP GET, HTTP POST e SOAP) e facilita la pubblicazione, la scoperta e l'associazione dei processi da parte degli utenti.

Inoltre, la piattaforma integra il Satellite Manager per utilizzare le potenzialità delle diverse piattaforme satellitari, quali:

- Copernicus: Sentinel 1, Sentinel 2, Sentinel 3, Sentinel 5p;
- Cosmo-SkyMed e Cosmo Second Generation;
- Piattaforme IRIDE.

Compresi quelle dei satelliti della futura costellazione IRIDE, realizzata da ESA e che fornirà una rivisitazione delle acquisizioni su territorio nazionale italiano, oltre a servizi innovativi di generazione di contenuti a valore aggiunto fra i quali il monitoraggio su temi ambientali, il supporto alla gestione del territorio e alle emergenze, monitoraggio del traffico e dell'inquinamento marittimo, servizi di tipo Digital Twin con l'obiettivo di creare una base di dati da diverse fonti non solo satellitari e sfruttando la modellistica fisica dei fenomeni. Le basi dati saranno fruibili dai sistemi informativi geografici (GIS) al fine di analizzare e visualizzare in modo efficace le informazioni raccolte, integrandole anche con le informazioni provenienti dalle altre sorgenti di dati (e.g. sensori, IoT, modelli, cartografia).

Satelliti

I dati ottenuti dai satelliti sono diventati un elemento chiave nel campo dell'osservazione terrestre, grazie all'innovazione continua nelle tecnologie spaziali e nelle metodologie di raccolta dati. Questi sviluppi tecnologici, che consentono un monitoraggio globale e ad alta risoluzione del nostro territorio, hanno reso accessibili un gran numero di tipologie di dati. Ulteriormente, la capacità di queste fonti di fornire informazioni ininterrotte su aree geografiche estese è particolarmente significativa, in quanto consente di superare le limitazioni derivanti dalle tecniche di rilevamento terrestre tradizionali. Inoltre, i dati satellitari assicurano l'uniformità delle informazioni disponibili su scala globale, compresa la copertura di aree geograficamente isolate o di difficile accesso.

Nel dominio del monitoraggio ambientale, i dati satellitari sono quindi strumenti indispensabili per la raccolta di informazioni sia della superficie terrestre che dell'atmosfera circostante. Questi dati sono risorse preziose per una vasta gamma di applicazioni e studi scientifici. Ad esempio, essi migliorano la capacità di osservare e interpretare variabili atmosferiche e sono fondamentali per il monitoraggio e la previsione della qualità dell'aria a livello globale. Inoltre, i dati satellitari forniscono un ampio spettro di informazioni sulla superficie terrestre, come la dinamica del terreno, l'uso e la copertura del suolo, che sono di importanza critica per settori come la conservazione ambientale, l'agricoltura di precisione, la gestione delle risorse idriche, etc. Bisogna anche sottolineare la rilevanza dell'utilizzo di coperture satellitari in combinazioni con rilievi in situ e reti di sensori, consentendo la spazializzazione di questi ultimi e la calibrazione dei primi.

Prima di esaminare in dettaglio le varie missioni spaziali che contribuiscono al monitoraggio ambientale e terrestre, è fondamentale delineare gli strumenti principali che sono oggi nella disponibilità delle varie comunità di stakeholder a livello nazionale. In questo contesto, due iniziative emergono come particolarmente rilevanti: il programma Copernicus, finanziato e gestito dall'Unione Europea, e le missioni di Osservazione della Terra (OT) orchestrate dall'Agenzia Spaziale Italiana (ASI).

Nel panorama delle iniziative di monitoraggio ambientale globale, il progetto Copernicus, finanziato ed implementato dalla Commissione Europea attraverso l'ESA (European Space Agency) e le *Entrusted Entities*, rappresenta un punto di riferimento tecnologico e scientifico di elevata

importanza. Il cuore operativo di Copernicus è costituito da una serie di satelliti Sentinel, ciascuno specializzato in specifiche aree di monitoraggio ambientale. Questi satelliti sono dotati di una varietà di strumenti di rilevamento, inclusi sensori ottici e radar a “apertura sintetica¹⁴” (SAR), che consentono una copertura geografica estesa e un dettaglio granulare delle informazioni raccolte. Questa capacità è particolarmente utile per l'osservazione di aree geograficamente estese o ambientalmente complesse. La futura espansione delle costellazioni Sentinel consentirà di aggiungere nuove capacità di telerilevamento (ad es. iperspettrale) nonché garantire la continuità delle missioni esistenti.

Una delle caratteristiche distintive di Copernicus è la sua versatilità nel monitoraggio di un'ampia gamma di variabili ambientali, attraverso i sei Servizi operativi di Copernicus:

- Copernicus Atmosphere Monitoring Service (CAMS)
- Copernicus Climate Change Service (C3S)
- Copernicus Marine Environment Monitoring Service (CMEMS)
- Copernicus Land Monitoring Service (CLMS)
- Copernicus Emergency Management Service (CEMS)
- Copernicus Security Service (CSS)

Questo include, a titolo di esempio, la qualità dell'aria, la temperatura della superficie terrestre, la copertura e l'uso del suolo, la concentrazione di gas serra e le variazioni nella vegetazione. Questa ricchezza di dati permette alle comunità di utenti di eseguire analisi ambientali con un livello di precisione precedentemente irraggiungibile. Per esempio, i dati ottici forniti dai satelliti Sentinel sono fondamentali per tracciare le variazioni nella copertura vegetale e per studiare il suo ruolo nell'assorbimento di CO₂, contribuendo così alla comprensione del ciclo globale del carbonio.

I dati acquisiti dai satelliti Sentinel subiscono un processo di elaborazione piuttosto sofisticato prima di essere resi accessibili. Utilizzando algoritmi avanzati, i dati sono corretti radiometricamente e georeferenziati. Inoltre, vengono impiegate tecniche di “data fusion¹⁵” per integrare le informazioni

¹⁴ La sigla SAR sta per “Synthetic Aperture Radar”. È un sistema di telerilevamento radar coerente, attivo e a microonde. Questo particolare tipo di radar è usato nel telerilevamento e viene montato su piattaforme avioniche o, nella maggioranza, satellitari. Il SAR sfrutta il moto della piattaforma su cui è montato per generare un'antenna virtuale molto lunga, ottenendo così una elevatissima risoluzione. Questo permette di ottenere immagini radar ad alta definizione della superficie osservata anche a grande distanza.

¹⁵ La “data fusion” o fusione dei dati nel campo del telerilevamento satellitare è un processo che combina dati provenienti da diversi sensori satellitari per ottenere informazioni più complete e precise. Questo processo è fondamentale per massimizzare l'utilizzo delle informazioni disponibili e per migliorare l'accuratezza e l'affidabilità delle informazioni ottenute. La fusione dei dati può essere utilizzata per integrare dati provenienti da diversi sensori satellitari, ognuno dei quali ha le sue caratteristiche uniche in termini di risoluzione spaziale, temporale e spettrale. Ad esempio, alcuni sensori possono fornire dati ad alta risoluzione spaziale ma a bassa risoluzione temporale, mentre altri possono fornire il contrario. Integrando questi dati, è possibile ottenere un quadro più completo e preciso della superficie terrestre. Inoltre, la fusione dei dati può anche essere utilizzata per combinare dati provenienti da sensori di diversi tipi, come sensori ottici e radar. Questo può essere particolarmente utile quando si tratta di monitorare fenomeni che sono influenzati da vari fattori ambientali.

provenienti da diversi sensori a bordo, risultando in immagini multispettrali ad alta risoluzione. Queste immagini sono poi utilizzate per un'analisi dettagliata delle caratteristiche del terreno e delle condizioni atmosferiche, e trovano applicazione in una varietà di settori, come il monitoraggio atmosferico, la gestione sostenibile delle risorse naturali, la prevenzione di disastri naturali e la pianificazione urbana.

Copernicus ha instaurato una collaborazione significativa con EUMETSAT, l'Organizzazione Europea per l'Utilizzo Operativo di Meteosat. Questa collaborazione rappresenta un passo importante verso l'integrazione e l'utilizzo ottimale dei dati meteorologici e ambientali.

La sinergia tra Copernicus ed EUMETSAT permette di combinare le informazioni provenienti dai satelliti Meteosat e dai satelliti Sentinel. I satelliti Meteosat, gestiti da EUMETSAT, forniscono dati meteorologici fondamentali, mentre i satelliti Sentinel, parte del programma Copernicus, forniscono una vasta gamma di dati ambientali.

Questa integrazione di dati meteorologici e ambientali è particolarmente utile per migliorare la capacità di monitorare e prevedere eventi meteorologici estremi. Gli eventi meteorologici estremi, come violente tempeste di pioggia e ondate di calore, possono avere effetti significativi sull'ambiente e sulla società. La previsione accurata di questi eventi può aiutare a mitigare i loro effetti, permettendo una risposta tempestiva ed efficace.

Inoltre, la combinazione di dati meteorologici e ambientali può fornire una visione più completa delle dinamiche ambientali. Ad esempio, può aiutare a comprendere meglio come gli eventi meteorologici estremi influenzano vari aspetti dell'ambiente, come la qualità dell'aria, i livelli di inquinamento dell'acqua, la salute degli ecosistemi e il cambiamento climatico.

La rilevanza di Copernicus va ben oltre i confini dell'Unione Europea, fornendo un impatto positivo alla comunità scientifica globale e ai responsabili delle politiche ambientali. L'accesso universale ai dati di Copernicus facilita la collaborazione internazionale nella ricerca ambientale e nell'elaborazione di strategie per affrontare sfide globali come il cambiamento climatico e la gestione sostenibile delle risorse.

Tuttavia, non è solo il sistema Copernicus a contribuire significativamente al monitoraggio ambientale. L'Italia, ad esempio, ha un ruolo importante in questo ambito. Grazie a missioni satellitari sofisticate come COSMO-SkyMed, PRISMA e il più recente progetto IRIDE, l'Italia ha rafforzato la sua posizione nel contesto globale del monitoraggio ambientale. Queste missioni forniscono dati preziosi che contribuiscono alla comprensione e alla gestione dell'ambiente terrestre.

Infine, la fusione dei dati può anche aiutare a mitigare alcuni dei problemi comuni nel telerilevamento satellitare, come la presenza di nuvole o la variabilità della luce solare. Ad esempio, i dati provenienti da un sensore radar, che può acquisire dati indipendentemente dalle condizioni atmosferiche o dall'illuminazione, possono essere fusi con i dati provenienti da un sensore ottico per ottenere informazioni più affidabili.

COSMO-SkyMed, una missione satellitare italiana di grande importanza, sfrutta la già menzionata tecnologia del radar ad apertura sintetica (SAR) per ottenere immagini ad alta risoluzione della superficie terrestre. Grazie a questa tecnologia, COSMO-SkyMed è in grado di catturare immagini dettagliate indipendentemente da variabili come le condizioni atmosferiche o la presenza di nuvole.

Le immagini ad alta risoluzione generate da COSMO-SkyMed sono fondamentali per una serie di applicazioni. Per esempio, permettono di osservare variazioni nella copertura del suolo, che possono essere indicative di cambiamenti ambientali o di attività umane. Inoltre, possono aiutare a identificare fenomeni come la subsidenza o le deformazioni del terreno, che possono essere segnali di eventi geologici o di cambiamenti nel sottosuolo.

Oltre a queste applicazioni ambientali, le immagini di COSMO-SkyMed sono anche utilizzate per scopi legati alla sicurezza nazionale e di protezione civile. Ad esempio, possono aiutare a monitorare le attività umane in aree sensibili o a rilevare cambiamenti nel paesaggio che potrebbero indicare potenziali minacce. Nelle applicazioni di protezione civile, i dati COSMO-SkyMed vengono utilizzati sistematicamente per caratterizzare i danni a seguito di disastri naturali e antropici quali alluvioni, terremoti, frane/valanghe o sversamenti di olio in mare.

Nel corso degli anni, ai satelliti COSMO-SkyMed di prima generazione si sono aggiunti due ulteriori satelliti (COSMO Second Generation) che abilitano applicazioni polarimetriche nonché un miglioramento della risoluzione geometrica.

Nel contesto del monitoraggio ambientale, il progetto PRISMA si distingue per l'uso di sensori iperspettrali¹⁶ che analizzano la composizione chimico-fisica del suolo e dell'atmosfera. Questi sensori avanzati sono in grado di rilevare un'ampia gamma di lunghezze d'onda, permettendo così la discriminazione di diversi materiali presenti sulla superficie terrestre e la quantificazione di specifiche sostanze chimiche nell'atmosfera. Questa capacità è cruciale per il monitoraggio accurato della qualità dell'aria, la rilevazione di inquinanti atmosferici e l'analisi dettagliata delle variazioni nella vegetazione.

¹⁶ Il satellite **PRISMA** (PREcursore IperSpettrale della Missione Applicativa) è un sistema di Osservazione della Terra con strumentazione elettro-ottica di tipo innovativo, che integra un sensore iperspettrale con una camera pancromatica a media risoluzione. Il sensore è in grado di distinguere 240 bande spettrali, disposte dal visibile al vicino infrarosso e fino all'infrarosso a onde corte. Questa capacità supera di gran lunga quella dei sensori ottici multispettrali montati sui satelliti, che sfruttano al più una decina di bande dell'infrarosso. Ogni materiale ha una propria firma spettrale, una combinazione unica di colori, detti bande spettrali. Il sensore iperspettrale di PRISMA può riconoscere queste firme spettrali, permettendo non solo di identificare le forme degli oggetti, ma anche quali elementi chimici contengono. Questo sensore è in grado di effettuare dallo Spazio un'analisi chimico-fisica delle aree sotto osservazione. Le immagini ad alta risoluzione spettrale ottenute possono essere utilizzate in molteplici ambiti applicativi, quali l'agricoltura, la lotta alla desertificazione, la prevenzione e il pronto intervento dopo le catastrofi naturali, l'individuazione di fattori di inquinamento sul territorio e nel mare, o nello studio di fenomeni complessi come le interazioni tra atmosfera, biosfera e idrosfera e l'osservazione dei cambiamenti dell'ambiente e del clima a livello globale.

Il sistema IRIDE¹⁷, implementato dall'Agenzia Spaziale Europea (ESA) insieme all'Agenzia Spaziale Italiana (ASI) nel contesto di una progettualità del PNRR, prevede lo sviluppo di una costellazione di costellazioni satellitari di Osservazione della Terra in orbita bassa e con una varietà di sensori. Questo sistema è progettato per fornire dati critici per affrontare problemi come il dissesto idrogeologico, il monitoraggio delle aree costiere e delle infrastrutture critiche, nonché la qualità dell'aria e le condizioni meteorologiche. IRIDE utilizza una combinazione di diversi tipi di sensori, inclusi sensori ottici e SAR ad alta e altissima risoluzione e sensori iperspettrali, per soddisfare i requisiti degli utenti istituzionali e fornire i dati necessari per i Servizi tematici.

Analogamente a Copernicus, il sistema IRIDE include anche otto Servizi tematici verticali disegnati ed implementati per fornire prodotti geospaziali a valore aggiunto (i.e. *layers* tematici) all'utenza istituzionale di riferimento. In particolare, gli otto Servizi tematici verticali previsti nel sistema IRIDE sono:

- S1. Monitoraggio Marino Costiero
- S2. Qualità dell'Aria
- S3. Movimenti del terreno
- S4. Uso e Copertura del suolo (Ambiente, Foreste, Agricoltura)
- S5. Idro-meteo-clima
- S6. Risorse idrica
- S7. Emergenze
- S8. Sicurezza

La sinergia tra tutte queste iniziative e programmi europei e nazionali è essenziale per una comprensione a largo spettro delle condizioni ambientali.

In particolare, saranno approfondite nelle successive fasi di progettazione le capacità e funzionalità del sistema IRIDE sia per quanto riguarda la componente di dati satellitari (*Upstream*) sia per quanto riguarda la generazione di prodotti e servizi a valore aggiunto (*Services*) in quanto dall'analisi della documentazione disponibile pubblicamente emerge una notevole potenziale sinergia tra le soluzioni sviluppate nel sistema IRIDE e le esigenze indirizzate dalla progettualità SIM.

¹⁷ Il progetto italiano **IRIDE** prevede una costellazione di satelliti equipaggiati con una serie di strumenti e tecnologie di rilevamento diverse, rendendo la costellazione unica nel suo genere. I sensori previsti per la costellazione IRIDE spaziano dall'imaging a microonde (tramite Radar ad Apertura Sintetica, SAR), all'imaging ottico a varie risoluzioni spaziali (dall'alta alla media risoluzione) e in diverse gamme di frequenza. Queste gamme di frequenza includono il pancromatico, il multispettrale, l'iperspettrale e le bande dell'infrarosso. La costellazione IRIDE sarà composta da 69 satelliti, il primo dei quali raggiungerà l'orbita nel 2025. Al completamento del progetto, previsto entro la metà del 2026, IRIDE permetterà una rivisitazione giornaliera di ogni località italiana, con una distanza di campionamento al suolo dell'ordine di due metri. Tutte le informazioni relative al sistema IRIDE derivano dall'analisi degli *Statement of Work* pubblicati dall'ESA per i bandi pubblici di sviluppo delle componenti del sistema IRIDE, da informazioni pubblicamente disponibili in Internet nonché da presentazioni in convegni e conferenze aperte al pubblico.

La tabella seguente riporta una analisi preliminare delle possibili aree di sinergia tra i Verticali applicativi del SIM e i Servizi tematici di IRIDE, ulteriormente declinati nelle singole Service Value Chains (SVC).

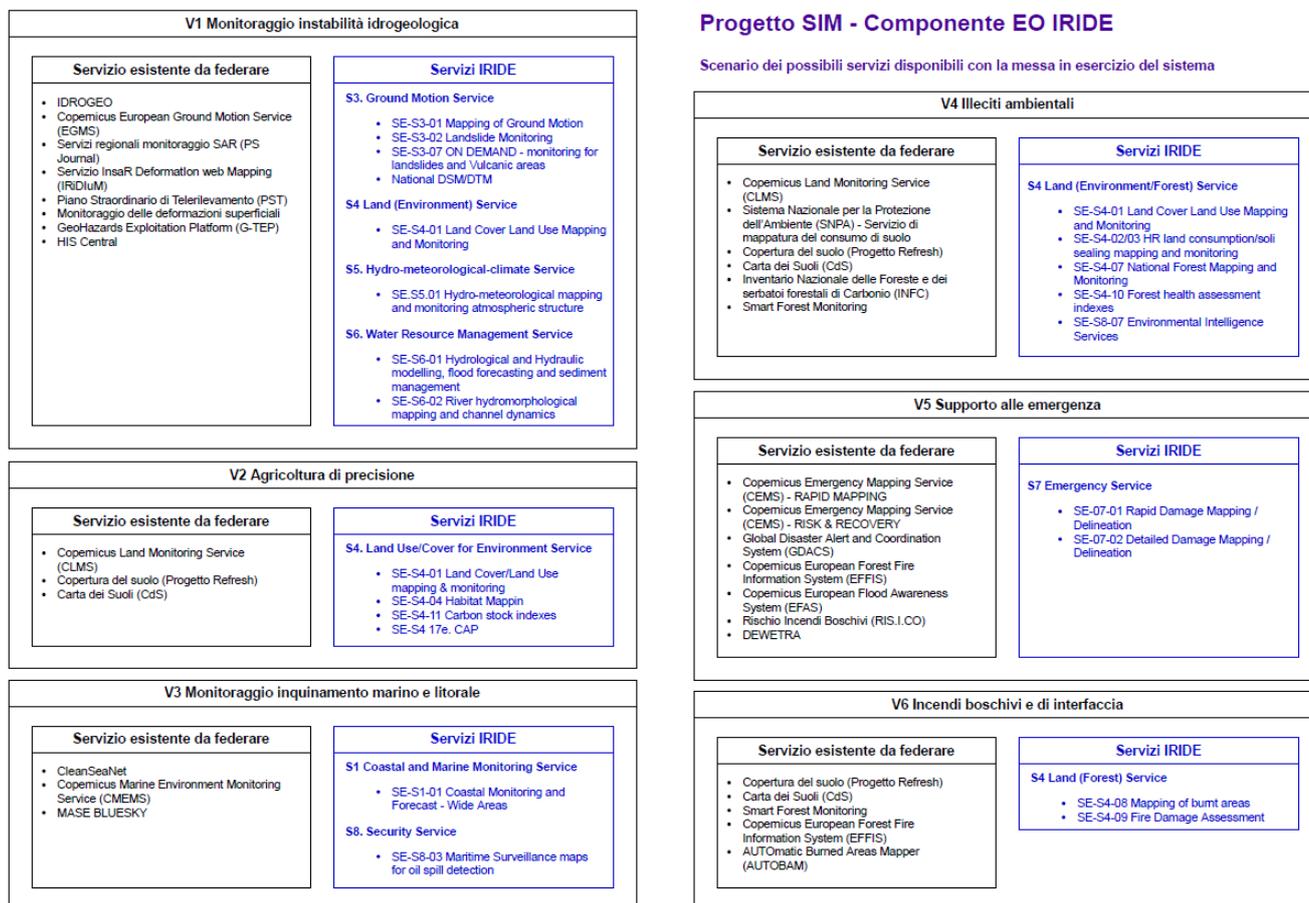


Figura 75 - Service Value Chains (SVC).

Il fatto che le comunità di utenti istituzionali indirizzate da IRIDE e SIM siano sostanzialmente analoghe suggerisce una particolare attenzione nel ricercare le sinergie e complementarietà tra le due iniziative.

In questo senso, le informazioni attualmente disponibili sul sistema IRIDE ne indicano una data di rilascio ed entrata in esercizio a metà 2026, pur prevedendo diverse fasi intermedie di operazioni all'interno del contesto di progetto. Anche la disponibilità dei dati satellitari prodotti dalle costellazioni di IRIDE sarà dunque inquadrata in questo arco temporale e lo sviluppo della progettualità SIM ne terrà opportunamente conto.

Oltre ai programmi europei e alle iniziative italiane, vi sono altre piattaforme satellitari di rilevanza internazionale che svolgono un ruolo cruciale nella raccolta e nell'analisi di dati ambientali. Tali piattaforme sono di natura istituzionale (ovvero finanziate e operate da enti pubblici, generalmente con una *data policy open&free*) sia di carattere commerciale (ovvero finanziate e gestite da

operatori commerciali, generalmente con una *data policy* ristretta e soggetta al pagamento di un corrispettivo economico per l'acquisto di una licenza commerciale dei dati).

Tra le missioni istituzionali, il programma Landsat¹⁸, una collaborazione tra la NASA e l'U.S. Geological Survey (USGS), si distingue per la sua capacità di catturare immagini ad alta risoluzione della superficie terrestre. Gli strumenti di rilevamento remoto a bordo dei satelliti Landsat sono in grado di acquisire dati multispettrali, che forniscono informazioni dettagliate su diversi tipi di copertura del suolo. Questi dati sono fondamentali per monitorare le variazioni nella vegetazione, nell'uso del suolo e in altri fenomeni geologici e biologici, permettendo una valutazione longitudinale dei cambiamenti ambientali.

Un altro strumento satellitare di notevole importanza è il Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer¹⁹ (MODIS), che è integrato in diversi satelliti gestiti dalla NASA. MODIS è specializzato nella raccolta di dati su una serie di variabili ambientali, che vanno dalla temperatura della superficie marina alla concentrazione di clorofilla negli oceani, passando per le emissioni di gas serra come l'anidride carbonica. La forza di MODIS risiede nella sua combinazione di alta risoluzione spaziale con una vasta gamma di bande spettrali.

Analogamente, il sensore VIIRS a bordo dei satelliti Suomi National Polar-orbiting Partnership (NPP) lanciati nel 2011 e sui satelliti NASA NOAA-20 e NOAA-21, è in grado di estendere e migliorare le serie di misure iniziate dai suoi predecessori (AVHRR, MODIS e SeaWiFS). I dati VIIRS permettono la misurazione delle proprietà di strati nuvolosi e aerosol, colore e temperatura superficiale delle acque oceaniche, temperatura della superficie terrestre, movimento e temperatura dei ghiacci, incendi e albedo terrestre. I climatologi usano questi dati per approfondire la conoscenza del cambiamento climatico globale.

¹⁸ Il progetto **LANDSAT** della NASA è una serie di satelliti per il telerilevamento che hanno osservato la Terra per oltre 30 anni. Questi satelliti sono stati fondamentali per studiare l'ambiente, le risorse e i cambiamenti naturali e artificiali sulla superficie terrestre. I sensori dei satelliti LANDSAT variano a seconda del modello del satellite. Ad esempio, il primo satellite LANDSAT, lanciato il 23 luglio 1972, era equipaggiato con due strumenti per le osservazioni: un RBV (Return Beam Vidicon) e un MSS (Multi-Spectral Scanner). I satelliti LANDSAT-4 e LANDSAT-5 erano equipaggiati con un MSS e un MSS potenziato chiamato Thematic Mapper (TM). Il Landsat-6 era equipaggiato con un Enhanced Thematic Mapper (ETM), mentre il Landsat-7 portava un successivo step chiamato ETM+. Il Landsat-8 OLI (Operational Land Imager) e TIRS (Thermal Infrared Sensor), lanciato l'11 febbraio 2013, presenta 11 bande con l'aggiunta di una prima banda dell'ultra-blu (0.43-0.45 micrometri), una banda 9 utile per la visualizzazione delle nubi (1.36-1-38 micrometri) e la banda del termico viene scissa in due separate bande TIR1 (10.60-11.19 micrometri) e TIR2 (11.50-12.51 micrometri) con risoluzione a 100 metri.

¹⁹ Il Moderate-resolution Imaging Spectroradiometer, noto come **MODIS**, è uno strumento scientifico a bordo dei satelliti Terra ed Aqua della NASA, lanciati rispettivamente nel 1999 e nel 2002. Questi strumenti raccolgono dati in 36 bande spettrali, che vanno da 0,4 µm a 14,4 µm di lunghezza d'onda. La risoluzione spaziale varia tra le bande: due bande hanno una risoluzione di 250 m, cinque bande hanno una risoluzione di 500 m e ventinove bande hanno una risoluzione di 1 km. I sensori, a bordo delle missioni Terra ed Aqua, svolgono un ruolo fondamentale nel monitoraggio globale del nostro pianeta. Essi raccolgono dati preziosi, che vengono utilizzati per studiare una serie di fenomeni terrestri. Questi includono i cambiamenti nella copertura nuvolosa, il bilancio energetico del nostro pianeta, i processi negli oceani e sulla terraferma, e le dinamiche nella bassa atmosfera.

Tra le missioni commerciali, è opportuno menzionare:

Planet – operatore di satelliti ad alta e altissima risoluzione delle seguenti costellazioni:

- SkySat, una costellazione di 21 microsattelliti che acquisisce ogni giorno migliaia di chilometri quadrati di immagini con una risoluzione spaziale di 50 cm.
- PlanetScope, costellazione di satelliti composta da oltre 200 satelliti in grado di acquisire immagini di tutta le terre emerse ogni giorno a una risoluzione di 3 metri.

Satellologic – Satellologic ha lanciato la costellazione Aleph-1 che consiste in 38 satelliti ottici che acquisiscono immagini multi-spettrali a 99 cm di risoluzione. La risoluzione temporale delle immagini è di 7 passaggi giornalieri sulla stessa area.

Black Sky – offre immagini ad alta frequenza di acquisizione, ad altissima risoluzione temporale e bassa latenza di programmazione per il monitoraggio dei siti in tutto il mondo.

Capella – operatore di una costellazione di 36 satelliti SAR ad alta risoluzione spaziale e rivisita temporale.

Maxar – operatore satellitare che gestisce costellazioni di satelliti ottici ad altissima risoluzione quali WorldView-1-2-3-4, Geoeye 1 e IKONOS (non più operativo)

Airbus – operatore che gestisce costellazioni di satelliti ottici ad alta e altissima risoluzione quali Pléiades e Pléiades Neo

GHGSat – operatore globale leader nel monitoraggio satellitare di emissioni di gas serra, in particolare metano e anidride carbonica. La sua flotta consta di 12 satelliti attualmente in orbita.

Tutte queste piattaforme forniscono dati che sono complementari a quelli raccolti da Copernicus e dalle missioni italiane. Essi arricchiscono il corpus di informazioni disponibili per la ricerca scientifica, la gestione delle risorse naturali e la pianificazione delle politiche ambientali, fornendo una visione più completa e integrata delle dinamiche ambientali a livello globale.

2.6.2.1.1.1 Utilizzo di satelliti per la raccolta di dati globali

L'analisi dell'ecosistema terrestre richiede l'uso di tecnologie satellitari, che consentono di osservare il nostro pianeta da una prospettiva integrata. I satelliti in orbita hanno un ruolo chiave nella raccolta di dati a questa scala, stratificazione fondamentale per monitorare e comprendere le condizioni ambientali del nostro pianeta, sia a livello locale che globale. Essi coprono una vasta gamma di variabili ed applicazioni, tra cui:

- parametri atmosferici: sono dati relativi alle proprietà fisiche e chimiche dell'atmosfera, come la temperatura, la pressione, l'umidità, la concentrazione di gas serra e altri inquinanti, le nubi, i venti, ecc.;
- risorse idriche: sono dati relativi alle risorse idriche superficiali e sotterranee, come i livelli dei mari e dei laghi, la qualità dell'acqua, le precipitazioni, il ciclo idrologico, l'evapotraspirazione, ecc.;

- caratteristiche del suolo: sono dati relativi alle caratteristiche fisiche e biologiche del suolo, come l'uso del suolo, la copertura vegetale, la salute delle colture, l'erosione, la desertificazione, il contenuto di carbonio organico, ecc.;
- dinamiche del cambiamento climatico: sono dati relativi ai fenomeni climatici che influenzano il nostro pianeta, come l'innalzamento del livello del mare, lo scioglimento dei ghiacciai, le temperature globali e regionali, le anomalie climatiche, gli eventi estremi, ecc.
- movimenti del terreno: grazie a tecniche sofisticate di interferometria radar, è possibile monitorare deformazioni anche minime del terreno con diversi scopi quali, ad esempio, il monitoraggio delle frane, delle infrastrutture critiche, dei beni culturali nonché il monitoraggio di vulcani o le analisi in caso di eventi sismici
- sorveglianza marittima: grazie alla capacità di acquisizioni sistematiche e su vaste aree è possibile identificare eventi di sversamento di olio in mare, segnalare il probabile inquinatore per accertamenti nonché controllare le altre attività antropiche in mare quali ad esempio la pesca o l'acquacoltura.
- abusivismo e illeciti ambientali: grazie alla elevata frequenza di rivisitazione di alcuni sistemi satellitari, è possibile documentare situazioni di abusivismo o illeciti ambientale (ad es. siti abusivi di discarica) attraverso tecniche di *change detection* e verifica con banche dati ufficiali (ad es. catasto fabbricati)
- risposta alle emergenze: grazie alla capacità di acquisire dati ovunque e con brevissimo preavviso, i sistemi satellitari sono in grado di fornire rapidamente una mappatura dei danni e dello stato delle infrastrutture critiche in seguito a disastri naturali o causati dall'uomo. Sono anche in grado di fornire le informazioni necessarie alla pianificazione degli interventi di risposta all'emergenza nonché supportare il monitoraggio delle successive fasi di ricostruzione.

Grazie a questi strumenti in orbita, è possibile raccogliere e interpretare i dati ambientali globali con maggiore precisione e frequenza. Nel proseguo del documento verranno approfondite le varie tipologie di dati globali satellitari e le loro applicazioni.

Monitoraggio atmosferico

Nel campo del **monitoraggio atmosferico**, l'uso di satelliti assume un ruolo di rilievo. Gli strumenti di rilevamento a bordo sono altamente sofisticati e specializzati, fornendo dati essenziali su una vasta gamma di elementi atmosferici. Questi dati contribuiscono non solo a una comprensione più profonda dei meccanismi che influenzano i cambiamenti climatici a livello globale, ma offrono anche informazioni cruciali per la modellazione climatica, la previsione meteorologica e la valutazione dell'impatto ambientale. Attraverso tali sensori, è possibile effettuare un monitoraggio accurato di fenomeni quali la concentrazione di gas serra, le fluttuazioni di temperatura e umidità, e le particelle atmosferiche, fornendo un quadro dettagliato e complesso dell'atmosfera terrestre.

- **Concentrazione di gas serra:** un aspetto fondamentale è la misurazione della concentrazione di gas serra nell'atmosfera terrestre, tra cui il biossido di carbonio (CO₂) e il metano (CH₄). Questi gas sono responsabili dell'effetto serra, che contribuisce al riscaldamento globale. I satelliti offrono dati continui e in tempo reale su queste concentrazioni, consentendo agli scienziati di monitorare le emissioni e valutare l'impatto sui cambiamenti climatici;

- **valutazione dell'effetto serra:** grazie ai dati satellitari, è possibile effettuare una sorveglianza accurata dell'effetto serra. Questo fenomeno è cruciale per la regolazione della temperatura sulla Terra. Misurando come i gas serra trattenuti nell'atmosfera influenzino il flusso di energia, possiamo comprendere meglio il riscaldamento globale e prevedere i cambiamenti climatici futuri;
- **previsioni meteorologiche e climatiche:** i satelliti sono essenziali per la previsione del tempo e del clima. Monitorano costantemente parametri atmosferici come temperatura, umidità, pressione atmosferica e vento. Questi dati sono fondamentali per creare modelli meteorologici e climatici precisi, che costituiscono la base delle previsioni a breve e lungo termine. In questo modo, i satelliti ci aiutano a preparararci per eventi meteorologici estremi e a comprendere meglio le tendenze climatiche;
- **osservazione delle calotte di ghiaccio:** i satelliti forniscono dati preziosi anche sull'evoluzione delle calotte di ghiaccio, non solo polari ma anche su altre regioni del pianeta. Questi dati sono cruciali per comprendere l'innalzamento del livello del mare, uno dei principali impatti dei cambiamenti climatici. Oltre alle calotte polari, il monitoraggio include anche le regioni montuose e le aree con presenza di ghiaccio, contribuendo a una comprensione più completa delle dinamiche del ghiaccio sulla Terra;
- **l'analisi delle temperature superficiali** della crosta terrestre, degli oceani e di altri corpi idrici, basata su dati satellitari, rappresenta un elemento chiave per lo studio avanzato dei fenomeni climatici globali. Questa metodologia fornisce anche un meccanismo rigoroso per la sorveglianza continua delle condizioni ambientali a livello globale;
- **monitoraggio globale delle temperature:** i satelliti forniscono una visione completa delle variazioni di temperatura superficiali su scala globale. Questi strumenti ci permettono di monitorare con precisione le temperature sia della superficie terrestre che degli oceani. Questi dati consentono di rilevare anomalie termiche e identificare i cambiamenti climatici in atto. Ad esempio, possono aiutare a individuare le regioni che si stanno riscaldando più rapidamente rispetto ad altre;
- **rilevamento dell'innalzamento delle temperature marine:** uno degli impatti più evidenti dei cambiamenti climatici è l'innalzamento delle temperature marine. I satelliti giocano un ruolo cruciale nel monitorare questa tendenza. L'aumento delle temperature dei mari ha una serie di conseguenze, tra cui lo scioglimento dei ghiacci, l'acidificazione degli oceani e l'alterazione degli ecosistemi marini. Il monitoraggio satellitare ci fornisce dati accurati e in tempo reale su questi cambiamenti;
- **influenza sugli ecosistemi marini:** le variazioni delle temperature marine influenzano direttamente gli ecosistemi marini. Possono portare a spostamenti nella distribuzione delle specie marine, con impatti sulla pesca e sulla biodiversità marina. Inoltre, temperature marine più elevate possono favorire lo sviluppo di eventi meteorologici estremi, come uragani e cicloni tropicali. Il monitoraggio delle temperature superficiali del mare ci aiuta a comprendere meglio queste dinamiche e ad adottare misure di conservazione marine;
- **monitoraggio delle temperature superficiali terrestri:** oltre alle temperature marine, i satelliti forniscono dati sul riscaldamento della superficie terrestre. Questo è di fondamentale importanza per la comprensione dei cambiamenti climatici a livello globale. Il riscaldamento del suolo può influenzare la vegetazione, i cicli dell'acqua e persino i modelli di distribuzione delle

malattie. Il monitoraggio costante delle temperature superficiali del suolo ci aiuta a identificare le regioni più colpite e a studiare le loro interazioni con l'ambiente circostante;

- **previsioni meteorologiche e climatiche:** i dati sulle temperature superficiali terrestri e marine sono fondamentali per la previsione del tempo e del clima. Questi dati alimentano i modelli meteorologici e climatici, consentendo di anticipare eventi meteorologici estremi e di comprendere le tendenze climatiche a lungo termine. In questo modo, i satelliti ci aiutano a prepararci per situazioni meteorologiche avverse e a sviluppare strategie di adattamento ai cambiamenti climatici;
- **monitoraggio delle risorse idriche** è un aspetto cruciale dell'utilizzo dei satelliti per raccogliere dati globali. L'acqua è una risorsa essenziale per la vita sulla Terra, e il suo accesso e la sua distribuzione adeguati sono fondamentali per l'ecosistema terrestre e la sopravvivenza umana;
- **misurazione dei livelli dei mari:** i satelliti equipaggiati con sensori radar sono in grado di misurare con precisione i livelli dei mari. Questi dati sono di fondamentale importanza per comprendere i cambiamenti nell'innalzamento del livello del mare, che è uno degli effetti più evidenti dei cambiamenti climatici in corso. Monitorando costantemente le variazioni dei livelli dei mari, possiamo valutare il rischio di inondazioni costiere e pianificare misure di adattamento;
- **osservazione dei ghiacciai:** i satelliti sono anche utilizzati per monitorare i ghiacciai e le calotte di ghiaccio nelle regioni polari e montuose. Questi dati forniscono informazioni preziose sulla dinamica di scioglimento dei ghiacciai e sull'apporto di acqua dolce agli oceani. Ciò è di particolare importanza per valutare gli impatti dell'innalzamento del livello del mare e la disponibilità di acqua dolce nelle regioni costiere;
- **monitoraggio delle precipitazioni:** i satelliti forniscono anche dati cruciali sulle precipitazioni in tutto il mondo. Queste informazioni sono utilizzate per valutare la disponibilità di acqua dolce nelle diverse regioni del pianeta. Possono aiutare nella previsione delle piogge, nella gestione delle risorse idriche agricole e nella prevenzione delle carestie;
- **gestione delle sorgenti d'acqua dolce:** il monitoraggio delle risorse idriche è fondamentale anche per la gestione sostenibile delle sorgenti d'acqua dolce. Le informazioni fornite dai satelliti consentono di valutare la quantità e la qualità dell'acqua presente nei fiumi, nei laghi e negli acquiferi. Questo è essenziale per garantire un approvvigionamento idrico sicuro per le comunità umane e la biodiversità;
- **risposta alle crisi idriche:** I satelliti sono strumenti chiave nella risposta alle crisi idriche. Possono rilevare rapidamente cambiamenti nei livelli dei fiumi e nelle condizioni delle risorse idriche in seguito a eventi come siccità o inondazioni. Queste informazioni sono preziose per coordinare le operazioni di soccorso e mitigare gli impatti delle crisi idriche;
- **conservazione degli ecosistemi acquatici:** il monitoraggio delle risorse idriche è essenziale anche per la conservazione degli ecosistemi acquatici. Fornisce dati sulla temperatura dell'acqua, la torbidità e la salinità, che influenzano la vita marina e lacustre. Queste informazioni sono fondamentali per la gestione delle aree marine protette e la conservazione delle specie marine.

Monitoraggio del suolo e della vegetazione

Un altro campo in cui i satelliti svolgono un ruolo di grande rilevanza è il **monitoraggio della composizione chimico-fisica del suolo e della vegetazione** circostante. Queste informazioni sono fondamentali per comprendere l'ambiente terrestre, la biodiversità e l'impatto delle attività umane sulla terra.

- **Analisi del Suolo:** i satelliti utilizzano sensori iperspettrali avanzati per analizzare la composizione chimica e fisica del suolo terrestre. Questi sensori possono rilevare la presenza di sostanze specifiche nel suolo, come nutrienti, metalli pesanti o contaminanti. Questi dati sono essenziali per la gestione agricola, la valutazione della qualità del suolo e la prevenzione della contaminazione;
- **valutazione della vegetazione:** oltre all'analisi del suolo, i satelliti forniscono informazioni dettagliate sulla vegetazione circostante. I sensori possono rilevare la salute delle piante, la copertura vegetale e il tasso di fotosintesi. Questi dati sono utilizzati per monitorare la biodiversità, valutare l'impatto delle attività agricole e forestali e prevenire la deforestazione;
- **rilevamento della deforestazione:** i satelliti sono strumenti efficaci per il rilevamento della deforestazione. Possono individuare rapidamente le aree in cui vengono abbattute alberi e vegetazione. Queste informazioni sono cruciali per la conservazione delle foreste tropicali, che svolgono un ruolo fondamentale nell'assorbimento di carbonio e nella mitigazione dei cambiamenti climatici;
- **gestione delle risorse naturali:** la conoscenza dettagliata della composizione chimico-fisica del suolo e della vegetazione è fondamentale per la gestione sostenibile delle risorse naturali. Ad esempio, i dati satellitari possono essere utilizzati per ottimizzare l'uso dei terreni agricoli, prevenire l'erosione del suolo e garantire la conservazione degli habitat naturali;
- **impatto delle attività umane:** i satelliti permettono di monitorare l'impatto delle attività umane sull'ambiente. Possono rilevare l'espansione delle aree urbane, la deforestazione causata dall'agricoltura o dall'industria forestale e la contaminazione del suolo dovuta a processi industriali. Queste informazioni sono fondamentali per la pianificazione urbana sostenibile e la tutela dell'ambiente;
- **conservazione della biodiversità:** il monitoraggio della vegetazione e del suolo è di grande importanza per la conservazione della biodiversità. Fornisce dati sulla salute degli ecosistemi terrestri e sulla presenza di specie vegetali rare o minacciate. Queste informazioni sono utilizzate per la creazione di aree protette e la conservazione della diversità biologica;
- **monitoraggio dei cambiamenti climatici** globali è un aspetto fondamentale dell'utilizzo dei satelliti per raccogliere dati a livello globale. Questi strumenti spaziali forniscono informazioni preziose per comprendere l'evoluzione del clima sulla Terra, valutare gli impatti dei cambiamenti climatici e sviluppare strategie di mitigazione;
- **valutazione dei modelli climatici:** i dati satellitari sono fondamentali per la valutazione dei modelli climatici. Confrontando le previsioni dei modelli con le osservazioni effettive raccolte dai satelliti, gli scienziati possono migliorare la precisione delle previsioni future. Questo è essenziale per comprendere come il clima potrebbe evolversi e adattarsi alle sfide dei cambiamenti climatici;
- **rilevamento degli impatti degli incendi forestali:** i satelliti sono in grado di rilevare gli incendi forestali e monitorarne gli impatti. Queste informazioni sono cruciali per valutare come gli

incendi influenzino la copertura terrestre, le emissioni di gas serra e la qualità dell'aria. Possono anche aiutare nella gestione e prevenzione degli incendi;

- **studi sugli impatti dei cambiamenti climatici sulla biodiversità:** i satelliti forniscono dati sulla copertura terrestre e vegetazione. Queste informazioni sono utilizzate per studiare come i cambiamenti climatici influenzano la distribuzione delle specie e gli ecosistemi. Possono aiutare nella conservazione della biodiversità e nella gestione delle aree protette;
- **rilevamento della perdita di ghiaccio polare:** i satelliti sono strumenti essenziali per osservare la perdita di ghiaccio nelle regioni polari. Questo fenomeno è un indicatore chiave dei cambiamenti climatici, poiché è direttamente correlato all'aumento delle temperature globali. Monitorando costantemente lo scioglimento dei ghiacciai e delle calotte di ghiaccio, possiamo valutare il contributo di queste regioni all'innalzamento del livello del mare;
- **andamento delle temperature globali:** i satelliti forniscono una visione completa delle variazioni delle temperature superficiali del suolo e dei mari in tutto il mondo. Questi dati consentono di monitorare l'aumento delle temperature globali, una delle manifestazioni più evidenti dei cambiamenti climatici. Possono anche aiutare a identificare le regioni che si riscaldano più rapidamente, contribuendo alla comprensione dei pattern climatici.

Monitoraggio delle deformazioni del terreno

- **analisi dei movimenti del terreno:** tramite i satelliti con sensori SAR è possibile effettuare analisi storiche e monitoraggi dei movimenti del terreno nelle aree critiche. I dati SAR vengono processati attraverso tecniche interferometriche che, per mezzo di algoritmi dedicati, permettono di mettere in evidenza le deformazioni subite dal terreno e dalle strutture esposte nel periodo di tempo considerato. È quindi possibile seguire nel tempo l'evoluzione delle deformazioni per identificare trend anomali e prevenire eventi catastrofici.
- **zone di deformazione omogenea:** processando i dati interferometrici derivati dall'analisi dei dati SAR, è possibile individuare aree di deformazione omogenea che aiutino nell'interpretazione corretta dell'analisi delle deformazioni. Vengono quindi realizzate mappature poligonali che evidenziano le aree a maggiore rischio.

Supporto alle emergenze

I dati telerilevati di Osservazione della Terra, grazie all'approccio multi-sensore (Ottico, Radar ad apertura sintetica e Multispettrale) e multipiattaforma (satellite, aereo, drone), sono un input importante a supporto di diverse fasi di gestione del rischio partendo dalla fase di prevenzione, passando per quella dell'emergenza fino alla fase di valutazione danni, monitoraggio evento e ripristino della situazione di normalità. Le tecniche di supporto alle emergenze, applicate ai dati satellitari e supportate da dati ancillari relativi a vulnerabilità, pericolosità, accessibilità dell'area impattata dall'evento, rendono possibile la creazione di prodotti utili a determinare la fisionomia dell'evento, il suo impatto e a governare gli interventi in campo in caso di eventi quali:

- **accessibilità dell'area colpita:** In fase di emergenza si aggiunge la necessità di conoscere l'effettiva accessibilità di una determinata area per cui il grafo di base potrebbe essere bloccato o irrimediabilmente danneggiato. L'identificazione da satellite di blocchi stradali (es. macerie,

alberi caduti) o danni, quali ad esempio ponti crollati o inutilizzabili, supporta la creazione di mappe di accessibilità per l'intervento dei mezzi di soccorso.

- **delimitazione dell'evento occorso:** mappatura dell'estensione del danno tramite le informazioni derivate dalle immagini satellitari pre e post-evento che vengono interpretate per comprendere la dinamica dell'evento stesso e l'impatto sull'area colpita;
- **identificazione e valutazione dei danni:** l'analisi congiunta di dati satellitari pre e post-evento, consente di valutare l'entità del danno subito dall'area esposta (danneggiamento o perdita di infrastrutture, allagamenti, danni al tessuto edificato, ecc.). Questa analisi risulta particolarmente utile per orientare le azioni di pianificazione della ricostruzione del territorio colpito.

Sorveglianza marittima

- **tracciamento navi:** grazie all'elevata frequenza di revisita e ai ridotti tempi di distribuzione delle immagini delle costellazioni satellitari commerciali, i satelliti sono in grado di monitorare, efficacemente e in modo costante sia di giorno che di notte le rotte seguite dalle navi, soprattutto quelle che trasportano carichi ad elevato rischio di impatto ambientale, tipo petroliere, e che non vengono tracciate tramite sistemi AIS.
- **fuoriuscita di petrolio in mare:** come sopra accennato, la capacità dei satelliti di monitorare le navi consente anche di rilevare in tempo brevissimo (pochi minuti dopo l'acquisizione satellitare) gli sversamenti di petrolio in mare. Questi eventi possono essere provocati da collisioni o da atti volontari (ad esempio il lavaggio delle cisterne), provocando in ogni caso gravi danni all'ecosistema marino. È fondamentale quindi rilevarli in tempo utile a mettere in campo azioni di contenimento.
- **stima dimensioni sversamento:** tramite l'uso di dati satellitari e di modelli previsionali, sulla base dell'evento di sversamento, delle condizioni atmosferiche e delle previsioni meteorologiche, è possibile stimare la velocità e l'estensione della fuoriuscita e, di conseguenza, mettere in atto tempestivamente azioni di contenimento mirate. È possibile, sulla base di queste simulazioni, effettuare anche mappe di stima del danno potenziale, incrociando i dati di esposizione e vulnerabilità delle aree esposte.
- **acque di grande valore ecosistemico:** i satelliti, grazie alla varietà di sensori disponibili, sono in grado di rilevare e monitorare il livello qualitativo delle acque ad elevato valore ecosistemico, come ad esempio specchi d'acqua in riserve naturali, lagune, ecc.

Abusivismo e Illeciti ambientali

- **sversamenti e discariche abusivi:** tramite le informazioni satellitari derivate dai vari sensori disponibili, è possibile evidenziare gli episodi di sversamento e abbandono abusivo di rifiuti al suolo o in acqua e di monitorarne l'andamento in termini di estensione dell'area di sversamento/discarica e di quantità del materiale sversato abusivamente. Questo consente rapidi e focalizzati interventi in sito da parte degli enti preposti e, quindi, un controllo più efficace e continuo del territorio di competenza.
- **cambiamenti di uso del suolo:** I cambiamenti nell'uso del suolo, determinati sia da attività antropiche che da fenomeni naturali, rappresentano un'informazione imprescindibile per moltissimi servizi di natura geospaziale, primi fra tutti quelli dedicati al supporto alle emergenze.

Il satellite permette infatti di monitorare in modo rapido i cambiamenti al suolo che possono introdurre fattori di rischio per l'insorgere di eventi dannosi o che possono modificare il quadro della vulnerabilità di una porzione di territorio e, quindi, rendere il rischio nell'area più o meno elevato in caso di evento catastrofico. I monitoraggi possibili da satellite variano a seconda della tipologia di sensore utilizzato, le acquisizioni dei dati di base vanno perciò studiate in base allo scopo del monitoraggio.

edificazione abusiva: i satelliti attualmente disponibili, in particolare quelli ottici a maggiore risoluzione spaziale, sono in grado di permettere il monitoraggio dell'edificazione abusiva. Grazie all'incrocio dei dati telerilevati con le risultanze delle C.T.R. vengono individuati gli edifici di nuova edificazione, seguente alla data di aggiornamento della cartografia tecnica. Il confronto con la cartografia catastale permette inoltre di evidenziare gli edifici la cui presenza non risulta registrata al Catasto e, di conseguenza, la cui edificazione può aver comportato un abuso edilizio. Utilizzando dati ad altissima risoluzione è possibile rilevare anche la presenza di eventuali parti abusive di edifici esistenti, come ampliamenti, sopraelevazioni, ecc.).

2.6.2.1.1.2 Tipologie di dati satellitari (immagini, dati di osservazione)

Nell'ambito del telerilevamento satellitare, è fondamentale comprendere le diverse caratteristiche dei dati satellitari. Queste informazioni forniscono una base essenziale per sfruttare appieno il potenziale di tali dati nell'ambito dell'Osservazione della Terra e del monitoraggio territoriale e ambientale. Nel seguente paragrafo, verranno esplorate in dettaglio le varie caratteristiche dei dati satellitari, fornendone una panoramica completa e permettendo di comprendere meglio come tali informazioni possono essere utilizzate nello specifico contesto.

Le **modalità di acquisizione** dei dati satellitari sono strettamente legate al tipo di sensore impiegato. I sensori variano notevolmente in base alla tecnologia e alle lunghezze d'onda che sono in grado di rilevare. Il Radar ad Apertura Sintetica (Synthetic Aperture Radar – SAR) è un tipo di sensore attivo che emette il proprio segnale, sotto forma di onde elettromagnetiche in diverse bande delle microonde, e misura il ritorno del segnale al sensore dopo essere stato riflesso dalla superficie terrestre. Questo tipo di sensori ha la capacità di penetrare attraverso le nuvole, permettendo la raccolta di dati indipendentemente dalle condizioni atmosferiche. Questa caratteristica rende i sensori SAR particolarmente utili per il monitoraggio di fenomeni naturali come terremoti, frane o inondazioni. D'altro canto, i sensori ottici sono sensori passivi che rilevano la radiazione elettromagnetica riflessa o emessa dalla superficie terrestre nelle bande del visibile o dell'infrarosso. Questi sensori possono essere limitati da ostacoli come nuvole e nebbia, che possono ridurre la qualità e la quantità dei dati acquisiti. Tuttavia, i sensori ottici sono estremamente utili per applicazioni come l'agricoltura o l'osservazione della vegetazione, dove le lunghezze d'onda del visibile e dell'infrarosso possono fornire informazioni preziose sullo stato di salute delle piante.

La **risoluzione spaziale** è un concetto fondamentale nell'ambito del telerilevamento satellitare. Essa si riferisce alla dimensione di campionamento dell'unità di terreno che il sensore a bordo del satellite è in grado di acquisire, determinando così il livello di dettaglio dell'immagine. Sostanzialmente – e

semplificando – si può associare alla dimensione del pixel (*pixel spacing*). Nell'ambito dei satelliti ottici, esistono satelliti commerciali ad altissima risoluzione (ad es. WorldView-3) in grado di catturare dettagli nell'ordine dei 30 centimetri. Questo livello di risoluzione spaziale è particolarmente utile per applicazioni che richiedono una mappatura dettagliata di elementi territoriali o un monitoraggio ambientale di piccole aree, ad esempio in seguito a un disastro naturale. Grazie a questa risoluzione, è possibile osservare dettagli molto precisi, come singoli alberi o edifici, rendendo questi dati preziosi per studi urbani, forestali o agricoli. D'altra parte, satelliti come il MODIS hanno una risoluzione spaziale più bassa (diverse centinaia di metri) che – anche se a prima vista potrebbe sembrare un limite – li rende particolarmente adatti per analisi ambientali e climatiche su larga scala. Infatti, la loro capacità di coprire ampie aree in una singola acquisizione – unita ad una elevata risoluzione temporale – permette di monitorare fenomeni globali come le variazioni della temperatura terrestre o l'estensione dei ghiacciai.

La **risoluzione temporale** (o *revisit*) è una caratteristica fondamentale dei dati satellitari, che indica la frequenza con cui un satellite osserva la stessa area del pianeta. Questa frequenza dipende dalle caratteristiche del sensore (Field of View - FOV), dall'altitudine del satellite (che, combinata con il FOV, ne determina lo *swath*), dall'orbita del satellite e – nel caso di costellazioni – dalla loro numerosità e può variare da poche ore a diversi giorni. La risoluzione temporale ha un impatto significativo sulle applicazioni dei dati satellitari, in quanto determina la capacità di monitorare i cambiamenti che avvengono sulla superficie terrestre ad elevata frequenza.

Ad oggi esistono costellazioni di satelliti ottici (ad es. Black Sky) e SAR (ad es. COSMO-SkyMed) che sono in grado di offrire molteplici opportunità di acquisizione di uno stesso target nell'arco della stessa giornata. Questo tipo di satelliti ha una risoluzione temporale alta, il che li rende molto utili per monitorare fenomeni in rapida evoluzione, come incendi, inondazioni, eruzioni vulcaniche o eventi meteorologici estremi. Questi satelliti possono fornire dati aggiornati e tempestivi, che possono essere usati per prevenire o gestire le emergenze.

Altri satelliti come Landsat, Sentinel-2, Sentinel-1, Planet hanno una risoluzione temporale più alta (da uno a diversi giorni) il che li rende meno adatti per monitorare fenomeni dinamici, ma più adatti per studi a lungo termine. Questi satelliti possono fornire dati storici e statistici, che possono essere usati per analizzare le tendenze e i fenomeni ambientali su larga scala.

In aggiunta alla risoluzione temporale, è opportuno valutare altri parametri quali ad esempio la sistematicità o meno delle acquisizioni. Tipicamente i sistemi satellitari ad elevata risoluzione temporale operano in modalità *on demand*, ovvero acquisiscono dati solo in presenza di una richiesta di un utente o cliente e hanno l'obiettivo di essere flessibili in modo da acquisire immagini anche con poco preavviso. I sistemi satellitari a più basso *revisit* generalmente operano su piani di acquisizione prestabiliti e hanno l'obiettivo di costruire archivi di dati basati su acquisizioni sistematiche e ripetitive (nel caso SAR, anche con caratteristiche interferometriche) per alimentare le successive fasi di analisi e monitoraggio.

La **risoluzione spettrale** è una caratteristica importante dei dati satellitari, sia ottici che radar (SAR). Nel caso di dati satellitari ottici, la risoluzione spettrale indica il tipo e la gamma di radiazione elettromagnetica che il sensore a bordo di un satellite può rilevare. La radiazione elettromagnetica si propaga sotto forma di onde, che hanno diverse lunghezze d'onda. La luce visibile, quella che possiamo percepire con i nostri occhi, è solo una piccola parte dello spettro elettromagnetico, che comprende anche altre lunghezze d'onda, come l'infrarosso vicino, l'infrarosso medio, ecc. A seconda del tipo di sensore, un satellite può rilevare solo la luce visibile o anche altre lunghezze d'onda, nonché può essere in grado di rilevare moltissime bande diverse ciascuna costituita da piccolissime porzioni dello spettro elettromagnetico come nel caso dei sensori iperspettrali. Questo ha un impatto significativo sulle applicazioni dei dati satellitari, in quanto diverse lunghezze d'onda possono fornire informazioni diverse sul nostro pianeta. Ad esempio, le diverse bande dell'infrarosso possono rivelare informazioni sulla temperatura e sulla salute delle piante, che la luce visibile non può. Questo è fondamentale per applicazioni come l'agricoltura, dove si può monitorare lo stato delle colture e il loro fabbisogno idrico.

Nell'ambito del telerilevamento SAR, i sensori si caratterizzano per la banda delle microonde utilizzata per emettere il segnale e registrarne il ritorno. Le bande più utilizzate sono la X (ad es. COSMO-SkyMed), la C (ad es. Sentinel-1) e la L (SAOCOM). Le diverse bande hanno diverse lunghezze d'onda e pertanto diversa capacità di penetrazione e interazione con gli oggetti presenti sulla superficie terrestre.

L'**accuratezza geometrica** è un elemento essenziale per la qualità di un'immagine o di un set di dati satellitari. Essa indica quanto la posizione dei pixel nell'immagine sia coerente con le coordinate reali sulla superficie terrestre. L'accuratezza geometrica può essere alterata da vari fattori, come l'angolazione del satellite, le distorsioni atmosferiche, gli errori di misura o di calcolo. L'accuratezza geometrica è indispensabile in applicazioni come la pianificazione urbana, dove piccoli errori possono avere grandi conseguenze. Ad esempio, l'accuratezza geometrica può influenzare la definizione dei confini delle proprietà, la progettazione delle infrastrutture, la gestione del traffico o la prevenzione dei rischi.

La **calibrazione radiometrica** riveste un ruolo di primaria importanza nel trattamento dei dati satellitari nell'ambito del telerilevamento ottico. Questo processo consente di trasformare i dati grezzi, che sono spesso in forma digitale, in misure fisiche come la radianza o la riflettanza. La radianza è una misura dell'intensità della radiazione elettromagnetica che un oggetto emette o riflette, mentre la riflettanza è una misura della frazione di radiazione incidente che un oggetto riflette. Entrambe queste misure sono fondamentali per l'interpretazione dei dati satellitari. La calibrazione radiometrica è un passaggio essenziale per rendere i dati utili per scopi scientifici. Senza di essa, i dati grezzi sarebbero solo numeri senza un significato fisico preciso. La calibrazione radiometrica permette di confrontare i dati provenienti da diversi satelliti o acquisiti in momenti diversi, garantendo così la coerenza e l'affidabilità dei dati. Inoltre, la calibrazione radiometrica è fondamentale per garantire che i dati provenienti da diversi satelliti siano comparabili tra loro. Infatti,

ogni satellite ha le sue specifiche tecniche e i suoi sensori possono avere caratteristiche diverse. La calibrazione radiometrica permette di correggere le differenze tra i sensori e di standardizzare i dati, rendendo possibile il confronto e l'integrazione dei dati provenienti da diversi satelliti.

Dopo l'elaborazione dei "dati raw"²⁰, i dati satellitari vengono forniti in vari **formati**, tra cui GeoTIFF, HDF e NetCDF. Questi formati sono scelti in base alle specifiche esigenze dell'utente e all'applicazione prevista per i dati. Ad esempio, il formato GeoTIFF è ampiamente utilizzato per le immagini satellitari, mentre HDF e NetCDF sono ideali per gestire grandi volumi di dati multidimensionali. Per garantire l'interoperabilità e l'integrazione con altri tipi di dati, è fondamentale che i dati si conformino a standard internazionali. Il Committee on Earth Observation Satellites (CEOS), ad esempio, ha stabilito una serie di standard per facilitare lo scambio e l'utilizzo dei dati satellitari tra diverse agenzie e organizzazioni.

L'**accesso ai dati satellitari** è regolato da diverse politiche, che dipendono dalla fonte e dalla qualità dei dati. Alcuni dati, come quelli forniti dai programmi Landsat o Copernicus, sono accessibili gratuitamente a tutti gli utenti, in quanto rientrano in iniziative istituzionali di Osservazione della Terra. Altri dati, invece, possono avere dei costi associati, specialmente se si richiedono dati ad alta risoluzione spaziale o temporale, che richiedono tecnologie più avanzate e una maggiore frequenza di acquisizione. Questi dati sono spesso forniti da operatori commerciali o da agenzie spaziali nazionali, che possono applicare diverse tariffe o restrizioni per l'accesso ai dati

2.6.2.1.1.3 Geospatial Pipeline Templates per supporto applicazioni SIM

I Geospatial Pipeline Templates rappresentano una serie di flussi di lavoro (o "pipeline") preconfigurati, utilizzati per automatizzare e standardizzare le analisi geospaziali tematiche. Questi template sono progettati per essere facilmente parametrizzati e riutilizzabili, adattandosi a diversi scenari e necessità nell'ambito della gestione delle emergenze e dell'osservazione territoriale.

Funzionalità e Applicazione

Come rappresentato nel precedente diagramma, i Geospatial Pipeline Templates sono suddivisi in categorie tematiche che coprono un ampio spettro di analisi geospaziali:

- **Aree Rischio:** questo template si focalizza sull'identificazione e sulla visualizzazione delle aree a rischio di eventi naturali come alluvioni o terremoti;
- **rete osservazioni e SAR Processing:** raccoglie e elabora i dati provenienti da sensori remoti e satelliti, utilizzando tecniche di Remote Sensing e SAR (Synthetic Aperture Radar) per monitorare le condizioni attuali del territorio;

²⁰ Il termine "raw data" si riferisce alle informazioni direttamente acquisite dai sensori dei satelliti. Questi dati non sono stati ancora sottoposti a nessun tipo di elaborazione e possono contenere rumore di fondo, distorsioni e altre anomalie. I dati raw possono essere costituiti da misure di energia elettromagnetica emessa, riflessa o trasmessa da oggetti sulla superficie terrestre. Questi dati vengono poi elaborati per correggere eventuali errori o distorsioni e convertiti in un formato utilizzabile per l'analisi e l'interpretazione.

- **idrologia e probabilità pluviometrica:** analizza i pattern idrologici e le probabilità di precipitazioni, fondamentali nella previsione di inondazioni e nella gestione delle risorse idriche;
 - **variabili meteo e mappe tematiche:** integra dati meteorologici con informazioni geografiche per produrre mappe tematiche che possono evidenziare fenomeni come la siccità o gli sbalzi termici;
- percorsi di emergenza:** specificamente progettato per situazioni di crisi, questo template genera mappe con percorsi di evacuazione, indicando le vie più sicure per allontanarsi dalle aree colpite da disastri naturali.

Implementazione e Riutilizzo

La struttura modulare dei template permette agli operatori di selezionare e configurare i vari componenti in base alle specifiche esigenze del progetto. Ad esempio, per il template "Percorsi di Emergenza", il processo inizia con la selezione dell'area di interesse e prosegue con l'integrazione dei dati SAR, meteo e idrologici per determinare le aree più sicure. Infine, si procede con la generazione delle mappe che includono percorsi di evacuazione dettagliati.

Per l'implementazione delle pipeline viene utilizzato anche il software open source **WhiteboxTools**, una libreria Python per il geoprocessing avanzato, che include più di 400 funzioni per l'analisi GIS e del telerilevamento e per la manipolazione di dati geospaziali (raster, vettoriali e LiDAR).

Benefici dei Geospatial Pipeline Templates

- **Efficienza:** riducono il tempo di sviluppo grazie a flussi di lavoro preconfigurati che possono essere rapidamente adattati;
- **consistenza:** assicurano l'uniformità nelle analisi, migliorando la comparabilità dei dati e la precisione delle valutazioni;
- **scalabilità:** possono essere utilizzati su diverse scale, da aree locali a regioni più vaste, mantenendo l'affidabilità delle analisi;
- **riusabilità:** grazie alla loro natura modulare, possono essere impiegati in diversi contesti e per molteplici tipi di analisi tematica.

La realizzazione di una pipeline da un template geospaziale richiede l'orchestrazione di diversi servizi della piattaforma GIS a disposizione del SIM, che seguono gli standard dell'Open Geospatial Consortium (OGC) per assicurare l'interoperabilità e il corretto scambio di dati.

Di seguito c'è una descrizione, ad alto livello, usando come esempio il template dei "Percorsi di Emergenza" tramite l'uso dei servizi GIS SIM:

Selezione dell'Area e Raccolta Dati Iniziali:

- utilizzo del servizio Web Map Service (WMS) della piattaforma GIS per visualizzare mappe di base e selezionare l'area di interesse
- impiego del Web Feature Service (WFS) per acquisire dati vettoriali relativi all'area selezionata, come strade, edifici e altre infrastrutture critiche.

Analisi Idrologica e Meteorologica:

- sfruttamento del Web Coverage Service (WCS) per scaricare raster idrologici e metereologici, come livelli di precipitazione o modelli di deflusso superficiale.
- Integrazione di dati da sensori o satelliti tramite il Sensor Observation Service (SOS) per includere osservazioni in tempo reale che possono influenzare i percorsi di evacuazione.

Elaborazione e Analisi dei Dati:

- utilizzo del servizio di Processing Service (WPS) per eseguire analisi spaziali, come l'identificazione delle aree inondabili o la valutazione della vulnerabilità delle infrastrutture.
- applicazione di algoritmi di network analysis per definire i percorsi ottimali di evacuazione tenendo conto dei dati raccolti e analizzati.

Visualizzazione e Generazione di Mappe di Evacuazione:

- richiamo nuovamente del WMS per creare una rappresentazione visiva delle mappe di evacuazione con sovrapposizione delle aree a rischio e dei percorsi suggeriti.
- Tramite il Web Map Tile Service (WMTS) vengono generate le tiles di mappa ottimizzate per una rapida visualizzazione e navigazione.

Pubblicazione e Condivisione:

- pubblicazione delle mappe di evacuazione finali utilizzando il servizio Catalog Service for the Web (CSW) per facilitare la ricerca e la condivisione dei risultati all'interno di cataloghi geospaziali.
- Implementazione di un Web Map Context (WMC) per salvare e condividere lo stato della visualizzazione della mappa, che include layers e estensioni geografiche, per assicurare che gli utenti finali vedano le mappe come inteso dagli analisti.

In tutto questo processo, la **Geospatial Platform** integra i sistemi di base della piattaforma GIS SIM, in particolare GeoServer e/o ArcGIS Server, che forniscono i servizi OGC. Questi sistemi supportano l'esecuzione di script o modelli predefiniti utili per le "pipeline" di analisi.

Il diagramma di sequenza seguente mostra graficamente il processo.

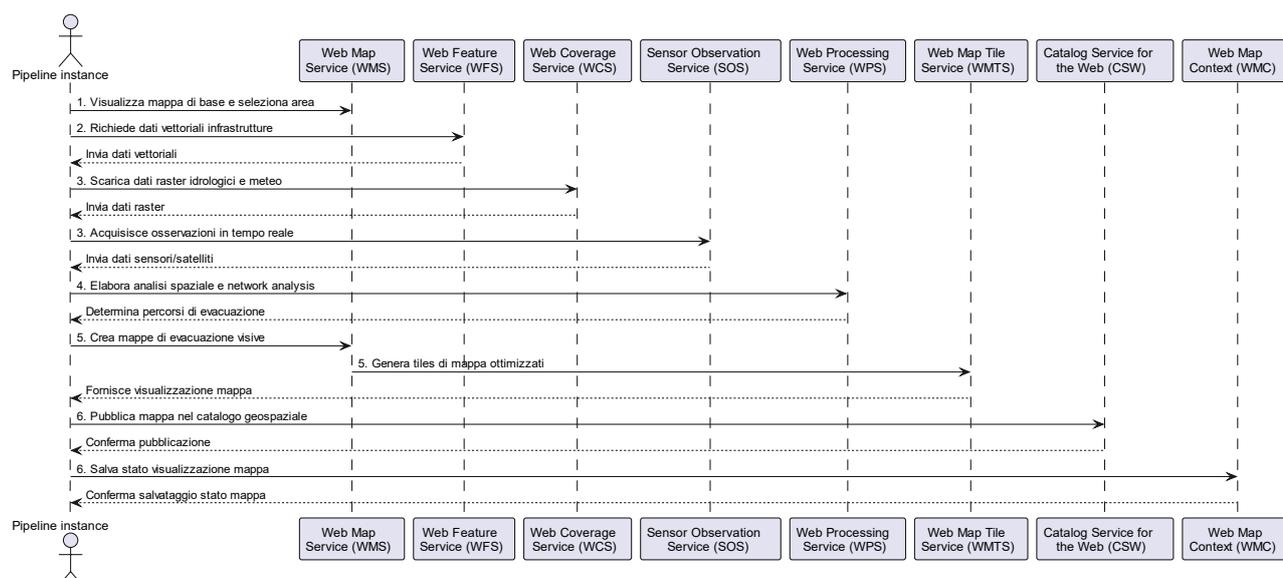


Figura 76 - Geospatial Platform

2.6.2.1.2 Gestione Avanzata dei Dati Ambientali

La "Geospatial Platform" garantisce le seguenti funzionalità chiave attraverso le sue componenti di servizio:

- **acquisizione e normalizzazione:** assicura l'omogeneità e la precisione dei dati attraverso processi di acquisizione e normalizzazione; questo garantisce che i dati siano coerenti e affidabili, fornendo una base solida per ulteriori analisi;
- **fusione e integrazione:** permette di creare un quadro informativo completo, combinando dati provenienti da diverse fonti in un unico sistema;
- **elaborazione e analisi spaziale:** permette di ottenere interpretazioni dettagliate dei dati, fornendo informazioni preziose per l'esecuzione dei vari processi di servizio che li utilizzano;
- **supporto decisionale:** permette di prevedere possibili scenari futuri, supportando tutte le fasi decisionali previste per l'indirizzo e governo dei servizi erogati dal SIM;
- **interoperabilità e conformità:** facilita la condivisione dei dati attraverso funzionalità di interoperabilità e conformità agli standard e linee guida che regolano meccanismi di cooperazione tra sistemi e software differenti;
- **visualizzazione e reporting:** rende le informazioni immediatamente comprensibili attraverso funzionalità di visualizzazione e reporting;
- **efficienza operativa:** grazie alle funzionalità di "caching dedicato intelligente" specializzato nel trattamento di dati geospaziali; questa funzionalità è determinante per assicurare la massima efficacia operativa in un sistema federato come il SIM.

Oltre al diagramma funzionale, che segue, nelle sezioni successive, è riportato il dettaglio di ciascuna di queste funzionalità, evidenziando come ciascuna contribuisce a una gestione particolarmente curata dei dati ambientali.

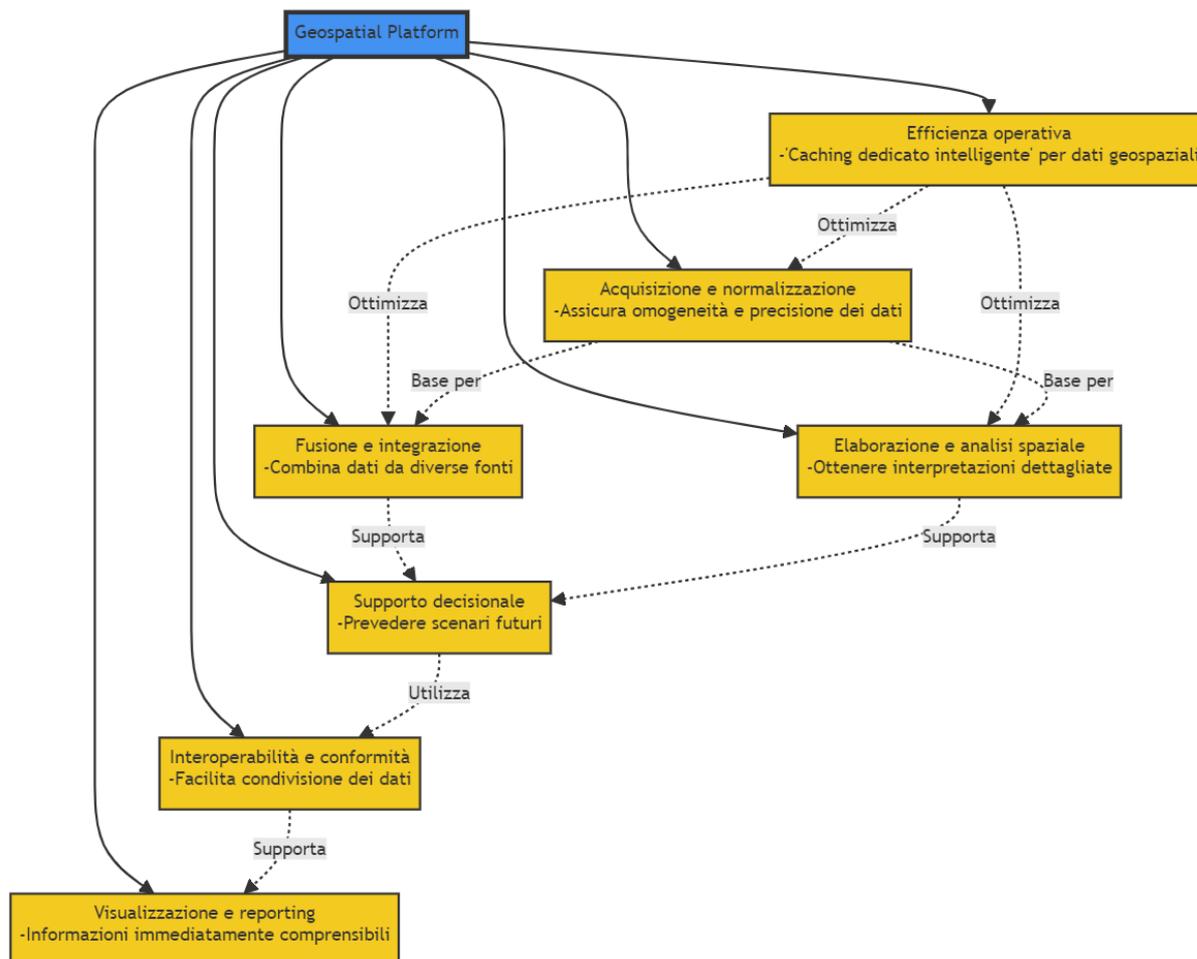


Figura 77 – diagramma funzionale

2.6.2.1.2.1 Acquisizione e Normalizzazione dei Dati

La piattaforma dispone di un sofisticato **sistema di acquisizione**, che si compone di una rete integrata in una varietà di input satellitari e sensoristici. Ogni input è in grado di fornire una prospettiva unica e specializzata sulle condizioni ambientali, contribuendo a creare un quadro completo e dettagliato dell'ambiente in esame sulla base della complessa elaborazione di un ampio insieme di metriche specifiche.

Il **processo di normalizzazione** è un passaggio fondamentale nel trattamento dei dati. In questa fase, i dati eterogenei, provenienti da diverse fonti e in diversi formati, vengono trasformati in un formato standardizzato. Questo processo implica l'utilizzo di algoritmi avanzati per correggere le discrepanze nei dati dei sensori, interpolare dati temporali assenti (qualora ve ne sia la necessità), allineare le coordinate spaziali e calibrare i dati temporali.

La correzione delle discrepanze nei dati dei sensori assicura che tutti i dati siano coerenti tra loro, eliminando eventuali distorsioni o errori introdotti dai sensori stessi. L'allineamento delle coordinate spaziali garantisce che i dati siano correttamente posizionati nello spazio, mentre la calibrazione dei dati temporali assicura che i dati riflettano accuratamente il momento in cui sono stati raccolti.

In questo modo, il processo di normalizzazione garantisce che tutti gli input siano coerenti e riflettano accuratamente il tempo e il luogo di origine, fornendo una base solida per ulteriori analisi e interpretazioni. Questo processo è fondamentale per garantire l'affidabilità e l'accuratezza dei dati raccolti, che sono essenziali per il successo di qualsiasi progetto di analisi dei dati.

2.6.2.1.2.2 Fusione e Integrazione dei Dati

Questa funzionalità attua **un processo di fusione dei dati** che coinvolge l'integrazione di informazioni provenienti da diverse fonti. Queste includono immagini ottiche, segnali radar, letture termiche e dati provenienti da banche dati condivise dai sistemi federati con SIM.

Ogni fonte di dati offre una prospettiva "singolare" sulle condizioni ambientali. L'integrazione di queste prospettive diverse non solo arricchisce le informazioni disponibili, ma consente di colmare anche le lacune che possono essere presenti quando si utilizzano singole fonti di dati.

Ad esempio, le immagini ottiche forniscono dettagli a colori, i segnali radar possono fornire informazioni indipendentemente dalle condizioni meteorologiche, e le letture termiche possono rilevare anomalie di calore indicative di eventi ambientali.

Inoltre, i dati provenienti dai sistemi federati con il SIM forniscono ulteriori informazioni che possono integrare il contenuto informativo nella disponibilità dello specifico contesto di intervento. Questi sistemi sono reti di database indipendenti, con diversi ambiti amministrativi e territoriali di riferimento, che cooperano per condividere i loro dati, aumentando la granularità, la completezza e l'accuratezza delle informazioni ambientali fruibili.

Un'interessante opzione attivabile come ulteriore sviluppo, in una seconda fase della realizzazione, è l'uso di tecnologie Generative AI per validare periodicamente l'intera catena di processamento di questi dati al fine di validarne la qualità e l'applicabilità nel SIM. In questo senso si avrebbe un elevato livello di garanzia su dati e processi che è di estremo valore per un sistema come il SIM che fortemente *mission critical* nella sua operatività.

2.6.2.1.2.3 Elaborazione e Analisi Spaziale

La "Geospatial Platform" è in grado di elaborare efficacemente, tramite un insieme di funzionalità integrate di analisi spaziale, la trasformazione di dati grezzi in informazioni significative. Queste informazioni sono fondamentali per sostenere i workflow di servizio di ogni applicazione che utilizza questa specifica componente della piattaforma.

In questo ambito sono utilizzate in modo intensivo componenti GIS (Geographic Information System) per eseguire analisi di tale genere. Questi componenti possono essere ulteriormente integrati, quando necessario, in funzioni di maggiore complessità orchestrate dalla "Intelligence Platform". Un esempio di questa tipologia di analisi è l'identificazione di aree a rischio di inondazione. Questo viene fatto analizzando le serie storiche e attuali sulle precipitazioni e sul livello dell'acqua. Un altro esempio è la previsione di frane, che viene realizzata analizzando i cambiamenti nel terreno e nella vegetazione nel tempo.

Queste analisi sono essenziali per comprendere le dinamiche spaziali dei fenomeni studiati e per prevedere le tendenze future basate sui dati attuali. In questo senso, la piattaforma eroga informazioni preziose che guidano nelle decisioni in una varietà di contesti inerenti al monitoraggio ambientale.

2.6.2.1.2.4 Supporto alle Decisioni

La piattaforma offre strumenti di supporto alle decisioni che integrano funzionalità GIS (Geographic Information System) per assistere gli stakeholder nell'esecuzione dei propri compiti istituzionali. Questi strumenti GIS permettono di visualizzare, analizzare e interpretare i dati per comprendere le relazioni, i modelli e le tendenze geografiche.

La modellazione predittiva, ad esempio, utilizza le funzionalità GIS per prevedere la diffusione di un incendio boschivo basandosi sulle attuali condizioni meteorologiche e sulla copertura del suolo. Questo permette di pianificare evacuazioni tempestive e il dispiegamento efficace delle risorse.

Gli strumenti di valutazione degli scenari, invece, utilizzano le funzionalità GIS per simulare gli effetti di diverse decisioni politiche. Ad esempio, possono prevedere l'impatto che una nuova area di conservazione potrebbe avere sulla preservazione della biodiversità, utilizzando dati geografici per modellare vari scenari.

2.6.2.1.2.5 Interoperabilità e Conformità

L'interoperabilità è una caratteristica fondamentale della piattaforma, che assicura la condivisione e l'utilizzo dei dati attraverso vari sistemi e organizzazioni. Questa funzionalità permette un flusso di dati continuo, facilitando la collaborazione e l'efficienza operativa.

La piattaforma è inoltre conforme agli standard dell'Open Geospatial Consortium (OGC). Questo significa che è in grado di comunicare con altri sistemi utilizzando protocolli e formati di dati comuni. Questa conformità agli standard OGC amplia ulteriormente le capacità di interoperabilità della piattaforma, permettendo una collaborazione e una condivisione dei dati su scala globale.

I meccanismi di supporto forniti dalla "Integration Platform" del SIM rivestono un ruolo importante in questo processo, facilitando la comunicazione tra la piattaforma e altri sistemi. Ciò consente di creare un ecosistema di informazioni integrato e interoperabile, rendendo più semplice collaborare e operare scambi di dati a livello globale tra tutti i sistemi federati nel SIM.

2.6.2.1.2.6 Visualizzazione e Reporting

Le funzionalità di visualizzazione e reportistica della piattaforma svolgono un ruolo cruciale nel trasformare i dati grezzi in informazioni comprensibili e appropriate al contesto. Questi strumenti sono progettati per fornire una rappresentazione visuale dei dati, rendendone più facile l'interpretazione e l'analisi.

Gli strumenti di mappatura digitale, ad esempio, possono illustrare la diffusione degli inquinanti nel tempo. Questo permette di monitorare e comprendere meglio l'impatto ambientale e meglio supportare i processi decisionali correlati.

I cruscotti interattivi, resi disponibili attraverso la Digital eXperience Platform del SIM, forniscono dati in tempo reale sugli indici di qualità dell'aria. Questi cruscotti possono essere personalizzati per visualizzare vari tipi di dati, offrendo una panoramica completa e aggiornata delle condizioni ambientali.

Questi strumenti di visualizzazione e reportistica sono utili non solo per gli esperti che hanno bisogno di interpretare dati complessi, ma sono anche critici per la comunicazione con il pubblico. I report ambientali generati sono accessibili e di immediata comprensione, consentendo al pubblico di acquisire meglio i termini del problema e di favorire una "partecipazione attiva e informata" al complesso delle azioni attuate per la sua risoluzione.

2.6.2.1.2.7 Efficienza operativa

La "Geospatial Platform" si distingue per la sua efficienza operativa, un risultato che si ottiene grazie all'implementazione di un sistema intelligente di "caching dedicato"²¹. Questo sistema, creato specificamente per il trattamento dei dati geospaziali, permette alla piattaforma di adattarsi dinamicamente alle variazioni della domanda di accesso alle fonti di informazione da parte dei servizi applicativi. Questa capacità di adattamento consente una gestione efficace dei picchi di carico computazionale, garantendo prestazioni ottimali per tutti i servizi del SIM.

L'efficienza di questo sistema è ulteriormente migliorata grazie all'uso di strategie avanzate di sincronizzazione²² dei dati. Queste strategie garantiscono che le informazioni nella cache siano

²¹ Il "caching dedicato" è un tipo specifico di caching che viene utilizzato per migliorare l'efficienza e le prestazioni di un sistema. In generale, il caching è una tecnica utilizzata per aumentare la velocità di accesso ai dati memorizzando un sottoinsieme di dati in una cache, che è un livello di storage dei dati ad alta velocità. Questi dati possono essere recuperati o elaborati molto più rapidamente rispetto all'accesso ai dati dal percorso principale.

²² Le strategie avanzate di sincronizzazione dei dati in relazione alla presenza di aree di caching possono includere vari approcci.

- **Caching dei dati:** Questo implica la memorizzazione temporanea dei dati in una cache per un accesso più rapido. Quando i dati vengono richiesti, il sistema prima controlla la cache. Se i dati sono presenti, vengono restituiti dalla cache (un "hit" della cache), il che è molto più veloce che recuperare i dati dalla fonte originale. Se i dati non sono nella cache (un "miss" della cache), vengono recuperati dalla fonte originale e anche memorizzati nella cache per utilizzi futuri.
- **Sincronizzazione della cache:** Questo si riferisce al processo di assicurarsi che i dati nella cache siano sincronizzati con i dati della fonte originale. Ciò è particolarmente importante se i dati della fonte originale cambiano regolarmente. Le strategie per la sincronizzazione della cache possono includere l'invalidazione della cache (dove le voci della cache vengono contrassegnate come obsolete o eliminate quando i dati della fonte originale cambiano), l'aggiornamento della cache (dove le modifiche ai dati della fonte originale vengono immediatamente riflesse nella cache) e la scadenza della cache (dove i dati vengono automaticamente rimossi dalla cache dopo un certo periodo di tempo).
- **Sincronizzazione dei dati distribuiti:** In un sistema distribuito con più cache, la sincronizzazione dei dati può diventare più complessa. Le strategie possono includere la coerenza della cache (dove le modifiche ai dati in una cache vengono propagate a tutte le altre cache) e la risoluzione dei conflitti (dove il sistema deve determinare come gestire le situazioni in cui gli stessi dati sono stati modificati in modi diversi in cache diverse).

sempre aggiornate, evitando disallineamenti e assicurando che le analisi si basino su dati precisi e attuali. Questa attenzione alla precisione dei dati è fondamentale per l'efficacia delle analisi condotte sulla piattaforma.

Un altro fattore che contribuisce all'efficienza operativa della piattaforma è rappresentato dalla riduzione del carico sui sistemi di elaborazione. Questo si ottiene distribuendo in modo equilibrato il carico di lavoro tra la cache e i server. Questa distribuzione ottimizza l'uso delle risorse computazionali disponibili, minimizzando i costi aggiuntivi e prevenendo sprechi di risorse.

Infine, un elemento chiave per l'efficienza della "Geospatial Platform" è la riduzione della latenza. Questo è particolarmente importante per le analisi che richiedono una risposta in tempo reale e per la visualizzazione interattiva dei dati. Grazie a questa riduzione della latenza, la piattaforma è in grado di offrire un'esperienza utente fluida ed efficiente, anche in scenari di utilizzo intensivo.

2.6.2.1.3 Componente GIS

Il nucleo della piattaforma geospaziale si basa su un'architettura che integra funzionalità GIS di elevata specializzazione, strumenti per l'integrazione e la gestione ottimizzata dei dati, e supporto completo agli standard di interoperabilità vigenti. Questo cuore tecnologico è rappresentato da un "Motore GIS" avanzato, che permette l'analisi e la modellazione spaziale multidisciplinare, essenziale per l'analisi dettagliata e la comprensione di fenomeni ambientali di notevole complessità. L'efficacia di tale nucleo è derivata dall'uso combinato dei servizi forniti dalla suite ArcGIS e dalle funzionalità disponibili tramite la piattaforma open source GeoServer, configurando così un sistema integrato per l'elaborazione e l'interpretazione avanzata dei dati geospaziali.

La scelta di un'architettura ibrida che incorpora GeoServer e ArcGIS Server non è intrinsecamente legata all'impiego di ambienti cloud, ma si configura come una decisione strategica finalizzata a sfruttare le specifiche capacità tecniche di ciascun sistema. GeoServer si distingue per la sua eccellente interoperabilità e per la piena aderenza agli standard aperti, caratteristiche che lo rendono particolarmente adatto per scenari che necessitano di un'efficace integrazione con diverse piattaforme e tecnologie. Allo stesso tempo, ArcGIS Server, soluzione leader di mercato e ampiamente usato nel contesto del mondo commerciale e nel settore pubblico, offre robuste funzionalità di gestione e ottimizzazione dei dati, risultando ottimale per contesti che richiedono una personalizzazione avanzata e una gestione dettagliata.

L'assetto funzionale e tecnologico che ne discende è improntato alla necessità di affrontare sfide complesse che un singolo sistema non risolverebbe in modo efficace. Questo approccio non rappresenta quindi un compromesso, ma una precisa scelta che permette di beneficiare delle "forze di entrambi i sistemi", garantendo una maggiore versatilità nella progettazione dei sistemi informativi e fornendo una piattaforma solida per l'integrazione e l'evoluzione futura.

In tale contesto, la sicurezza assume un ruolo di primo piano. La soluzione ibrida fa uso di adeguati protocolli di sicurezza, a partire dalla definizione delle autorizzazioni di accesso volte alla protezione integrale dei dati geospaziali.

La scalabilità è un altro aspetto chiave. La soluzione è progettata per adattarsi fluidamente all'aumento delle richieste, garantendo l'assenza di ostacoli alla crescita e all'espansione delle capacità operative. Questa caratteristica è essenziale nei progetti GIS, che possono rapidamente evolvere da piccole iniziative pilota a sistemi su larga scala.

La conformità agli standard OGC non è solo un requisito da soddisfare, ma rappresenta una vera e propria porta verso l'interoperabilità con altri sistemi GIS. Questo aspetto è cruciale per i sistemi informativi geografici che necessitano di comunicare ed essere integrati in un contesto più ampio, spesso complesso e stratificato. Un tale orientamento alla collaborazione non solo migliora l'efficienza e l'efficacia della gestione dei dati geospaziali, ma promuove anche la creazione di comunità "tematiche": gli enti che vi partecipano possono condividere esperienze, strumenti e migliori pratiche, contribuendo al miglioramento delle capacità di monitoraggio ambientale

Infine, l'integrazione con i database geospaziali è un elemento di notevole importanza. In questo ambito, la soluzione ibrida mostra la sua forza, fornendo strumenti analitici avanzati che non solo gestiscono, ma valorizzano i dati geospaziali, trasformandoli in un asset strategico per la comprensione e l'azione di governo del territorio.

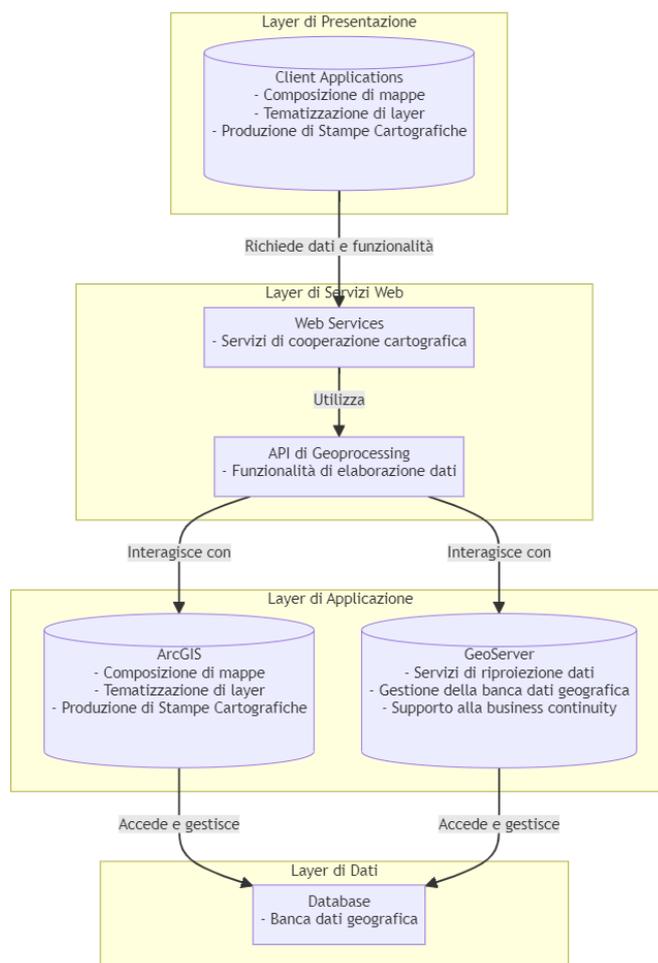


Figura 78 - componente gis

2.6.2.1.3.1 Composizione di mappe

Le mappe sono strutturate in strati sovrapposti, ognuno dei quali rappresenta un aspetto specifico oggetto di analisi. Questa sovrapposizione permette un'analisi visuale del problema in questione. Un esempio è la sovrapposizione del layer del rischio di inondazioni con il layer delle aree amministrative, che consente di verificare intuitivamente la competenza amministrativa delle singole aree di rischio.

Il componente GIS della piattaforma offre la possibilità di produrre mappe in modo interattivo. Questo processo coinvolge la combinazione di vari elementi. In primo luogo, ci sono i servizi di interoperabilità cartografica, che includono funzionalità come la scala, i filtri e la trasparenza. In secondo luogo, ci sono i layer propri del modulo GIS, che possono essere personalizzati in termini di scala di rappresentazione e sistema di proiezione. Infine, ci sono i dati georeferenziati che devono essere rappresentati in cartografia.

Questi elementi possono essere manipolati attraverso una serie di operazioni. Queste operazioni possono includere il filtraggio²³, la selezione, la modifica della scala, la modifica del livello di trasparenza e la modifica del sistema di proiezione.

Il componente GIS fornisce anche un repository integrato. Questo repository è concepito come un archivio strutturato, dove mappe, layer intermedi e dati georeferenziati sono non solo salvati ma anche organizzati per facilitare l'accesso e la condivisione tra gli utenti autorizzati e le applicazioni a supporto dei servizi SIM. Il valore del repository risiede nella sua capacità di preservare l'integrità e la disponibilità dei dati nel tempo. Consente agli utenti di recuperare facilmente le informazioni²⁴

²³ Le funzionalità di filtraggio in un componente GIS sono fondamentali per gestire e analizzare i dati geospaziali. Queste funzionalità possono includere:

- Filtraggio basato su attributi: Questo tipo di filtraggio consente di selezionare i dati in base ai loro attributi alfanumerici. Ad esempio, potrebbe essere possibile filtrare i dati in base a specifiche categorie o valori.
- Filtraggio spaziale: Il filtraggio spaziale consente di selezionare i dati in base alla loro posizione o relazione spaziale con altri dati. Ad esempio, potrebbe essere possibile selezionare tutte le aree che si sovrappongono a una determinata regione.
- Filtraggio basato su scala: Questo tipo di filtraggio consente di selezionare i dati in base alla loro scala di rappresentazione. Ad esempio, potrebbe essere possibile visualizzare solo i dati che sono rilevanti a una determinata scala.
- Filtraggio basato su trasparenza: Questa funzionalità consente di regolare la trasparenza dei layer per migliorare la visibilità dei dati sovrapposti.
- Filtraggio basato su sistema di proiezione: Questo tipo di filtraggio consente di selezionare i dati in base al sistema di proiezione utilizzato.

²⁴ Per ogni mappa, layer o dato georeferenziato, sono previsti metadati in grado di fornire dettagli essenziali che ne descrivono la natura. Questi includono, ma non si limitano a, informazioni sulla scala, sulla proiezione, sulle coordinate, sulla data di creazione o di aggiornamento, sull'autore, sulle condizioni di utilizzo e sui diritti di accesso. Queste informazioni sono fondamentali per gli utenti che devono comprendere rapidamente il contesto e la provenienza dei dati, valutare la loro affidabilità e determinare la loro applicabilità a specifici scenari di utilizzo.

necessarie, garantendo che le mappe e i layer siano sempre aggiornati e correttamente sincronizzati con le ultime osservazioni e analisi. Questo è particolarmente cruciale in scenari di monitoraggio ambientale, dove la tempestività e l'accuratezza dei dati possono avere un impatto diretto sulle decisioni e sulle azioni intraprese.

2.6.2.1.3.2 Tematizzazione di layer cartografici

Il componente GIS della piattaforma prevede un ambiente grafico specifico che consente di definire i tematismi da applicare ai singoli layer in base alle loro caratteristiche alfanumeriche e/o geometriche. In questo ambiente, è possibile tematizzare anche i dati forniti da un servizio di interoperabilità cartografica, rispettando le limitazioni²⁵ imposte dal provider del servizio.

La piattaforma gestisce tutte le classiche tipologie di tematismi. Questi includono tematismi a simbolo unico, per categorie (valori unici, espressioni), per quantità (densità di punti, intervalli, simboli graduati o proporzionali) e per attributi multipli (quantità per categorie, legenda a torte, legenda a barre).

Un layer tematizzato può essere salvato nel repository del GIS e reso disponibile ad altri utenti per la realizzazione di mappe e per l'utilizzo da parte delle applicazioni verticali. Durante il salvataggio, è possibile definire due diverse modalità: layer tematico dinamico e layer tematizzato statico.

Nel caso di un layer tematico dinamico, vengono salvati nel repository il layer cartografico, le regole di tematizzazione, i riferimenti alla sorgente dati e i metadati. Ad ogni utilizzo del layer, vengono acceduti i dati e applicate le regole, consentendo l'aggiornamento del layer e dei tematismi relativi ad ogni utilizzo del layer stesso.

Nel caso di un layer tematizzato statico, vengono salvati nel repository il layer cartografico, le regole di tematizzazione, una copia dei dati e i metadati. In questo caso, ad ogni utilizzo del layer, i tematismi mantengono la stessa rappresentazione anche a distanza di tempo.

2.6.2.1.3.3 Produzione di Stampe Cartografiche

Nonostante la modalità di fruizione dei contenuti cartografici sia prevalentemente basata su consultazione online, che offre indubbi vantaggi rispetto alla stampa su carta, come la possibilità di

²⁵ Le limitazioni imposte dal provider del servizio di interoperabilità cartografica possono variare a seconda del provider specifico e del tipo di dati o servizi che forniscono. Tuttavia, alcune limitazioni comuni possono includere:

- Riservatezza dei dati: Alcuni dati potrebbero essere sottoposti a vincoli di riservatezza. Questo significa che non tutti i dati possono essere esposti o condivisi attraverso il servizio di interoperabilità.
- Manutenzione dei dati: Ci possono essere periodi in cui i dati o i servizi non sono disponibili a causa di interventi di manutenzione.
- Limitazioni tecniche: Ci possono essere limitazioni tecniche legate all'uso di specifici protocolli o standard. Ad esempio, il servizio di consultazione è realizzato secondo lo standard Web Map Service (WMS) e consente di navigare molti contenuti delle mappe catastali e di visualizzarli integrati con altri dati territoriali.
- Limitazioni del provider del servizio: Il provider del servizio potrebbe avere le proprie politiche o limitazioni riguardanti l'accesso ai dati o l'uso del servizio.

effettuare operazioni di zoom, pan, modificare la risoluzione, la luminosità ed il contrasto per migliorare la visibilità, esistono ancora alcune situazioni, ad esempio quelle regolatorie, in cui è necessario produrre un elaborato cartografico cartaceo.

Per rispondere a questa esigenza, il modulo GIS prevede un ambiente dedicato per la gestione degli elaborati. Questo ambiente fa uso di tre componenti principali:

1. un ambiente interattivo per la definizione del layout;
2. un ambiente per la definizione della stampa disponibile in modalità interattiva ed esposto mediante servizi;
3. un ambiente di esecuzione delle stampe.

Nell'ambiente interattivo per la definizione del layout, è possibile definire in maniera interattiva il layout di stampa necessario, definendo tutte le caratteristiche della struttura generale del modello da stampare. I layout e tutti i metadati vengono salvati all'interno del repository per costruire il catalogo delle stampe di sistema a disposizione degli utenti.

Nell'ambiente per la definizione della stampa, l'utente può selezionare un layout a cui associare, sempre in maniera grafica, l'area da inserire all'interno della Stampa. Quando l'utente seleziona la funzionalità di stampa, il sistema inserisce tutte le informazioni nella coda di elaborazione a disposizione del modulo di Esecuzione Stampe. Queste funzionalità possono essere esercitate in maniera interattiva da parte dell'operatore o possono essere integrate negli applicativi verticali ospitati sulla piattaforma. Le stesse funzionalità sono anche rese disponibili come servizi, mediante l'API Manager, a disposizione di Amministrazioni federate.

Infine, l'ambiente di esecuzione della stampa gestisce il processo di produzione delle stampe. Questo processo prevede un'elaborazione che può essere anche molto onerosa (a seconda della tipologia di stampa richiesta, della dimensione del layout e della mole di dati coinvolti). Pertanto, l'ambiente di produzione delle stampe prevede un meccanismo di stampa disaccoppiato basato su code con priorità. L'elaborazione del processo di stampa viene effettuata in maniera parallela e configurabile dinamicamente a seconda del carico, conformemente alle politiche previste.

È possibile selezionare il formato di stampa sulla base di esigenze specifiche. I formati più adatti generalmente dipendono dai requisiti del servizio di stampa e dall'uso previsto delle mappe. Questi sono alcuni dei formati comunemente utilizzati:

- **PDF (Portable Document Format):** il formato PDF è tra i più comuni per la stampa perché preservano l'aspetto e il layout esatti della mappa e contengono tutte le informazioni necessarie in un unico file. Sono compatibili con la maggior parte dei servizi di stampa;
- **TIFF (Tagged Image File Format):** i file TIFF sono preferiti per stampe di alta qualità perché supportano alte risoluzioni e possono gestire immagini dettagliate senza perdere qualità. Sono spesso utilizzati per stampe di grande formato;

- **JPEG o PNG:** questi formati grafici sono comunemente utilizzati per stampe rapide o stampe di qualità standard. Non sono ideali per stampe di alta qualità o di grande formato perché sono formati lossy (JPEG) o potrebbero non gestire alte risoluzioni così come il TIFF;
- **PostScript (PS) o Encapsulated PostScript (EPS):** questi sono formati più tecnici utilizzati per stampanti che possono gestire grafica vettoriale. Sono buoni per mappe che contengono dati vettoriali perché possono essere ridimensionati senza perdere qualità;
- **GeoPDF:** questa è un'estensione geospaziale del formato PDF che contiene informazioni geografiche all'interno del PDF. Può essere utile per mappe interattive e quando è necessaria una funzionalità geografica in aggiunta alla rappresentazione visiva.
- **DGN o DWG:** questi sono formati CAD che potrebbero essere utilizzati se la mappa è stata creata in un programma CAD e la stampante può gestire questi formati. Sono basati su vettori e possono mantenere un alto livello di dettaglio.

È importante notare che la scelta del formato, al momento della produzione del file di output per la stampa, può anche essere influenzata dalla necessità di funzionalità geospaziali (come livelli e georeferenziazione), dal livello di dettaglio e dalla scala della mappa e se la mappa include dati raster o vettoriali.

2.6.2.1.3.4 Servizi di riproiezione dati geografici

Quando si lavora con dati georeferenziati, può essere necessario accedere contemporaneamente a informazioni disponibili con unità di misura o sistemi di riferimento diversi. Per consentire una corretta associazione delle informazioni, è quindi necessaria una opportuna conversione che consenta di uniformare i sistemi di riferimento delle diverse fonti dati.

Il componente GIS del SIM fornisce servizi di "riproiezione" dei dati geografici in formato vettoriale e raster. Questi servizi consentono di convertire i dati geografici da un sistema di coordinate a un altro, garantendo che i dati siano accurati e utilizzabili in diverse applicazioni.

Tali servizi sono resi disponibili in maniera interattiva all'interno dei singoli strumenti abilitati alla funzione. Questo significa che gli utenti possono utilizzare questi servizi direttamente all'interno dell'interfaccia del GIS per riproiettare i loro dati geografici.

Inoltre, questi servizi sono integrati come funzionalità negli applicativi verticali della piattaforma. Questo permette agli utenti di utilizzare i servizi di riproiezione dei dati geografici all'interno delle diverse applicazioni offerte dalla piattaforma. Infine, sono disponibili per le Amministrazioni federate²⁶: questo significa che le diverse amministrazioni possono accedere e utilizzare / rendere disponibili i servizi di riproiezione dei dati geografici per le loro specifiche esigenze.

²⁶ I grigliati IGM, o griglie di trasformazione dell'Istituto Geografico Militare, sono strumenti fondamentali per la gestione dei dati geospaziali. Essi sono utilizzati per migliorare la precisione delle trasformazioni tra cartografie realizzate con sistemi di coordinate differenti. Questi grigliati permettono di ridurre l'errore di localizzazione da qualche metro a qualche centimetro, migliorando notevolmente l'accuratezza.

2.6.2.1.3.5 Funzionalità di elaborazione dati per i workflow

Nel contesto del Sistema Integrato di Monitoraggio Ambientale (SIM), è di fondamentale importanza la possibilità di effettuare elaborazioni complesse mediante un sistema di orchestrazione di un insieme preordinato e definito di azioni elementari. In particolare, l'obiettivo consiste nel governare ed operare un ecosistema in cui i dati e le operazioni possano fluire senza soluzione di continuità tra la "Geospatial Platform" e la "Intelligence Platform", migliorando l'efficienza e il grado di automazione dei processi.

Il modulo GIS del SIM consente di gestire al meglio questa possibilità, permettendo la gestione di "Geospatial Pipeline" che possono essere referenziate all'interno dei flussi gestiti dal modulo "Intelligence Platform". Ciascuna Pipeline è descritta in termini di elaborazione, input e output in modo che possa essere completamente integrata in una catena di elaborazione automatica.

Le elaborazioni²⁷ previste includono le classiche funzioni cartografiche appartenenti alle seguenti famiglie: operazioni su layer, operazioni di filtraggio e selezione, validazione, conversioni e proiezioni, e analisi geostatistiche e di grafi e reti.

Nel contesto del lavoro con dati georeferenziati, può essere necessario accedere contemporaneamente a informazioni disponibili con unità di misura o sistemi di riferimento diversi. Per consentire una corretta associazione delle informazioni, è quindi necessaria una opportuna conversione che consenta di uniformare i sistemi di riferimento delle diverse fonti dati.

Per esempio, se si desidera trasformare le coordinate geografiche (latitudine e longitudine) in coordinate piane (Nord, Est) all'interno del solito datum, non si avrebbe bisogno dei grigliati IGM. Tuttavia, se si vuole passare da un sistema di riferimento ad un altro (ad esempio da ETRF2000 a Roma40) e/o se si vuole convertire la quota, da ellissoidica a ortometrica, allora i grigliati IGM diventano indispensabili altrimenti si introdurrebbero degli errori piuttosto grandi.

²⁷ I building block cartografici nel modulo GIS del Sistema Integrato di Monitoraggio Ambientale (SIM) sono componenti fondamentali che supportano una serie di funzioni specifiche per l'elaborazione dei dati geografici. Queste funzioni possono essere raggruppate in diverse categorie:

- Operazioni su Layer: Queste includono la creazione di layer vettoriali o raster, operazioni elementari su un layer vettoriale (come il calcolo dei centroidi, la conversione da multi a single part, l'estrazione dei vertici, il calcolo della minima geometria, il calcolo dell'involuppo degli elementi, la traslazione degli elementi, la dissolvenza, la creazione della triangolazione di Delaunay, il calcolo dei poligoni di Voronoi, la creazione di statistiche), operazioni su più layer vettoriali (come clip, merge, buffer, calcolo delle intersezioni, calcolo della sovrapposizione, calcolo della distanza, linee per poligono, ecc.), e operazioni raster (come il calcolo del DTM, la creazione di curve di livello, la creazione di poligoni di curve di livello, il calcolo della pendenza, il calcolo dell'esposizione, il calcolo delle ombreggiature, il calcolo della distanza, il setaccio, il ritaglio raster, la creazione di curve ipsometriche, l'applicazione di logiche fuzzy).
- Operazioni di Filtraggio e Selezione: Queste includono l'estrazione per distanza, l'estrazione per espressione, l'estrazione per posizione (ad esempio, tocca, sovrappone, interseca, ecc.).
- Validazione: Queste funzioni verificano la correttezza formale dei dati, scambiano X e Y, e riparano le geometrie
- Conversioni e Proiezioni: Queste funzioni assegnano la proiezione, estraggono la proiezione, estraggono la BBOX, riproiettano, e esportano in vari formati.

Per procedere con la fase di automazione delle operazioni sui dati territoriali, è essenziale che i componenti cartografici siano predisposti per essere inseriti nel flusso di lavoro gestito dalla "Intelligence Platform". Questo richiede che i dati siano in un formato aperto e standardizzato, come quelli raccomandati dall'Open Geospatial Consortium. Inoltre, è necessario creare delle "Application Programming Interface" (c.d. API) o dei servizi web, basati sulle funzionalità dei "building block", che facilitino lo scambio di informazioni tra le diverse piattaforme.

Una volta completati questi passaggi, il Workflow Manager della "Intelligence Platform" è nelle condizioni di operare elaborazioni complesse nel campo del monitoraggio ambientale, attraverso l'impiego di modelli di analisi territoriale in grado di sfruttare tutte le funzionalità condivise dalla "Geospatial Platform", integrate da strumenti avanzati basati su componenti di intelligenza artificiale e apprendimento automatico, utilizzando compiutamente e in modo intensivo il valore di tutta l'informazione georeferenziata nella disponibilità degli applicativi del SIM.

2.6.2.1.3.6 Supporto alla business continuity per servizi di cooperazione cartografica

Il Sistema Integrato di Monitoraggio Ambientale (SIM) prevede la federazione di numerose fonti dati eterogenee. Questo rende possibile lo sviluppo e l'integrazione di una grande quantità di dati, ma allo stesso tempo rende particolarmente importante la gestione della disponibilità dei dati e del loro aggiornamento.

La piattaforma GIS del SIM è predisposta per abilitare un modello di resilienza nativo su cloud. In questo contesto si fa riferimento all'esigenza di "business continuity" o forse più correttamente definibile come "mission continuity" essendo il SIM un sistema no profit ma con un elevato focus a una missione istituzionale altamente critica, per cui i servizi a supporto devono garantire un'elevatissima capacità di resilienza del servizio.

Essendo il cloud la piattaforma di base del SIM, è appropriato riprendere anche in questo paragrafo quanto già descritto nel contesto dell'Application Platform. Il modello di resilienza di base per il cloud trasforma l'approccio tradizionale incentrato su Disaster Recovery (DR) e Business Continuity (BC) in una soluzione moderna e fortemente connaturata con l'ambiente elaborativo che sfrutta la tecnologia dei container. Questi sono rispettivamente noti come 'Fast Recovery' e 'Always On'. Questo modello mira a garantire una 'pronta ripresa' delle applicazioni e un funzionamento 'sempre attivo', indipendentemente dalle sfide e dagli imprevisti che possono emergere."

Nelle architetture tradizionali la resilienza viene trattata prevalentemente con infrastrutture ridondate. Nelle architetture cloud, per contro, si possono scegliere strategie diverse più efficaci, in cui sono le applicazioni, tendenzialmente con architettura modulare o ancora meglio a microservizi, ad essere ridondate. La miglior soluzione, adottata come principio architeturale nel SIM, è l'utilizzo

· Analisi: Queste funzioni includono l'analisi geostatistica (come la matrice delle distanze, l'analisi di prossimità, le funzioni di analisi statistica sui campi, l'analisi statistica sulle geometrie vettoriali, l'analisi statistica su raster) e l'analisi di grafi e reti (come l'area da servire, il percorso più breve, l'attraversamento della rete, ecc.).

combinato della tecnologia container, per il deployment delle piattaforme e l'uso degli scenari multi-region, che risolve a livello infrastrutturale i problemi di indisponibilità di un servizio o di una Cloud Region.

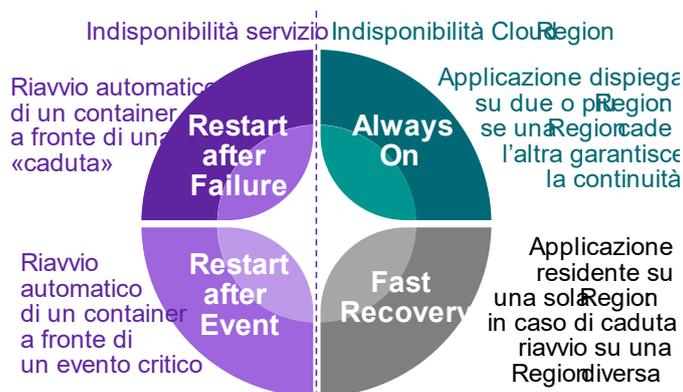


Figura 79 -Modello di resilienza cloud-native

Infatti:

- la piattaforma infrastrutturale Kubernetes riattiva all'istante i workload in caso di "caduta";
- quelle componenti che girano su servizi IaaS-PaaS anziché in container beneficiano delle soluzioni di replica offerte dai provider, in genere basate sull'uso di due o più Cloud Region oppure di meccanismi di riavvio a fronte di una "caduta".

La resilienza è incorporata nella piattaforma attraverso l'uso di orchestrazione Kubernetes, che fornisce meccanismi automatizzati per il rilevamento e la riparazione di guasti. In caso di malfunzionamenti hardware o software, il sistema è in grado di rilevare automaticamente il problema e riavviare i servizi interessati in nuovi container, minimizzando il tempo di inattività e garantendo una ripresa rapida.

I metadati cartografici sono estesi per gestire, oltre ai riferimenti cartografici standard, anche l'indicazione del livello di criticità e la modalità di gestione dello stesso.

In particolare, i dati possono essere caratterizzati come **critici** o non critici. Un dato non critico è un dato che non è vitale per l'erogazione dei servizi del SIM, la funzionalità può essere preservata a patto di non visualizzare un particolare layer o non utilizzare una particolare fonte dati. Al contrario, un dato critico è un dato fondamentale per l'erogazione delle funzionalità del SIM. In questo caso, non è possibile erogare le funzionalità del SIM senza il dato e quindi è necessario mettere in atto politiche volte alla mitigazione dell'impatto sull'applicazione della non disponibilità del dato.

I dati critici saranno caratterizzati da metadati aggiuntivi che specificano le politiche di gestione: frequenza di aggiornamento della copia cache, caratteristiche relative al contenuto informativo della copia cache (full, solo alcuni livelli di dettaglio, solo alcune informazioni principali ecc.). Il sistema GIS mantiene automaticamente aggiornata (con la politica di aggiornamento definita nei metadati) una copia cache di tutti i dati critici. In questo modo, le mappe e le applicazioni che

utilizzano i livelli informativi critici, in caso di indisponibilità della fonte dati, possono erogare le funzionalità, seppur con alcune limitazioni, accedendo alla copia cache. Quando le applicazioni funzionano in modalità degradata avranno la possibilità di evidenziare tale modalità e di indicare in cosa consiste il degrado del servizio, per esempio indicando la data di ultimo aggiornamento delle informazioni cache o il livello di dettaglio disponibile.

2.6.2.1.3.7 Servizi di gestione della banca dati geografica

La visualizzazione di dati geografici e cartografici può comportare un carico elaborativo significativo a causa della complessità delle elaborazioni e/o della mole dei dati coinvolti. Senza un'architettura adeguatamente ottimizzata per le prestazioni, le applicazioni potrebbero risentirne. Pertanto, lo strato applicativo della Geospatial Platform prevede la possibilità di attivare, mediante una configurazione appropriata, la cache dei layer. Questo permette una visualizzazione rapida dei layer senza dover ripetere molte volte le stesse elaborazioni.

La configurazione della cache prevede anche la definizione delle logiche di svecchiamento della cache stessa, al fine di garantire la congruenza dei dati e l'allineamento corretto del layer con gli archivi geografici. Gli strumenti di editing grafico e i servizi offerti alle applicazioni verticali sono integrati con il sottosistema di cache. Questo consente di invalidare i layer (o le porzioni di essi) che sono soggetti a modifiche, forzando così l'aggiornamento delle tile in cache e mantenendo la coerenza della visualizzazione dei layer.

La piattaforma GIS fornisce un framework per la visualizzazione e la consultazione dei dati geografici bidimensionali e tridimensionali, basato sugli standard Web e OGC. Questo supporta la realizzazione di applicazioni con tutti i principali linguaggi standard e i framework di sviluppo (rif. Digital eXperience Platform). Il framework mette a disposizione tutte le funzionalità GIS fornite dalla piattaforma. Include le librerie di base per la gestione dei principali oggetti cartografici, dai più semplici (ad esempio, punto, segmento, spezzata, poligono, ecc.) ai più complessi (ad esempio, layer, mappa). Le strutture dati organizzano gli elementi cartografici in modo gerarchico, con un elemento complesso realizzato come composizione di elementi più semplici.

Ogni elemento è dotato dei propri comportamenti specifici. Ad esempio, il layer non è semplicemente una struttura dati che descrive come è fatto uno specifico elemento tematico, ma è dotato di comportamenti come zoom in, zoom out, pan, meccanismi di trasparenza, accensione, spegnimento, ecc. E' possibile creare ulteriori librerie che sistematizzano elementi o comportamenti complessi di particolare importanza in un ambito specifico.

2.6.2.1.4 Geospatial Platform: Casi d'uso

La "Geospatial Platform" è concepita come un'integrazione di componenti software, appositamente concepiti e realizzati sulla tematica geospaziale, aperta e flessibile, progettata per fornire un insieme ricco di funzionalità adattabili a un'ampia varietà di esigenze operative. Questa piattaforma offre accessibilità attraverso diverse modalità, ciascuna delle quali è ottimizzata per rispondere alle specifiche richieste degli utenti e ai diversi scenari di utilizzo.

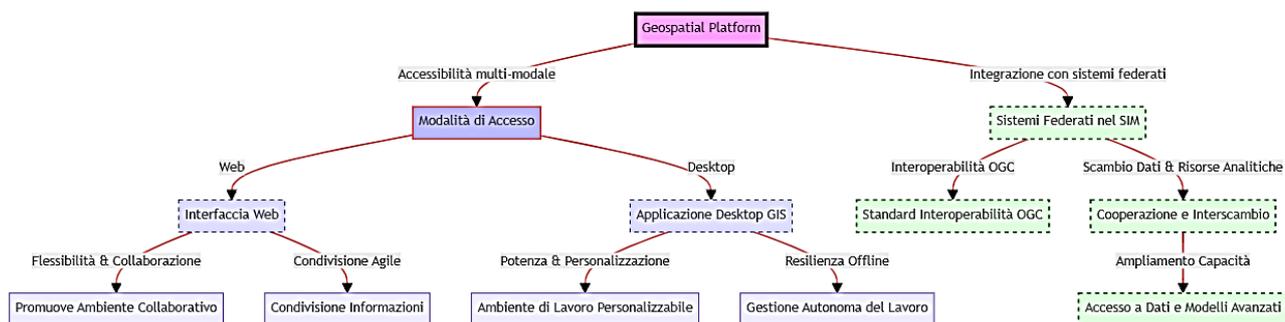


Figura 80 – Geospatial Platform Casi d'uso

Esistono due metodi principali per accedere ai dati geografici: attraverso interfacce utente web e applicazioni desktop GIS. L'interfaccia web, che può essere utilizzata su qualsiasi dispositivo, offre la massima flessibilità e facilità di condivisione. Questo favorisce un ambiente di lavoro collaborativo per la gestione di progetti ad organizzazione distribuita. Essendo basata sul web, questa modalità permette di condividere informazioni in tempo reale e di coordinare i membri del team, indipendentemente da dove si trovino fisicamente. Parallelamente, l'applicazione desktop GIS offre un ambiente di lavoro versatile e personalizzabile, sfruttando la capacità di elaborazione del client locale per un'esperienza d'uso facilitata. Questa soluzione è particolarmente vantaggiosa per la gestione autonoma del lavoro, offrendo resilienza in situazioni di connettività limitata o assente e permettendo agli utenti di operare in modo ininterrotto.

Oltre a queste modalità, la Geospatial Platform si distingue per la sua capacità di integrarsi e cooperare con altri sistemi "federati" all'interno del Sistema Informativo per il Monitoraggio (SIM). Questi meccanismi di cooperazione sono essenziali per estendere le funzionalità della piattaforma, consentendo l'interscambio di dati e risorse analitiche tra entità diverse. Attraverso standard di interoperabilità come quelli definiti dall'OGC, la Geospatial Platform può facilmente connettersi e interagire con altri sistemi federati, arricchendo così il proprio ecosistema di dati e strumenti analitici.

Questa interazione con sistemi federati amplia significativamente le capacità della piattaforma, permettendo agli utenti di accedere a un ventaglio più vasto di dati geospaziali e di sfruttare modelli analitici avanzati, che sono fondamentali per il monitoraggio ambientale, la pianificazione territoriale e la gestione delle emergenze.

2.6.2.1.4.1 Use Case: Utilizzo funzionalità della Geospatial Platform tramite Web App

Questo caso d'uso riguarda la capacità della Geospatial Platform di erogare servizi attraverso una Web App, la quale opera sulla base di una logica di business elaborata mediante l'Intelligence Platform. L'accesso ai dati geospaziali avviene sia in modo diretto che indiretto, attraverso servizi di

interoperabilità conformi agli standard dell'Open Geospatial Consortium (OGC), forniti dalla Integration Platform.

La Web App funge da interfaccia utente, offrendo un'esperienza interattiva e intuitiva per la manipolazione e visualizzazione dei dati geospaziali. La logica di business, sviluppata e gestita dall'Intelligence Platform, permette di eseguire analisi complesse, di trasformare i dati in strumenti operativi e di supportare decisioni strategiche basate su dati.

L'accesso ai dati geospaziali è garantito da un'architettura flessibile che consente agli utenti di connettersi direttamente alle fonti dati o di sfruttare i servizi di interoperabilità OGC. Questi ultimi, veicolati tramite l'Integration Platform, assicurano che i dati possano essere facilmente reperiti e utilizzati in applicazioni esterne, promuovendo così la condivisione e la collaborazione tra diversi sistemi e attori. La cosiddetta "Integrazione" è un termine che implica un processo completo in cui sono eseguite diverse operazioni tra cui:

- **validazione accesso:** tutti gli accessi al servizio applicativo sono validati in base al profilo dell'utenza (trasmesso con gli attributi/parametri delle chiamate API);
- **validazione del payload delle chiamate API:** i dati veicolati tramite chiamate API devono rispondere a criteri stringenti in termini di aderenza a standard e conformità alle policy di sicurezza e in questo senso nel contesto dell'elaborazione di una chiamata API vengono eseguiti i vari controlli del caso;
- **trasformazione sui formati:** laddove ciò si renda necessario vengono eseguite operazioni di trasformazione sul formato dei dati per tradurlo verso uno standard accettabile, questo grazie a una versatile funzionalità di Data Transformation applicata dinamicamente sul payload dei dati;

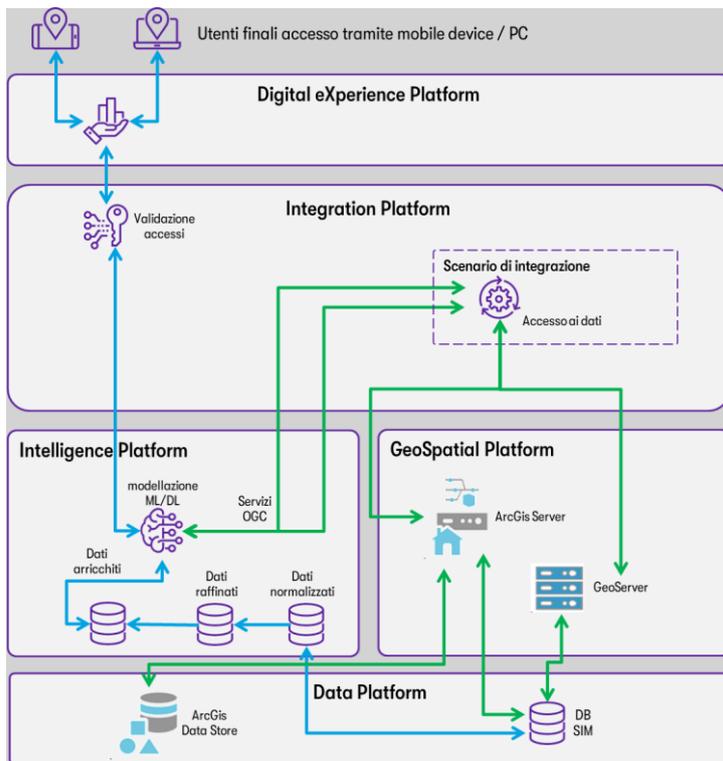


Figura 81 - Utilizzo funzionalità della Geospatial Platform tramite Web App

Questo use case fa parte del capitolo "Generazione automatica del reticolo idrografico - CU.V1.2" del SIM e dimostra come la Geospatial Platform possa essere efficacemente utilizzata attraverso un'interfaccia Web App per esigenze specifiche legate alla gestione e analisi dei dati idrografici.

Di seguito le funzionalità e flusso di lavoro per le opzioni di visualizzazione e ritaglio del DTM (Digital Terrain Model) e DSM (Digital Surface Model):

- **accesso e autenticazione:** l'operatore accede alla Web App e si autentica utilizzando le proprie credenziali per garantire la sicurezza e la personalizzazione dell'ambiente di lavoro;
- **selezione dell'Area di Interesse (AOI):** mediante un'interfaccia intuitiva, l'operatore seleziona l'Area di Interesse (AOI) tracciando un poligono o inserendo coordinate specifiche. Opzionalmente, può cercare un'area utilizzando indirizzi o riferimenti geografici;
- **configurazione dei parametri di ricerca del DTM/DSM:** l'operatore configura i parametri di ricerca, come l'età dei dati (Information Age), la risoluzione e l'accuratezza desiderate per il DTM o DSM;
- **ricerca e visualizzazione dei risultati:** la Web App interroga il catalogo dati, mostrando i DTM/DSM disponibili che corrispondono ai criteri di ricerca. L'operatore può visualizzare un'anteprima dei modelli disponibili direttamente sulla mappa.
- **analisi e manipolazione dei dati:** sulla base dei risultati, l'operatore può:

- aumentare / diminuire lo zoom e spostare la vista sulla mappa per esaminare i dettagli dei modelli;
- misurare distanze e calcolare la pendenza del terreno tra due punti;
- generare profili altimetrici e sezioni trasversali per analizzare la morfologia del terreno;
- eseguire analisi di visibilità per identificare punti visibili o nascosti all'interno dell'AOI.

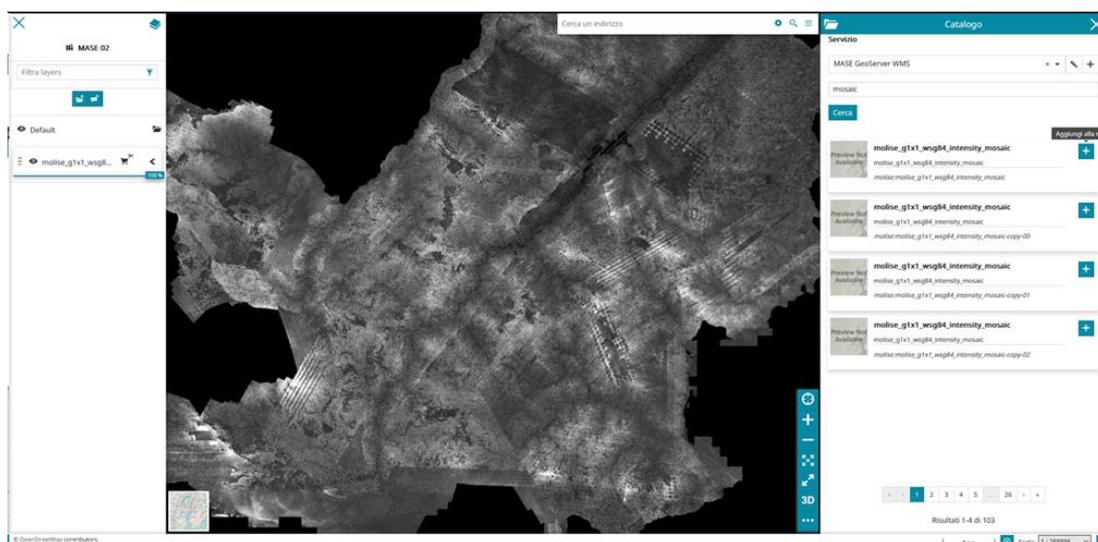


Figura 82 -analisi e manipolazione dei dati

- **Ritaglio del DTM/DSM:** una volta selezionato il modello di interesse, l'operatore può utilizzare strumenti di geoprocessing per ritagliare il DTM/DSM secondo l'AOI definita. Questo passaggio include l'elaborazione del modello per rimuovere gli eventuali artefatti e ottimizzare i dati per le analisi successive;

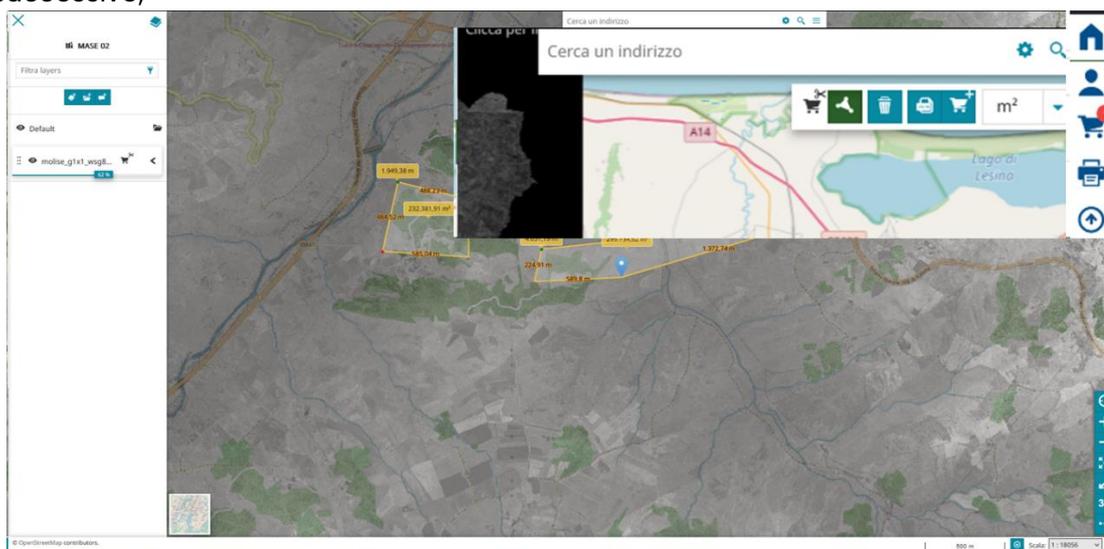


Figura 83 - Ritaglio del DTM/DSM

- **download dei dati:** l'operatore può scaricare i dati ritagliati in formati utilizzabili per applicazioni esterne o per ulteriori analisi. La Web App offre anche opzioni per esportare i dati in vari formati compatibili con altri software GIS;
- **documentazione e reporting:** l'operatore ha la possibilità di documentare le attività svolte, generare report e condividere i risultati con altri membri del team o stakeholder

2.6.2.1.4.2 Use Case: Utilizzo funzionalità della Geospatial Platform tramite meccanismi di Interoperabilità

Il caso d'uso descritto enfatizza il ruolo della Geospatial Platform come fulcro per l'attivazione di servizi da parte di sistemi federati, attraverso l'uso di meccanismi di interoperabilità garantiti dalla Integration Platform. Questa sinergia consente l'accesso e l'utilizzo di modelli e algoritmi avanzati, gestiti dalla Intelligence Platform, per l'elaborazione e l'analisi di dati geospaziali.

4. **Attivazione del servizio:** sistemi federati esterni iniziano il processo attivando servizi sulla Geospatial Platform tramite la Integration Platform, che funge da ponte comunicativo;
5. **accesso e normalizzazione dei dati:** la Geospatial Platform riceve e condivide dati geospaziali da varie fonti, inclusi i sistemi federati. Questi dati sono normalizzati per assicurare uniformità e compatibilità attraverso l'uso di standard OGC;
6. **esecuzione geoprocessing:** utilizzando la Intelligence Platform, i dati vengono elaborati con algoritmi sofisticati per trasformarli in informazioni utili, come analisi predittive o identificazione di tendenze;
7. **fornitura di risultati analitici:** i risultati dell'elaborazione sono poi forniti ai sistemi federati, attraverso i servizi OGC, permettendo loro di sfruttare elementi di conoscenza approfonditi per applicazioni specifiche.

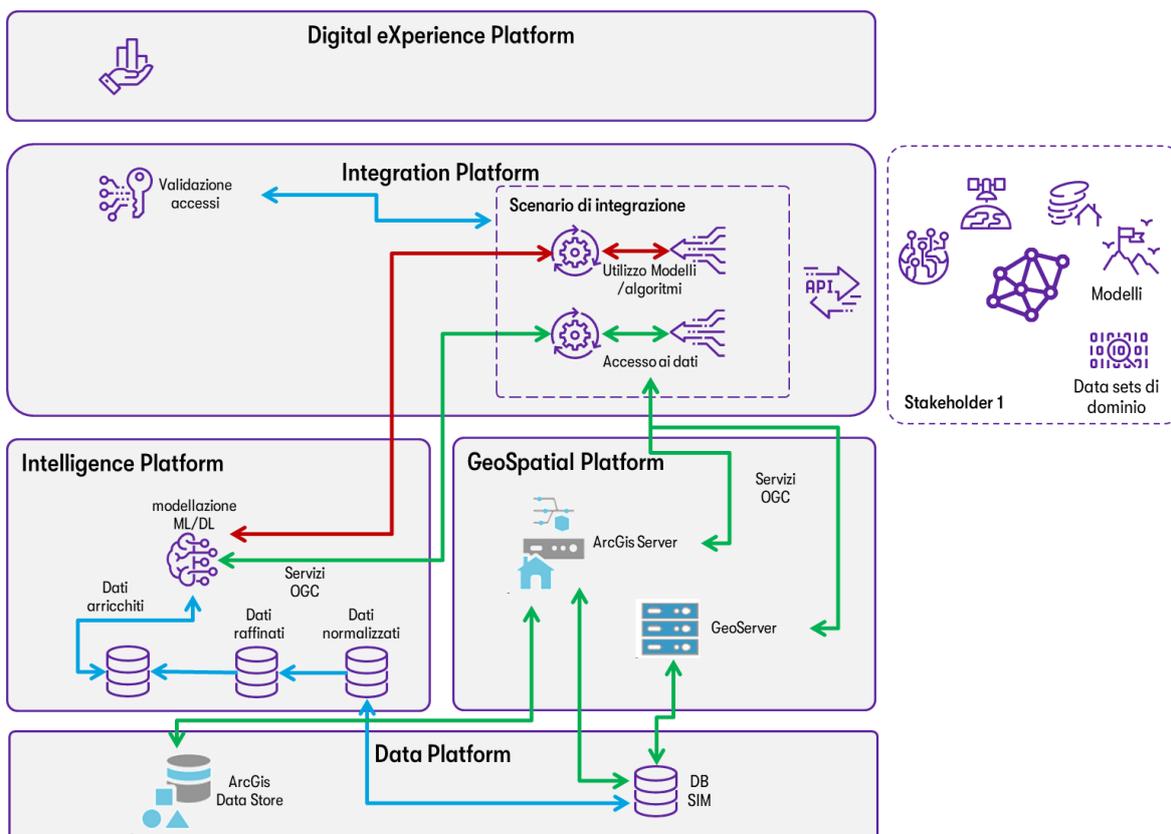


Figura 84 - Utilizzo funzionalità della Geospatial Platform tramite meccanismi di Interoperabilità

Lo use case che segue prevede l'uso di modelli di ML/DL al fine di monitorare e predire l'evoluzione di parametri ambientali in un'area soggetta ad un evento di dispersione di sostanze chimiche. La casistica che segue rientra nel capitolo Rilevazione dei danni post evento – CU.V.5.3" del Progetto SIM.

La Protezione Civile, interfacciando il SIGE (Sistema Informativo per la Gestione Emergenze)²⁸ all'Integration Platform di SIM estrae informazioni relative all'area in esame, il numero di residenti presenti e l'elenco di quelle strutture strategiche/critiche che devono essere monitorate.

Le centraline di monitoraggio in tempo reale installate nell'area arricchiscono il corredo dei dati grazie al censimento puntuale e multi-temporale.

Queste informazioni vengono inserite in un modello di ML del SIM che riesce a prevedere l'evoluzione della dispersione nel tempo di agenti tossici, valutandone anche l'impatto presente e futuro sulla popolazione, nonché sui principali parametri ambientali quali, ad esempio, qualità dell'acqua e dell'aria.

²⁸ <https://rischi.protezionecivile.gov.it/it/sismico/attivita/pianificazione-dellemergenza-e-scenari-da-danno/>

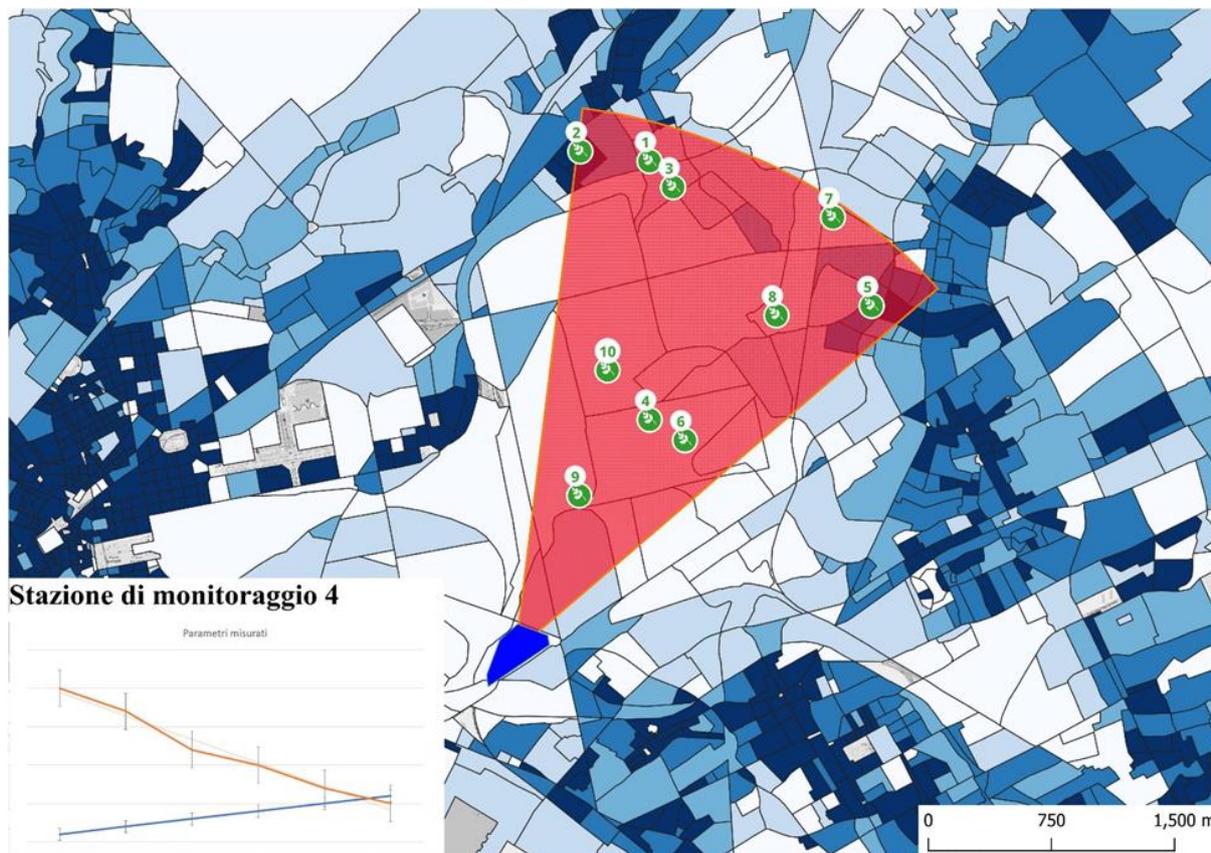


Figura 85 - modello di ML del SIM

Di seguito si riporta un esempio di flusso di lavoro:

1. ricezione dal SIGE dati sull'evento;
2. lettura dei dati delle centraline di monitoraggio relative ai parametri ambientali;
3. estrazione dal DB SIM dei dati relativi alla popolazione residente ed ai POI (Point of Interest) nell'area in esame;
4. gestione del set di dati precedentemente individuato attraverso l'uso di algoritmi di ML/DL al fine di rilavare l'evoluzione dell'area sottoposta ad analisi.

2.6.2.1.4.3 Use Case: Utilizzo funzionalità della Geospatial Platform tramite Client QGIS

Questo caso d'uso si propone di evidenziare come il client cartografico QGIS possa essere integrato con la Geospatial Platform per massimizzare le sue potenzialità di visualizzazione, analisi e gestione dei dati cartografici. L'integrazione di QGIS con la Geospatial Platform è finalizzata a sfruttare la sua ampia diffusione, la facilità di utilizzo e la sua natura aperta alle personalizzazioni per offrire agli utenti un'esperienza avanzata e su misura nel trattamento dei dati geospaziali.

8. **Configurazione e connessione:** L'utente inizia configurando QGIS per connettersi alla Geospatial Platform. Questo avviene attraverso l'interfaccia OGC per interagire con il

componente GeoServer, o tramite l'interfaccia proprietaria ArcGIS REST API per collegarsi ai servizi ArcGIS;

9. **accesso e visualizzazione dei dati:** con la connessione attiva, QGIS funge da client per accedere, visualizzare e lavorare con i dati geospaziali messi a disposizione dalla Geospatial Platform, inclusi i servizi di ArcGIS MapServer e FeatureServer, nonché i servizi analoghi ospitati su GeoServer;
10. **editing e personalizzazione delle mappe:** utilizzando gli strumenti di editing di QGIS, gli utenti possono modificare i dati geospaziali e sfruttare le avanzate funzionalità di progettazione e stilizzazione delle mappe per creare rappresentazioni cartografiche che possono essere condivise attraverso la Geospatial Platform;
11. **utilizzo degli standard OGC:** QGIS supporta gli standard OGC come WMS e WFS, permettendo agli utenti di accedere ai servizi web OGC forniti dalla Geospatial Platform, favorendo un'ampia interoperabilità e integrazione dei dati;
12. **gestione dei dati:** Gli utenti possono importare dati in formati supportati da ArcGIS o esportare dati da QGIS in formati utilizzabili all'interno della Geospatial Platform, facilitando la condivisione e la manipolazione dei dati tra sistemi;
13. **estensione delle funzionalità con plug-in:** infine, QGIS può essere personalizzato e ampliato attraverso l'uso di plugin supportati dalla community o sviluppati ad hoc, per rispondere a esigenze specifiche e arricchire le capacità analitiche e di gestione dei dati all'interno della Geospatial Platform.

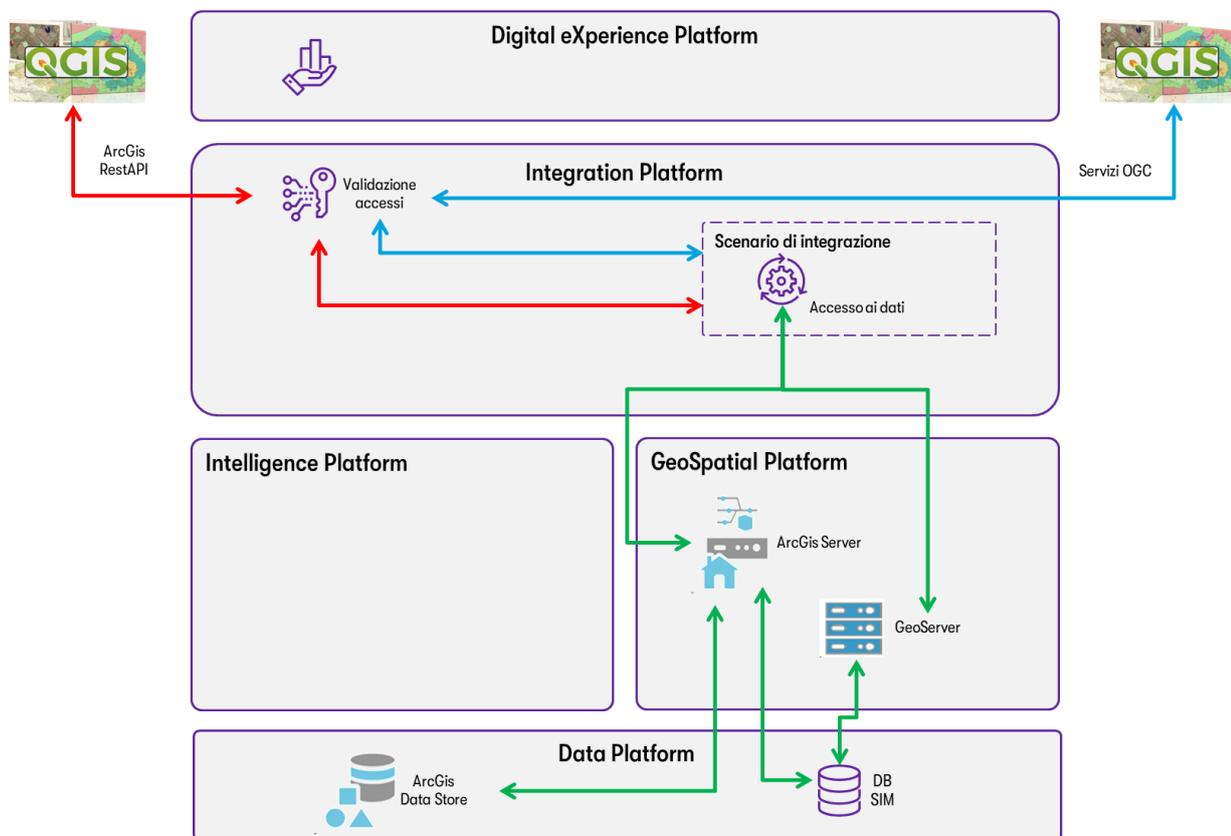


Figura 86 -Utilizzo funzionalità della Geospatial Platform tramite Client QGIS

Lo use case di seguito riportato riprende i punti precedentemente esposti contestualizzandoli in una attività di analisi tipica dell'ambito GIS desktop. In particolare, si farà riferimento all'applicazione del Metodo SHORTCUT²⁹, metodo usato nelle "Linee Guida per la predisposizione del piano di emergenza esterna di cui all'articolo 21, comma 6, del decreto legislativo 26 giugno 2015, n. 105"³⁰; linee guida che regolano la redazione del Piano di Emergenza Esterno in caso di incidente rilevante.

La casistica presa in esame rientra nel capitolo *Supporto alla gestione delle emergenze – CU.V.5.2* del SIM.

Gli organi preposti ad individuare la popolazione da evacuare a seguito dell'incidente interrogano, con l'ausilio di QGIS, i servizi OGC di tipo WFS erogati dall'Integration Platform del SIM al fine di estrarre dati relativi allo stoccaggio di elementi chimici di rischio. Grazie a queste informazioni ed al perimetro dell'impianto industriale si definisce la distanza di danno³¹.

²⁹ Il Metodo SHORTCUT è finalizzato alla stima speditiva delle conseguenze di eventi incidentali rilevanti. <http://www.isprambiente.gov.it/contentfiles/00003400/3472-mlg-35-2006.pdf>

³⁰ <https://www.protezionecivile.gov.it/static/9277e3c98fec89b1c8cc4b3a762a5c42/parte-1-linee-guida-la-pianificazione-dellemergenza-esterna-degli-stabilimenti-industriali-rischio-di-incidente-rilevante.pdf>

³¹ Pagina 108: estratto da "ALLEGATO 1: DISTANZE DI DANNO" del Metodo SHORTCUT

Con l'utilizzo della funzione di buffer di QGIS si calcola l'area entro cui ricade la popolazione da evacuare.

Invocando nuovamente i servizi OGC relativi alle celle censuarie di ISTAT, grazie ad una select by location è possibile estrarre le sole celle censuarie che ricadono nell'area precedentemente individuata. A questo punto con semplici operazioni di group by sarà possibile quantificare la popolazione residente ricadente nell'area.

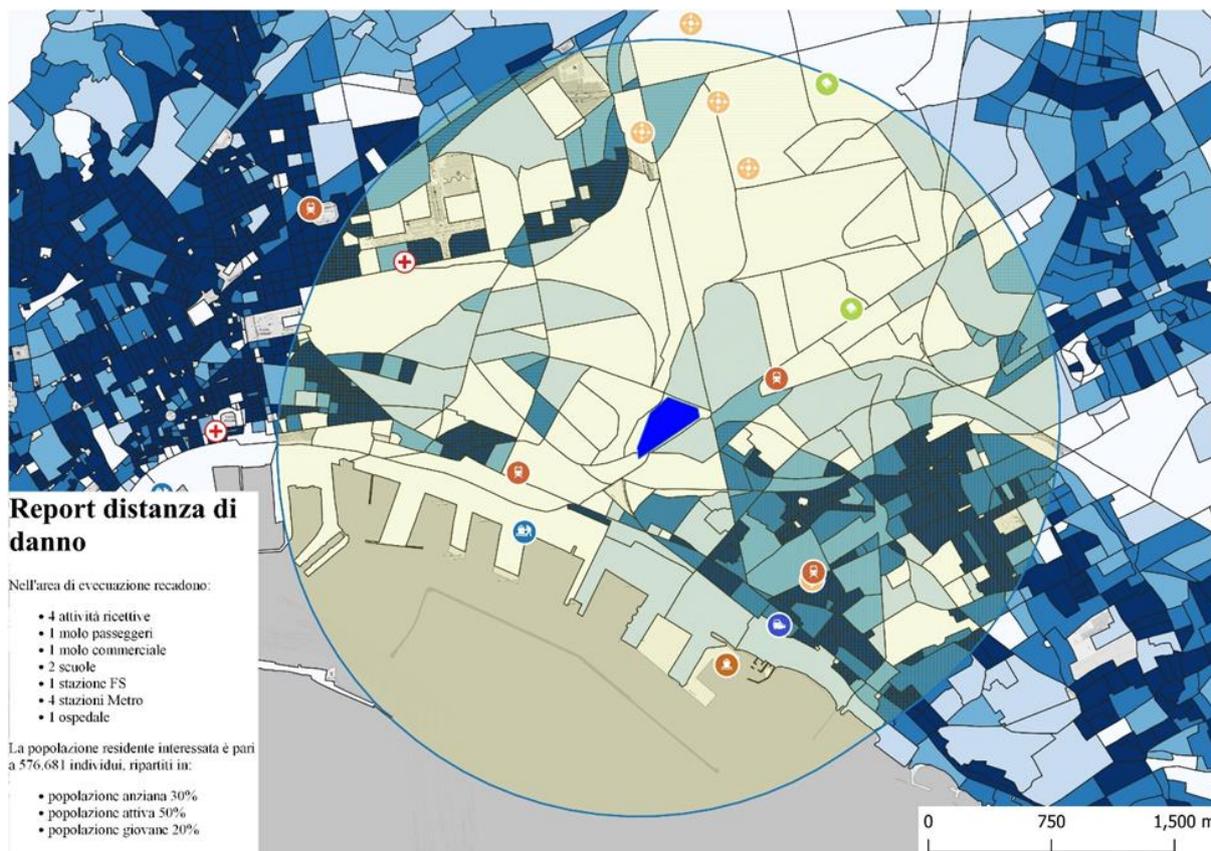


Figura 87 - select by location

Alla popolazione residente, qualora il dato sia presente in SIM, va aggiunta quella di transito; cioè quella che è presente presso le strutture ricettive, presso le strutture ospedaliere, presso le strutture scolastiche o che sta usando le infrastrutture di trasporto.

Ulteriori richieste ai servizi OGC consentiranno di avere un chiaro quadro della popolazione coinvolta in modo da poter individuare e dimensionare nella maniera più corretta le aree di accoglienza degli sfollati.

Di seguito si riporta il flusso di analisi per step evolutivi:

1. interrogazione del servizio OGC WFS che espone i dati di ISTAT, con il poligono dell'area da evacuare al fine di estrarre le celle censuarie coinvolte;

2. analisi statistiche sui dati di popolazione residente al punto 1, finalizzate ad evidenziare la stima della popolazione residente da evacuare, all'occorrenza differenziandola per fasce di età;
3. interrogazione del servizio OGC WFS che espone informazioni sui POI (Point of Interest), finalizzata all'individuazione di strutture strategiche/critiche, come gli ospedali, da evacuare in via prioritaria e con piani appositi di redistribuzione dei pazienti;
4. interrogazioni di servizi collegati alle celle telefoniche, se presenti in SIM, al fine di individuare la popolazione in transito nell'area al momento dell'incidente e che si andrà a sommare alla popolazione residente da evacuare.

2.6.2.1.4.4 Use Case: Utilizzo funzionalità della Geospatial Platform tramite Client ArcGIS PRO

Questo caso d'uso si propone di evidenziare come sia possibile conciliare l'uso congiunto di ArcGIS Pro e la Geospatial Platform, sfruttando le capacità analitiche e di visualizzazione di ArcGIS Pro insieme alla vasta gamma di dati e servizi del SIM. Questa integrazione è essenziale per quei contesti che necessitano di unire le funzionalità avanzate di un GIS proprietario già operativo e inserito nei processi di servizio dell'Ente con la ricchezza dei contenuti informativi del SIM, attraverso meccanismi di interoperabilità standard realizzati secondo le specifiche OGC.

14. **Configurazione e Connessione:** l'utente inizia configurando ArcGIS Pro per interfacciarsi con la Geospatial Platform. Questo passaggio fondamentale consente l'accesso a un'ampia gamma di dati geospaziali e servizi attraverso standard OGC e API proprietarie, integrando l'ambiente desktop con risorse geospaziali estese;
15. **creazione e gestione del progetto:** il lavoro in ArcGIS Pro è organizzato in progetti, che fungono da contenitori per elementi come mappe, layout e connessioni. Questi progetti possono essere orientati a vari obiettivi operativi, come l'analisi di immagini satellitari o la modellazione di relazioni topologiche, e possono essere gestiti individualmente o in collaborazione;
16. **accesso e visualizzazione dei dati:** con la connessione attiva, ArcGIS Pro funge da client per accedere, visualizzare e lavorare con i dati geospaziali messi a disposizione dalla Geospatial Platform, inclusi i servizi di ArcGIS MapServer e FeatureServer, nonché i servizi analoghi ospitati su GeoServer;
17. **raccolta e elaborazione dei dati:** dopo la raccolta dei dati necessari, segue l'elaborazione, che può beneficiare di tecniche avanzate di Machine Learning e AI per compiti come classificazione e analisi predittiva;
18. **editing e personalizzazione delle mappe:** con gli strumenti di ArcGIS Pro, gli utenti modificano e personalizzano i dati geospaziali, creando mappe dettagliate. Queste rappresentazioni cartografiche possono essere utilizzate internamente e non sono destinate alla condivisione;
19. **verifica, modifica e consolidamento:** le mappe e i contenuti cartografici sono sottoposti a un rigoroso processo di revisione e modifica per garantire la qualità. Una volta verificati, i contenuti vengono consolidati nel progetto di ArcGIS Pro;
20. **gestione dei dati:** gli utenti possono importare dati in formati supportati da ArcGIS o esportarli in formati utilizzabili all'interno della Geospatial Platform, facilitando la condivisione e la manipolazione dei dati tra sistemi.

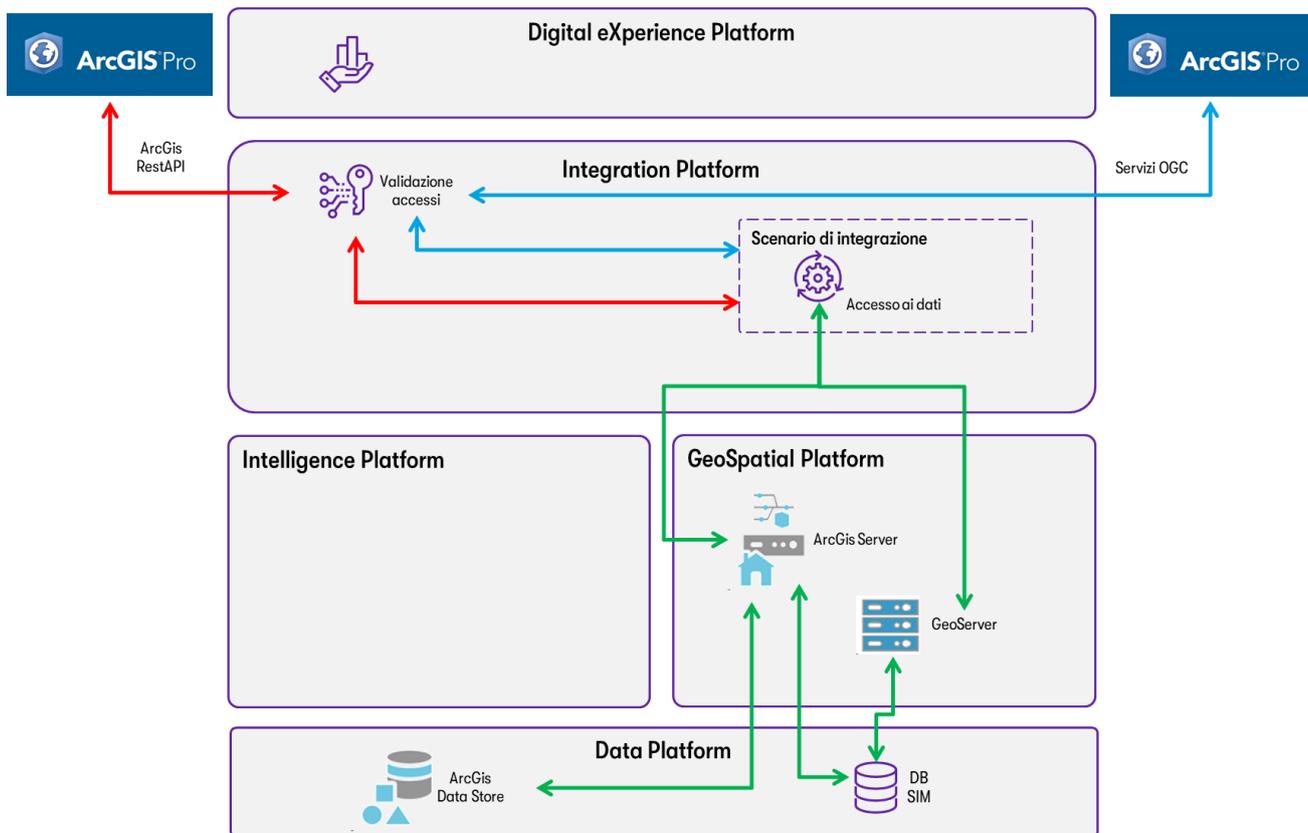


Figura 88 - 2.6.2.1.4.4 Use Case: Utilizzo funzionalità della Geospatial Platform tramite Client ArcGIS PRO

Lo use case che segue prevede l'uso di modelli matematici al fine di affinare l'individuazione dell'aria di ricaduta delle sostanze tossiche nelle ore successive un evento critico di fuga di sostanze tossiche da un sito industriale a seguito di un incendio. La casistica che segue rientra nel capitolo *Supporto alla gestione delle emergenze – CU.V.5.2* del SIM.

Il Nucleo N.B.C.R dei Vigili del Fuoco, con l'ausilio di ArcGIS Pro, connettendo i propri sistemi all'Integration Platform SIM, estrae informazioni relative all'area di evacuazione prescritta dalla normativa, il numero di residenti presenti evacuati e l'elenco di quelle strutture strategiche/critiche che devono essere bonificate.

Grazie ad opportuni modelli matematici che mettono insieme informazioni inerenti alla morfologia del luogo ed i dati meteo-climatici si individua il cono di ricaduta delle sostanze tossiche verificando che, nel caso in esame, questo si estende di molto oltre l'area già evacuata. Ciò comporterà la ripermetrazione dell'area e quindi l'evacuazione di ulteriori residenti pianificando interventi nella ulteriore porzione di territorio individuata.

L'individuazione della popolazione seguirà lo stesso flusso di analisi esposto nel precedente capitolo, quindi:

1. interrogazione del servizio OGC WFS che espone i dati di ISTAT, con il poligono dell'area da evacuare al fine di estrarre le celle censuarie coinvolte;
2. analisi statistiche sui dati di popolazione residente al punto 1, finalizzate ad evidenziare la stima della popolazione residente da evacuare, all'occorrenza differenziandola per fasce di età;
3. interrogazione del servizio OGC WFS che espone informazioni sui POI (Point of Interest), finalizzata all'individuazione di strutture strategiche/critiche, come gli ospedali, da evacuare in via prioritaria e con piani appositi di redistribuzione dei pazienti;
4. interrogazioni di servizi collegati alle celle telefoniche, se presenti in SIM, al fine di individuare la popolazione in transito nell'area al momento dell'incidente e che si andrà a sommare alla popolazione residente da evacuare.

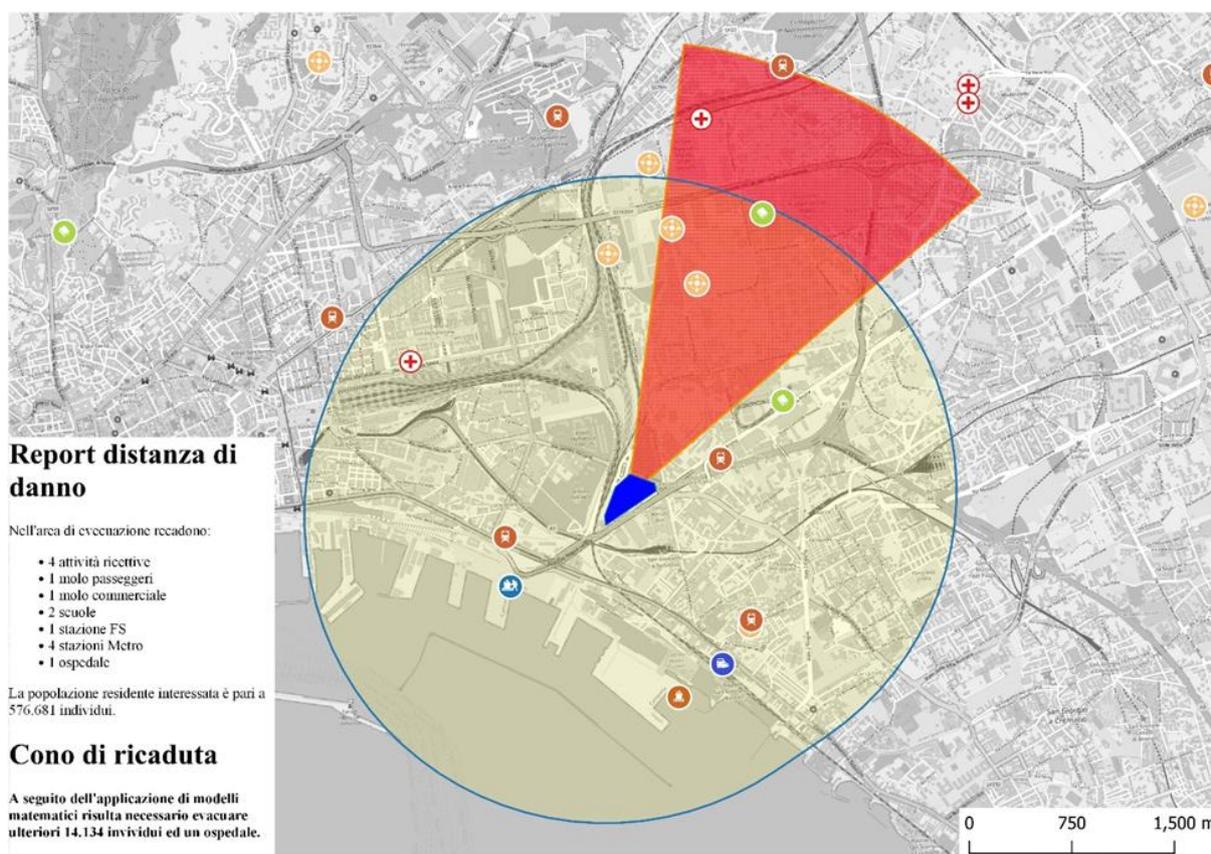


Figura 89 – Report distanza danno

2.6.2.2 IAM

Il servizio di Identity & Access Management è deputato a garantire un'autenticazione che sia perfettamente conforme con le indicazioni correnti in termine di sicurezza degli accessi a sistemi informatici delle PP.AA. e ad assicurare la possibilità di profilare in modo granulare le capacità di utilizzo di ciascun utente e l'accesso a diversi livelli di fonti informative.

In linea con il percorso di adesione al cloud dell'intero sistema SIM, il servizio IAM è erogato dal SIM in modalità PaaS, ovverosia nella messa a disposizione di una piattaforma in grado di fornire elementi applicativi e middleware come servizio, astruendo dall'infrastruttura sottostante. È il MASE, in qualità di *provider* per tutte le Amministrazioni che hanno accesso al SIM, che si fa carico di gestire l'infrastruttura sottostante, comprensiva degli strumenti di automation e orchestration.

Il servizio di PaaS IAM, così come tutti i servizi PaaS previsti nel SIM, prevede quindi un approccio di governo di tutte le singole componenti che, insieme, permettono di avere a disposizione una suite, una platform, completa, sicura, scalabile e affidabile.

Questo servizio IAM si aggiunge a quello che garantisce i diritti di accesso alle componenti tecniche in ambito cloud (IaaS, PaaS, console unica di gestione, etc.), in modo da avere a disposizione un servizio di Identity Management **applicativo** che consente di gestire in modo unificato e centralizzato l'autenticazione e l'autorizzazione per la messa in sicurezza delle applicazioni che sono presenti nel PSN.

Tale servizio è pensato per integrare in modo facile e nativo le differenti esigenze di autenticazione e autorizzazione ad oggi previste all'interno del Codice dell'Amministrazione Digitale (CAD) e in accordo con le normative vigenti in materia di trattamento dati riportate nel General Data Protection Regulation (GDPR).

Il servizio mette a disposizione le seguenti funzionalità:

- credenziali uniche di accesso alle applicazioni in perimetro e presidio efficace dei punti di accesso;
- implementazione di policy di cambio password, autenticazione a due fattori o semplicemente auditing e monitoring dei log di accesso;
- profilazione e segregazione delle informazioni in funzione dei propri privilegi: l'approccio di base si concentra sulla creazione del "need-to-know". Le informazioni sensibili sono rese disponibili solo a quelle persone dotate di adeguate autorizzazioni e di un "need-to-know" di tali informazioni per l'esercizio delle loro funzioni;
- profilazione avanzata per la gestione dell'accesso a funzioni e/o risorse (per esempio è possibile definire profili in sola lettura su set specifici di informazioni oppure profili che possono solo inserire nuove informazioni ma non possono modificare informazioni esistenti)
- controllo della diffusione delle informazioni: c'è una ragionevole probabilità che maggiori restrizioni sulla diffusione di informazioni sensibili riduca le possibilità di fughe di notizie ("need-to-share").

I principali moduli funzionali disponibili all'interno del servizio IAM fornito sono:

- Identity Management & Governance: è responsabile per la gestione del ciclo di vita delle identità digitali, gestisce la creazione, la modifica o la cancellazione delle identità, i loro attributi e il rapporto tra identità e attributi all'interno del sistema IAM. Inoltre, è responsabile per la gestione del ciclo di vita dei ruoli e dei diritti di accesso per gestire le risorse di amministrazione;

- Access Control & Management: è responsabile di gestire l'assegnazione dei diritti di accesso alle identità e l'esecuzione dei diritti di accesso su sistemi finali;
- Credential Management: è responsabile per la gestione del ciclo di vita delle credenziali delle identità e la gestione dei relativi eventi, come la creazione, blocco, sblocco, etc.;
- Multi Factor Authentication: gestisce gli schemi di autenticazione utilizzati sul sistema IAM multifattore (gestione delle password, OTP Token, Smart Card, etc.). Per garantire la sicurezza dell'intera filiera applicativa il sistema di autenticazione multi-fattore garantisce i livelli di sicurezza definiti all'interno della norma ISO/IEC DIS 29115;
- Logging & Reporting: è il componente responsabile di raccogliere, correlare e normalizzare tutte le informazioni gestite dal sistema IAM per generare report anche per uso amministrativo;
- Federation Services: rappresentano i servizi di federazione verso Identity Provider esterni garantendo la piena compatibilità con i più diffusi sistemi di autenticazioni federati (SPID, eIDAS, CNS, etc.). In particolare, con l'introduzione dello SPID (Sistema Pubblico di Identità Digitale) promosso dall'Agenzia per l'Italia Digitale (AgID), il servizio proposto consente di accedere con un unico login ai diversi servizi on line di tutti i soggetti pubblici e privati che adottano questo sistema di autenticazione. Il servizio SPID Enabling consente di connettere e abilitare i servizi web di aziende pubbliche e private al sistema di autenticazione SPID basandosi su un gateway di federazione SAML 2.0 nel quale sono state implementate le logiche e le specifiche tecniche SPID e abilita a un sistema di autenticazione federato verso tutti gli Identity Provider accreditati AgID.

Architettura Funzionale

Tra i servizi principali messi a disposizione dal framework IAM ci sono:

- Gestione Identità: gestione del ciclo di vita, dal rilascio dell'identità fino alla sua cessazione;
- Gestione Credenziali utente: creazione, modifica, cancellazione delle credenziali;
- Autenticazione utente: verifica dell'identità dell'utente. Tra i servizi avanzati di autenticazione ci sono la multi-factor authentication (MFA) o l'autenticazione con servizi federati come SPID e CIE;
- Autorizzazione utente: garantisce che a un utente venga concesso il livello e il tipo corretti di accesso ad una determinata risorsa;
- Reporting: possibilità di registrare le attività degli utenti nella piattaforma IAM;
- Single Sign On: gli utenti effettuano un'autenticazione della loro identità su un solo portale invece che su differenti risorse.

Le figure seguenti sono esemplificative delle pagine previste per l'accesso e la gestione delle utenze.

A livello grafico le pagine potranno essere riorganizzate in termini di layout al fine di allinearsi a uno stile di navigazione e/o gestione comune alle varie sezioni previste nell'alberatura del portale SIM.

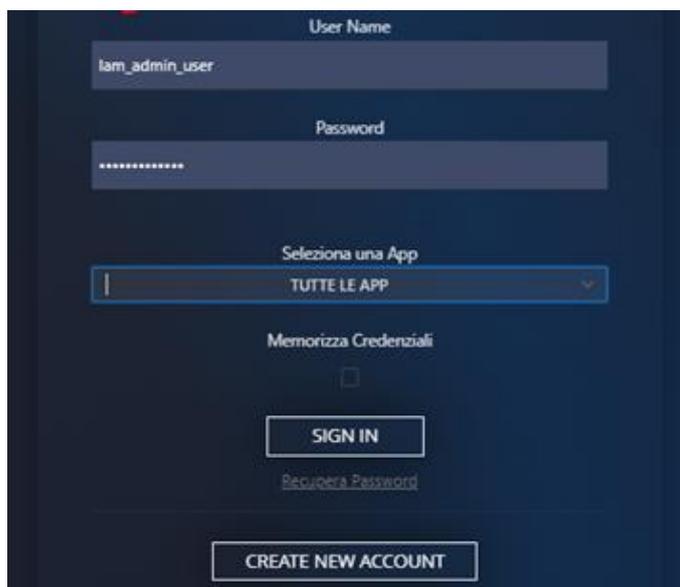


Figura 90 – Esempio di login sul sistema IAM

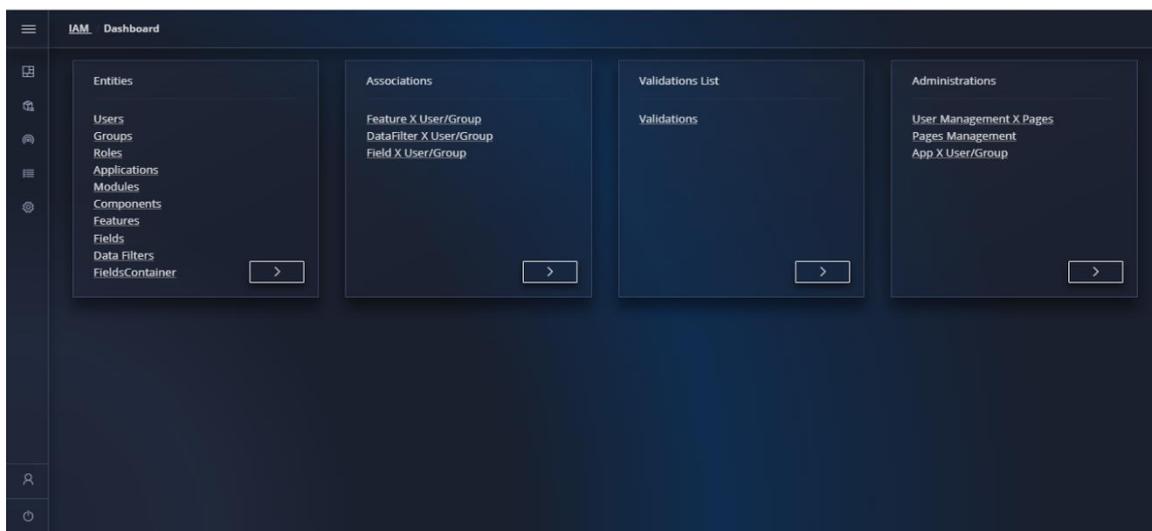


Figura 91 – Esempio di login sul sistema IAM

A solo titolo esemplificativo di una configurazione minimale di accesso al portale, è previsto che ci siano almeno i seguenti profili:

- l'AUTHENTICATOR, che soprintende alle politiche di autenticazione degli utenti;
- il CAPABILITIES VERIFIER, che ha in carico la verifica delle capacità operative dell'utente connesso;
- ANONIMO, che rappresenta un generico accesso senza credenziali.

Nel corso del processo di delivery dell'intera piattaforma IAM, è previsto che vengano redatte le policy di accesso e controllo degli accessi che saranno condivise con tutte le PP.AA., sia per presa visione sia per accettazione delle condizioni d'uso, a tutela e salvaguardia delle credenziali di tutti gli stakeholder coinvolti che accederanno alla piattaforma.

Architettura tecnica

La soluzione sarà distribuita tramite container all'interno del cloud del SIM.

La soluzione è basata su due prodotti principali:

- Keycloak per tutte le funzionalità standard previste nello IAM. La versione rilasciata sul SIM è una versione custom, realizzata ad hoc per permetterne un impiego esteso;
- Eid-gateway, prodotto dedicato alla gestione dei Federation Services.

La figura seguente schematizza le componenti principali del sistema IAM rappresentate secondo uno schema logico-funzionale.

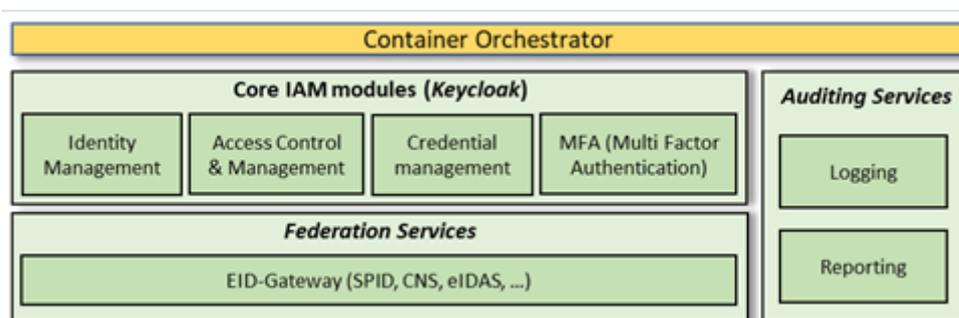


Figura 92 - Le componenti della piattaforma PaaS IAM

Ancora più in dettaglio, i sotto-moduli presenti nella soluzione sono i seguenti:

- Identity Management Keycloak: supporta la gestione del ciclo di vita rilascio dell'identità;
- Access Control & Management Profile Manager: consente la gestione dei diritti di accesso e convalida degli stessi;
- Credential Manager Keycloak: consente la gestione delle credenziali e del ciclo di vita delle stesse;
- Multy Factor Authentication Keycloak e eID-gateway - keycloak supporta nativamente l'integrazione con TOTP/HOTP via Google Authenticator o FreeOTP. In caso di integrazione con SPID, i vari identity provider mettono a disposizione differenti meccanismi di MFA;
- Logging e Reporting - Keycloak supporta nativamente un ricco set di funzioni di audit. La componente di front-end IAM fornirà un'interfaccia custom ai dati di log e audit memorizzati da Keycloak;
- Federation services eID-gateway: gestisce integrazione con SPID e CIE (in rilascio l'integrazione anche con eIDAS e CNS).

Componenti principali della soluzione

La figura seguente vuole rappresentare, tramite dei flussi, i legami logici che uniscono i box con cui è possibile rappresentare il sistema, assimilandolo a dei container/POD.

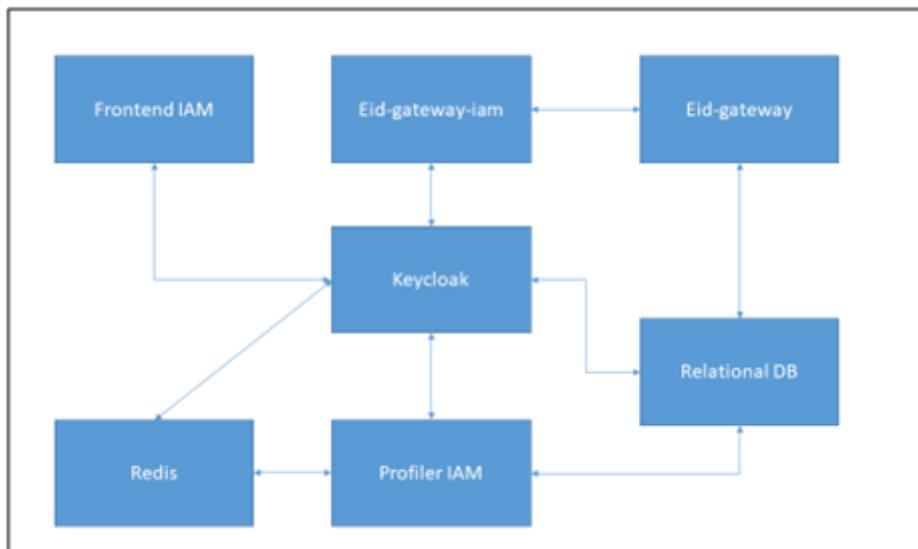


Figura 93 - Le componenti principali della soluzione tecnologica

Al fine di dare maggiore visibilità ad alcuni aspetti di personalizzazione realizzati per lo IAM del SIM, di seguito sono elencati i blocchi di Keycloak su cui si è agito in personalizzazione:

- Keycloak;
- Front end IAM;
- Profiler IAM;
- Redis;
- Relational DB;
- l'Eid-gateway è composto dai seguenti blocchi:
 - eid-gateway;
 - eid-gateway-iam;
 - Relational DB.

L'ultima voce del punto elenco precedente mette in evidenza la presenza della componente DB, che per il SIM è rappresentata da PostgreSQL, la cui logica di impiego all'interno del PaaS IAM è rappresentata secondo la vista logica della figura seguente.

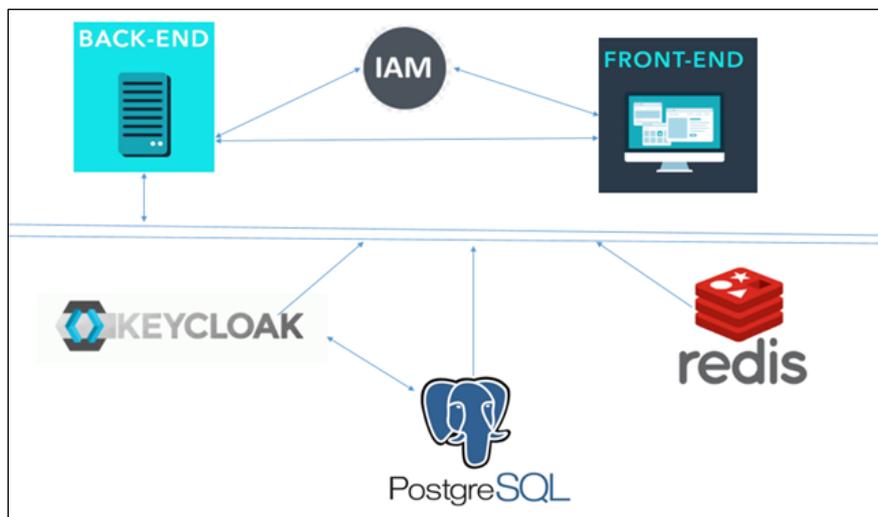


Figura 94 - Architettura della soluzione IAM

Per dare maggiore visibilità tecnico-operativa al processo di AAA del sistema IAM, nei passaggi che seguono si sintetizza come lo IAM si occupa di gestire l'autenticazione e le autorizzazioni legate all'utente corrente.

In particolare, l'autenticazione viene effettuata sfruttando le funzionalità del componente Keycloak che rilascia dei token e gestisce la validità degli stessi.

I token rilasciati da Keycloak vengono memorizzati nella cache interna del back end e nella cache del servizio Redis e su ogni token vengono associate altre informazioni di contorno utili alla profilazione.

Il servizio di back-end permette di limitare l'operabilità dell'utente in determinate entità dello IAM secondo i permessi che sono stati assegnati all'utente o al gruppo di appartenenza dell'utente.

In alternativa è possibile effettuare l'autenticazione direttamente su Keycloak per sfruttare ad esempio le funzionalità di multi factor authentication.

Il token ottenuto potrà essere utilizzato per richiamare le API esposte dal back end e ottenere informazioni aggiuntive sui permessi assegnati all'utente.

2.6.2.2.1 Utilizzo nei verticali

I componenti verticali contattano il componente IAM per ottenere l'autenticazione al sistema e tutte le autorizzazioni associate all'utente autenticato.

L'integrazione con i verticali basati su Liferay (digital experience platform) con il sistema di autenticazione, avviene utilizzando il protocollo standard OpenID Connect (OIDC).

A questo proposito è creato su Liferay un opportuno provider di autenticazione personalizzato, configurando il client OpenID Connect.

Dopo la fase di login, una volta ottenuto dal sistema di autenticazione un access token, può essere effettuato l'accesso ai dati di profilazione avanzata, interrogando le api REST del Back-end IAM (Profilazione).

2.6.2.3 Document platform

Il SIM accoglierà una quantità di dati enorme, grazie alla condivisione di contenuti garantita dall'ampiezza dell'ecosistema coinvolto.

Nella terminologia adottata anche in questa progettualità, per dato si intende un'informazione (quasi) atomica che rappresenta a livello puntuale uno dei molteplici aspetti del territorio, ma esistono anche altri "dati", anch'essi importanti, che includono nel concetto di dato anche un "documento" digitale. Le tipologie di documenti che possono essere gestiti, revisionati, visionati e condivisi sono molteplici: reference guide, standard di processo/procedurale, standard codificati a livello internazionale, bollettini, report, ecc. Ogni informazione che permette di conoscere l'andamento e l'evoluzione di un evento è considerata un dato utile all'ecosistema SIM e alle persone che lo utilizzano.

È per questo motivo che, all'interno del SIM, sono previste due piattaforme denominate Document Manager e Dossier Manager, le quali sono in grado di gestire questi dati e il loro ciclo di vita, garantendo su essi il massimo livello di affidabilità e usabilità.

2.6.2.3.1 Document Manager

Il servizio di "Document Manager" è quello che ha come funzione principale la gestione dei documenti (nei formati più comuni) e li rende disponibili su richiesta gestendo l'accesso e le autorizzazioni. Il Document Manager (DM) ha quindi lo scopo di organizzare e gestire in modo efficiente grandi quantità di dati di natura documentale.

Attraverso il DM è possibile archiviare, indicizzare e recuperare facilmente una vasta gamma di documenti e informazioni correlati al territorio, come mappe, report, immagini e video, ma anche reference guide, standard codificati a livello internazionale, bollettini, report, policy e documentazione riservata della singola PA che abbia un valore per il SIM.

Il DM consente di avere un accesso rapido e intuitivo a tutti gli asset documentali della soluzione SIM, consentendo una migliore presa di decisioni. Il DM introduce numerosi vantaggi all'interno della soluzione, più in dettaglio:

- solide funzionalità di collaborazione: più utenti possono lavorare contemporaneamente sugli stessi documenti, annotare i file, condividere informazioni e tenere traccia delle modifiche. Questa funzionalità promuove una comunicazione efficiente e una collaborazione sinergica tra i membri del team di monitoraggio del territorio, consentendo di condividere conoscenze e risorse in modo più rapido ed efficace;

- scalabile: completamente cloud native, la componente ha caratteristiche di alta scalabilità e può essere facilmente adattata alle esigenze crescenti di un sistema di monitoraggio del territorio;
- sicurezza: per proteggere i dati sensibili e garantire la conformità alla normativa vigente. La componente è in grado di stabilire ruoli e autorizzazioni per gli utenti, in modo che solo le persone autorizzate possano accedere ai dati rilevanti. Inoltre, vengono registrate le attività degli utenti per garantire la tracciabilità e l'audit dei dati.

La tecnologia impiegata è Alfresco ECM, largamente impiegata con successo nelle PP.AA. anche per le sue caratteristiche di SW che nasce con codice aperto. La componente di Document Manager si compone dei sotto-moduli:

- DM Repository: il modulo principale che fornisce la funzionalità di base per la gestione dei contenuti. Include funzioni come l'archiviazione, l'indicizzazione e il recupero dei documenti, nonché la gestione degli utenti e dei gruppi;
- DM Share: il modulo che consente agli utenti di condividere e lavorare insieme sui documenti e sui contenuti. Fornisce funzionalità come la condivisione di file, la creazione di siti di collaborazione, la gestione delle attività e la messaggistica integrata;
- DM Governance Services: il modulo che fornisce funzionalità di gestione dei record e di conformità normativa. Consente di definire politiche di conservazione dei documenti, di creare audit trail e di gestire il ciclo di vita dei record;
- DM Search Services: il modulo che offre funzionalità di ricerca avanzata per consentire agli utenti di individuare rapidamente e facilmente i contenuti desiderati. Supporta la ricerca full-text, la ricerca faceted e altre funzionalità di ricerca avanzate;
- DM Media Management: il modulo che consente di gestire e distribuire contenuti multimediali come immagini, video e audio. Fornisce funzionalità di gestione dei metadati, di conversione dei formati multimediali e di streaming dei contenuti;
- DM Intelligence Services: il modulo utilizza l'intelligenza artificiale e l'apprendimento automatico per fornire funzionalità avanzate come l'etichettatura automatica dei contenuti, l'analisi del sentiment e il suggerimento di contenuti correlati.

Alcuni dei servizi documentali messi a disposizione dalla piattaforma sono espressi nel punto elenco di seguito rappresentato:

- definizione del modello della struttura dell'archivio documentale coerentemente con il dominio applicativo;
- creazione, modifica e cancellazione di contenuti, metadati associati e relazioni;
- gestione delle policy di accesso ai contenuti;
- gestione di tag per singolo contenuto;
- gestione del versioning del documento;
- integrazione del sistema documentale dentro la gestione fascicolo;
- creazione di widget di documenti per aree tematiche/categorie;
- versionamento contenuti;
- ricerche per proprietà e/o per contenuto;

- Import/Export dei contenuti.

La flessibilità del prodotto garantisce che, nel tempo, potranno essere rese disponibili ulteriori funzionalità che potrebbero rendersi necessarie.

2.6.2.3.1.1 Utilizzo nei verticali

Il Document Manager offre un repository centralizzato per documenti, piani e altre risorse cruciali, semplificando l'accesso e la collaborazione tra gli stakeholder coinvolti nelle attività di controllo e gestione. La possibilità di organizzare e ricercare documenti in modo efficiente contribuisce a migliorare la pianificazione, la presa di decisioni e la comunicazione in tutti questi settori.

- **Controllo dell'Instabilità Idrogeologica:** il modulo può archiviare rapporti, mappe e documenti relativi al monitoraggio del terreno e alle indagini geotecniche, rendendoli facilmente accessibili per analisi e riferimenti futuri;
- **Agricoltura di Precisione:** consente di archiviare piani di coltivazione, manuali e documenti relativi alle pratiche agricole di precisione per un rapido accesso e riferimento;
- **Monitoraggio dell'Inquinamento Marino e Litorale:** permette di memorizzare relazioni, ricerche e documenti correlati all'inquinamento marino e litorale, semplificando la gestione e l'accesso alle informazioni ambientali;
- **Prevenzione di Illeciti Ambientali:** il modulo può essere utilizzato per raccogliere e archiviare segnalazioni di attività sospette e le relative prove, contribuendo alla documentazione e al processo di indagine;
- **Supporto alle Emergenze:** consente di archiviare piani di emergenza, mappe e procedure operative per una risposta coordinata alle situazioni di emergenza;
- **Gestione degli Incendi Boschivi e di Interfaccia:** il modulo può archiviare report di rischio degli incendi e piani di gestione, consentendo un accesso rapido alle informazioni critiche.
- **Gestione Documentale del Progetto SIM:** il document manager sarà utilizzato anche come repository documentale del progetto contenendo tutta la documentazione di progetto, come gantt, documenti di progettazione, contratti, interviste alle PA coinvolte.

2.6.2.3.1.2 Utilizzo come repository di progetto

Il Document Manager può fungere da mero repository di contenuti nei confronti di tutti quei moduli che hanno necessità di archiviare contenuti e informazioni in modo più o meno automatico e strutturato.

Esso fornisce anche però una serie di interfacce e modalità di utilizzo e navigazione attraverso DM Share permettendo la personalizzazione attraverso dashboards, la costruzione di siti dedicati a un particolare settore.

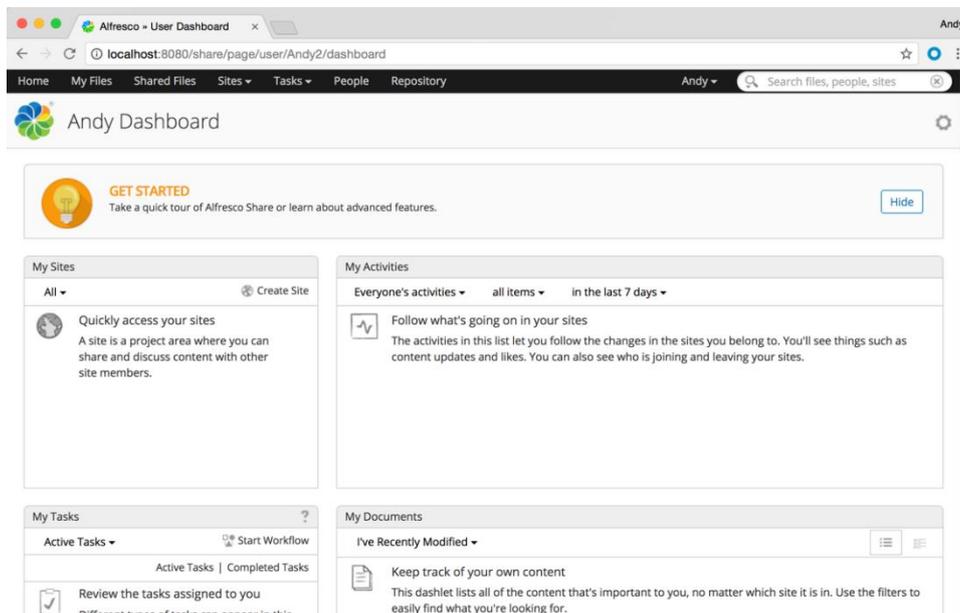


Figura 95 - Document Manager, dashboard page Alfresco

La toolbar di DM Share darà la possibilità all'utente di:

- navigare la dashboard personale: aprirà la dashboard utente (o una qualsiasi pagina stabilita come home page);
- gestire i file nella propria area personale: aggiungere, modificare, cancellare file e folder nella propria area personale. L'inserimento potrà avvenire con il classico upload oppure con la comoda funzione drag&drop;
- visualizzare in file in varie modalità;

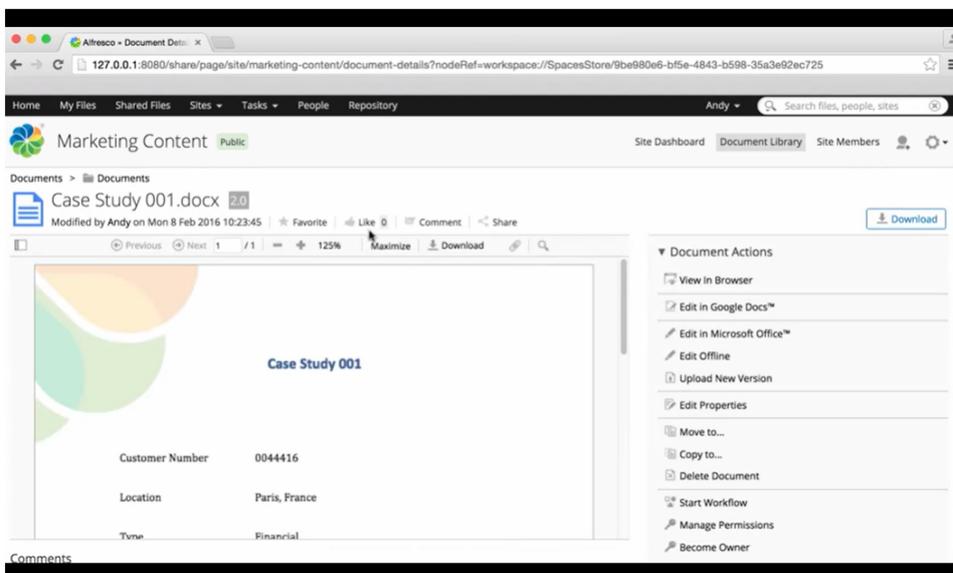


Figura 96 – Document Manager, workspace Alfresco

- condividere contenuti con altri utenti: è possibile condividere file con altri utenti attraverso un'area utente condivisa;
- gestire il proprio sito;
- gestire attività legate a processi;
- ricercare altri utenti e gruppi presenti sulla piattaforma;
- navigare il repository documentale in base ai propri permessi e autorizzazioni;
- gestire il proprio profilo utente in base alle autorizzazioni concesse;
- eseguire ricerche per trovare contenuti, utenti oppure siti.

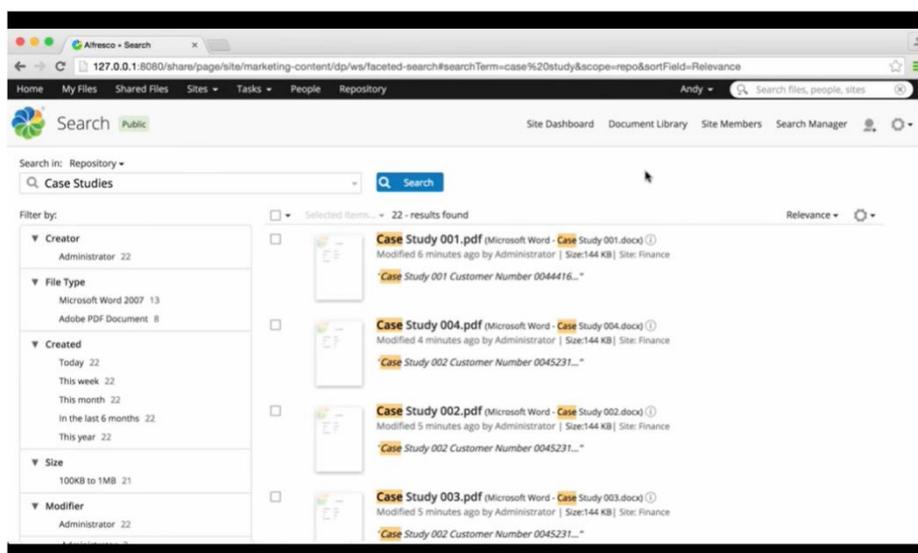


Figura 97 – Document Manager, search page Alfresco

Inoltre, ogni utente potrà:

- gestire il proprio calendario di eventi riguardanti il proprio sito;
- avere a disposizione RSS feeds;
- utilizzare spazi per discussioni e forum;
- costruire ricerche e salvarle per poi riutilizzarle in seguito.

Gli utenti con ruolo amministrativo avranno inoltre la possibilità di:

- accesso agli Admin Tools per l'amministrazione e il controllo completo della piattaforma;
- accesso al Sites Manager per l'amministrazione e il controllo completo dei siti sulla piattaforma.

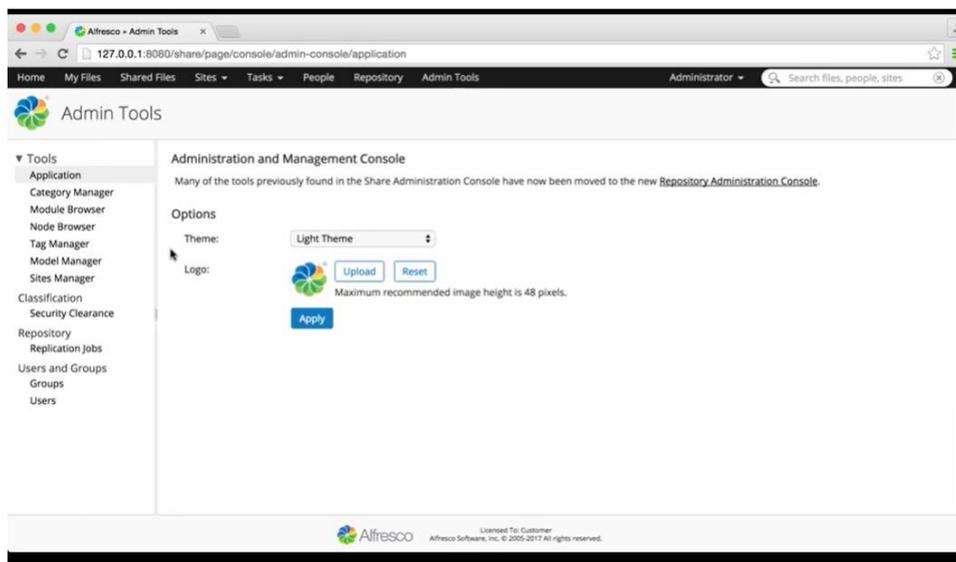


Figura 98 - Document Manager, admin tools page Alfresco

Oltre a questo utilizzo come contenitore ad uso e consumo di altri componenti della piattaforma, grazie alle interfacce semplici e altamente usabili sarà possibile anche salvare altri tipi di dati, magari consolidando archivi provenienti da fonti esterne ed eterogenee per avere un unico punto in cui concentrare i contenuti.

In generale si potrà, ad esempio, utilizzare una parte del repository come contenitore di documentazione relativa a progetti, costruire un sito che possa accedere a tale insieme di contenuti in modo da fornire agli utenti un'interfaccia semplice da utilizzare che consenta anche eseguire ricerche.

Inoltre, le interfacce potranno essere anche efficientemente usate da figure di back-office in modo da gestire problemi relativi, ad esempio, a un'errata classificazione di un oggetto documentale oppure come valido aiuto per reperire contenuti all'interno del repository.

Un altro aspetto importante è la possibilità di connettersi con altri applicativi e soprattutto c'è la possibilità di migrare contenuti da altre piattaforme documentali all'interno del repository del Document Manager.

2.6.2.3.2 Dossier Manager

Il servizio "Dossier Manager" gestisce la raccolta e la persistenza di tutte le informazioni collegate alla gestione di un evento e per essi crea un dossier o fascicolo.

Dal momento che gli eventi gestiti dal SIM possono essere differenziati in funzione del contesto, la configurabilità e l'ampiezza dei moduli a disposizione assumono un ruolo centrale, così come la loro attivazione rapida e sulla base delle necessità. Tali aspetti di configurabilità e di personalizzazione saranno tratteggiati nel seguito e più profondamente descritti nel paragrafo specifico dedicato alle tecnologie/servizi trasversali.

Il Dossier Manager lavora in sinergia con altri servizi della piattaforma in modo da gestire eventi e dati relativi alle risorse impiegate, ai dati reperiti e alle informazioni e immagini disponibili.

Per permettere un accesso evoluto a questi contenuti, il servizio mette a disposizione un modellatore grafico integrato "Workflow" con cui definire in modo intuitivo il flusso di lavoro desiderato e l'ambiente di esecuzione. L'utente è quindi in grado di definire i parametri di input e output di ogni step del workflow. Ogni workflow può essere attivato a partire da determinati eventi: caricamento dati, invocazione da terze parti, a tempo ecc. Per ogni evento scatenante un workflow, il sistema mantiene le informazioni principali e quelle scatenanti.

Un dossier non è mai cancellabile e una volta chiuso non è più modificabile, le singole sezioni possono essere rese immutabili in maniera indipendente, in questo modo, i dati, una volta inseriti, non sono più modificabili. Ogni sezione del fascicolo è protetta da un processo di visibilità e validazione del dato tramite IAM, ogni modifica viene tracciata e resa visibile in timeline e registrata in un database dedicato.

Come anticipato all'inizio del paragrafo, il Dossier Manager lavora e agisce su tutti i dati del SIM, per questo motivo gli aspetti di sicurezza legati al servizio sono posti sotto particolare attenzione, con specifica cura delle seguenti linee di indirizzo:

- Aspetti forensi: rendere disponibili le informazioni all'interno del fascicolo delle evidenze in modo che possano essere utilizzate in processi di indagine alla stessa stregua di una prova forense, soprattutto per le informazioni derivanti dal mondo esterno;
- rispetto del principio del "Secure By Design", ovvero assicurare la sicurezza delle informazioni trattate tramite l'applicazione del paradigma "cyber security by design";
- compliance GDPR, in modo da assicurare la corretta gestione in termini di compliance al GDPR, mediante un modello di architettura "privacy by design" garantito per tutto il processo di trattamento dei dati;
- integrazione con altre componenti della soluzione estremamente scrupolosa, gestendo la comunicazione verso gli moduli con i quali il Dossier Manager si deve integrare in maniera accurata e tempestiva.

Al fine di dare evidenza della complessità e, nello stesso tempo, della ricchezza del contributo fornito dal Dossier Manager al SIM, di seguito si rappresentano le componenti del servizio, con una breve descrizione delle funzionalità principali, delle modalità di integrazione con gli altri moduli/servizi e le attività di verifica per attestarne il corretto funzionamento.

La figura seguente rappresenta lo schema logico dei moduli del Dossier Manager e a seguire viene descritto il flusso di lavoro dei vari componenti del Dossier Manager e le principali modalità di interfacciamento.

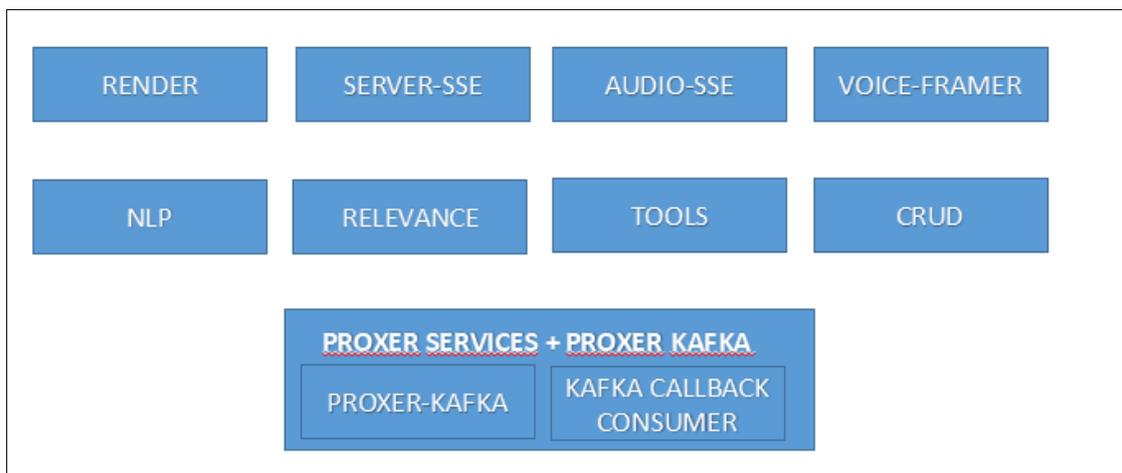


Figura 99 – Moduli del Dossier Manager

I moduli del Dossier Manager che sono qui brevemente descritti:

- modulo PROXER.KAFKA: ha il compito di far comunicare i vari moduli del dossier tra di loro e/o di altri componenti come DSS, GIS ecc., inoltre permette di scrivere su topic kafka in modo del tutto trasparente sia in modo implicito che esplicito con possibilità di tracciare in code kafka;
- modulo KAFKA CALLBACK CONSUMER: permette di consumare messaggi da una coda kafka ed eseguire in automatico una chiamata di callback (POST) verso il servizio che si è preregistrato passando il messaggio consumato nel dooby della request, oppure permette di aprire un websocket verso il servizio chiamante che si è preregistrato con invio dei messaggi consumati nella socket;
- modulo NLP: permette di analizzare un testo ed estrarre lemmi per arricchire il fascicolo in esame (il servizio viene richiamato se i servizi di AI platform non sono disponibili);
- modulo RELEVANCE: ha il compito di analizzare le notizie estratte, filtrate e arricchite dal componente OSINT per accoppiarle con uno o più fascicoli se i controlli di affinità vengono superati. Il modulo fa uso del proxy kafka per scrivere su kafka e/o per interpellare il servizio SSE;
- modulo TOOLS: ha il compito di confermare l'accoppiamento notizia osint con il fascicolo interpellando il servizio render, inoltre esegue la scrittura dei log di sistema su una collection dedicata raccolti dal kafka proxy manager, infine permette di eseguire la chiusura forzata di tutti i fascicoli e restituisce le chiavi di configurazione IAM utilizzate poi dall'intero Dossier Manager in base all'utente loggato. Il modulo fa uso del proxy kafka per scrivere su kafka e/o per interpellare il servizio SSE;
- modulo CRUD: ha il compito di prendere in carico qualsiasi richiesta di scrittura e/o lettura dei fascicoli verso il DB Mongo, inoltre permette di ottenere le informazioni storiche di un fascicolo e comunica con i servizi di AI-platform, modulo NLP per arricchire il contesto semantico del dossier. Il modulo fa uso del proxy kafka per scrivere su kafka e/o per interpellare gli altri servizi;
- modulo RENDER: ha il compito di re-indirizzare in pdf le notizie estratte dal web dal componente OSINT e/o estrarre risorse allegate alla notizia come video, immagini, audio ecc., le risorse scaricate vengono poi catturate dal servizio TOOLS;

- modulo SERVER-SSE: ha il compito trasmettere ai front end a cui si registrano gli eventi generati a seguito di una qualche operazione, a esempio l'aggiornamento di un fascicolo, l'inserimento di una risorsa allegata, un comando elaborato dal VIRTUAL ASSISTANT;
- modulo AUDIO-SSE: ha il compito di elaborare un file audio interpellando il servizio di speech to text, estraendo il testo, verificando la similarità rispetto a un elenco di domande (Call Taker) e restituire quindi il comando tradotto nel canale a esse sottostante;
- modulo VOICE-FRAMER: ha il compito di prendere in ingresso una traccia audio (ad esempio generata da un microfono), dividerla in tanti file audio utilizzando un VAD e spedendo il file generato al servizio AUDIO-SSE per l'analisi e l'elaborazione del testo estratto;
- modulo FRONT-END: questo modulo presenta due modalità di visualizzazione una per una figura che può essere definita Capo Sala dove vengono visualizzati tutti i fascicoli presenti nella piattaforma sia aperti che chiusi in modo da poter analizzare lo storico di ogni singolo dossier e le operazioni effettuate nel tempo, la seconda modalità è integrata nel HMI operatore e permette di visualizzare e gestire il singolo dossier relativo all'evento aperto e assegnato, disabilitando alcune sezioni sia lato schema front-end che-back end viene utilizzato il dossier manager pure come archivio di risorse.

2.6.2.3.2.1 Utilizzo nei verticali

Il modulo di Dossier Manager offre un'archiviazione centralizzata, l'accesso rapido alle informazioni e strumenti di ricerca avanzati per supportare la gestione di dati e informazioni cruciali in diversi contesti. La sua flessibilità consente di adattarlo alle esigenze specifiche di ciascuna situazione, facilitando la raccolta, l'organizzazione e la condivisione di dati pertinenti per la presa di decisioni informate e l'azione tempestiva.

Controllo delle Instabilità Idrogeologiche

Il Dossier Manager può:

- archiviare dati relativi ai livelli delle acque sotterranee, alla geologia locale, alle precipitazioni e ai sensori di monitoraggio;
- conservare rapporti scientifici, ricerche e studi relativi alle instabilità idrogeologiche per agevolare il riferimento e l'accesso rapido;
- mantenere dati storici e attuali per consentire l'attivazione di sistemi di notifica tempestiva basati su dati.

Agricoltura di Precisione

- Archiviazione dei dati sulle colture: conservare dati sulle condizioni del suolo, le colture, i piani di semina e i dati meteorologici;
- gestione delle raccolte: tenere traccia dei raccolti, delle operazioni di irrigazione, delle operazioni di fertilizzazione e dei dati relativi alla qualità del terreno;
- analisi dei rendimenti: archiviare dati sui rendimenti delle colture e sulle pratiche agricole ottimizzate.

Monitoraggio dell'Inquinamento Marino e Litorale

- Gestione dei dati di inquinamento: archiviare dati sulle condizioni delle acque, i livelli di inquinamento e le informazioni sull'ecosistema marino e litorale;
- tracciamento delle operazioni di pulizia: mantenere registri delle operazioni di pulizia costiera e dei risultati dell'eliminazione dei rifiuti;
- gestione di segnalazioni e reclami: registrazione delle segnalazioni pubbliche di inquinamento marino e litorale per indagini e risoluzioni.

Illeciti Ambientali

- Archiviazione delle prove: conservare prove, rapporti investigativi e documenti relativi a casi di illeciti ambientali;
- gestione dei procedimenti giudiziari: tenere traccia dei procedimenti giudiziari, delle azioni legali e delle sanzioni relative agli illeciti ambientali;
- collaborazione interistituzionale: consentire la condivisione sicura dei dati e delle informazioni tra organizzazioni coinvolte nella gestione degli illeciti ambientali.

Supporto alle Emergenze

- Gestione delle risorse: mantenere una lista delle risorse, delle attrezzature e del personale disponibile per le situazioni di emergenza;
- pianificazione di emergenza: conservare piani di emergenza, procedure operative e documenti correlati alla gestione delle emergenze;
- comunicazioni di emergenza: consentire la comunicazione e la collaborazione tra le squadre di emergenza durante situazioni critiche.

Incendi Boschivi e di Interfaccia

- Analisi dei dati di incendio: conservare dati sulle condizioni meteo, la topografia e i dati di incendio per l'analisi e la previsione degli incendi boschivi;
- pianificazione e gestione delle risorse: gestire la pianificazione e l'allocazione di risorse durante gli incendi di interfaccia;
comunicazione
- di emergenza: consentire la comunicazione rapida tra i soccorritori e le squadre antincendio.

2.6.2.4 *Orchestration & HTC*

L'Orchestration e l'High-Throughput Computing (HTC) sono due concetti fondamentali nell'ambito della gestione e dell'ottimizzazione delle risorse informatiche, specialmente in contesti ad alta complessità e carichi di lavoro intensi. L'orchestrazione si riferisce alla coordinazione e all'automazione di processi e risorse in un ambiente IT, assicurando che tutto funzioni in modo sinergico ed efficiente. Dall'altro lato, l'HTC è una metodologia di elaborazione che mira a eseguire un gran numero di attività parallele o distribuite in modo efficiente e affidabile. Queste due

componenti spesso si combinano per gestire con successo sistemi informatici complessi, consentendo l'esecuzione di calcoli intensivi e riducendo al minimo i tempi di inattività. Insieme, forniscono un potente strumento per affrontare sfide informatiche di ampia portata in campi come la ricerca scientifica, il calcolo distribuito e la gestione delle risorse in larga scala.

2.6.2.4.1 *Orchestration & provisioning*

La soluzione di Orchestration & Provisioning è una piattaforma operativa conforme alla definizione di Gartner, che consente la governance, la gestione del ciclo di vita, il brokering e l'automazione delle risorse in ambienti cloud. Questa soluzione si suddivide in diverse aree funzionali:

Inventory & Monitoring

- Dashboard: fornisce una visione sintetica delle funzionalità;
- Inventory: monitora costantemente le istanze e mantiene un dettagliato inventario;
- Cost: offre strumenti per visualizzare, analizzare e riportare i costi associati;
- Scenario Analysis: supporta la visualizzazione, la creazione di report e l'analisi predittiva attraverso scenari "what if";
- Tenant Management: sovrintende la creazione e la gestione dei tenant;
- Administration: gestisce l'amministrazione di vari provider di servizi cloud.

Provisioning & Orchestration

- Gestisce l'allocazione di risorse, sottosistemi e software;
- gestisce il provisioning di sistemi complessi, moduli di intelligenza artificiale, piattaforme applicative e servizi;
- permette la creazione di schemi di provisioning & orchestration da includere nel catalogo;
- Service Detail Design: gestisce la ricezione ed esecuzione degli ordini di lavoro all'interno della piattaforma;
- Catalog: permette la definizione e la gestione degli elementi disponibili nel catalogo.

Security

- Identifica e gestisce le vulnerabilità di sicurezza presenti negli asset catalogati.

Questa piattaforma svolge un ruolo fondamentale nella gestione integrata di ambienti complessi, in cui possono coesistere e collaborare servizi erogati da diversi Cloud Service Provider e servizi su infrastrutture on-premise o in infrastrutture edge. Inoltre, è in grado di gestire cluster Kubernetes in vari scenari, garantendo flessibilità e adattabilità. La compatibilità della piattaforma con una vasta gamma di ambienti, tra cui Google Cloud, Microsoft Azure, AWS, Openshift, VMware, Azure Stack HUB & HCI, assicura una copertura completa nel dominio enterprise.

L'utente può utilizzare le funzionalità principali di "Inventory & Monitoring" e di "Provisioning & orchestration"

Inventory & Monitoring

La funzionalità di inventario raccoglie metadati degli asset in infrastrutture e servizi. Gli asset attuali includono Virtual Machine, Data Stores, Networks, Kubernetes e Security. La dashboard fornisce una visione aggregata, mentre i menu permettono di filtrare per tipo di asset. È possibile effettuare ricerche e visualizzare le risorse con dettagli come il nome del provider, il tipo di asset, la data di creazione e il costo mensile.

Provisioning & Orchestration

Il provisioning è una funzionalità chiave che consente di creare asset come Network, Storage, Virtual Machine, Firewall Rules, Cluster Kubernetes e molti altri. La creazione di asset è subordinata alla creazione di un'istanza di catalogo da parte degli amministratori. La dashboard mostra un elenco dei provisioning effettuati, suddivisi per tipo e stato. È possibile filtrare e visualizzare informazioni dettagliate sugli asset creati. Inoltre, è possibile creare macchine virtuali preconfigurate per soddisfare esigenze specifiche degli utenti. Anche i servizi personalizzati possono essere istanziati e configurati direttamente dalla piattaforma. L'intero processo di creazione e provisioning viene gestito e validato dal servizio Terraform.

Dal punto di vista tecnico l'architettura si suddivide in diversi moduli:

- Portal: un'interfaccia web e mobile che gestisce utenti, risorse come virtual machines, storage, networks e fornisce funzionalità di monitoraggio e provisioning per tutti i cloud provider configurati;
- Components: questo strato ospita le componenti sviluppate per erogare le funzionalità di gestione della piattaforma di cloud management;
- Abstraction Layer: fornisce un livello di astrazione per uniformare l'accesso alle risorse offerte dai cloud providers, implementando protocolli di comunicazione specifici;
- 3rd Party Components: questo strato include componenti di terze parti come sistemi di identificazione, un API gateway, un sistema di caching e la gestione dei topic per l'interoperabilità;
- Cloud Providers: in questo strato sono inseriti tutti i provider di servizi cloud supportati, tra cui Microsoft Azure, GCP, AWS, Openshift, VMware vSphere e altri.

I moduli principali includono:

- Portal: gestisce utenti, risorse e vari provider cloud;
- Components: comprende funzionalità come l'inventario e la classificazione delle risorse, il monitoraggio delle prestazioni e l'analisi, la gestione dei costi e l'ottimizzazione del carico di lavoro, la sicurezza e la conformità, il provisioning e l'orchestrazione;
- Abstraction Layer: crea un'astrazione uniforme per accedere alle risorse cloud, indipendentemente dal provider;
- 3rd Party Components: gestisce API, l'identità e l'accesso, il caching e gli eventi tra i vari componenti;
- Cloud Providers: rappresenta i diversi provider cloud supportati.

In breve, questa architettura fornisce una piattaforma completa per la gestione delle risorse cloud, l'ottimizzazione dei costi e il monitoraggio delle prestazioni, garantendo anche sicurezza e conformità.

L'architettura è composta dai seguenti moduli:

- Portal: portale per gli utenti finali per configurare e utilizzare le funzionalità della piattaforma sui vari fornitori cloud;
- API Gateway: utilizzato per esporre le API dei vari microservizi della piattaforma e gestire la sicurezza;
- Microservices Layer: contiene tutte le funzionalità principali della piattaforma;
- Event Streaming: comunicazione asincrona tra microservizi e l'abstraction layer per massimizzare le performance e la stabilità;
- Abstraction Layer: uniforma l'accesso alle risorse dei cloud providers implementando protocolli specifici;
- Data Sources: repository per salvare configurazioni e dati dai vari cloud providers;
- IAM (Identity and Access Management): Gestisce l'autenticazione e l'autorizzazione degli utenti della piattaforma;
- Cloud Providers: supporta vari cloud providers, sia pubblici che privati, gestiti tramite la CMP;
- Log & Audit: modulo per la gestione dei log di sistema.

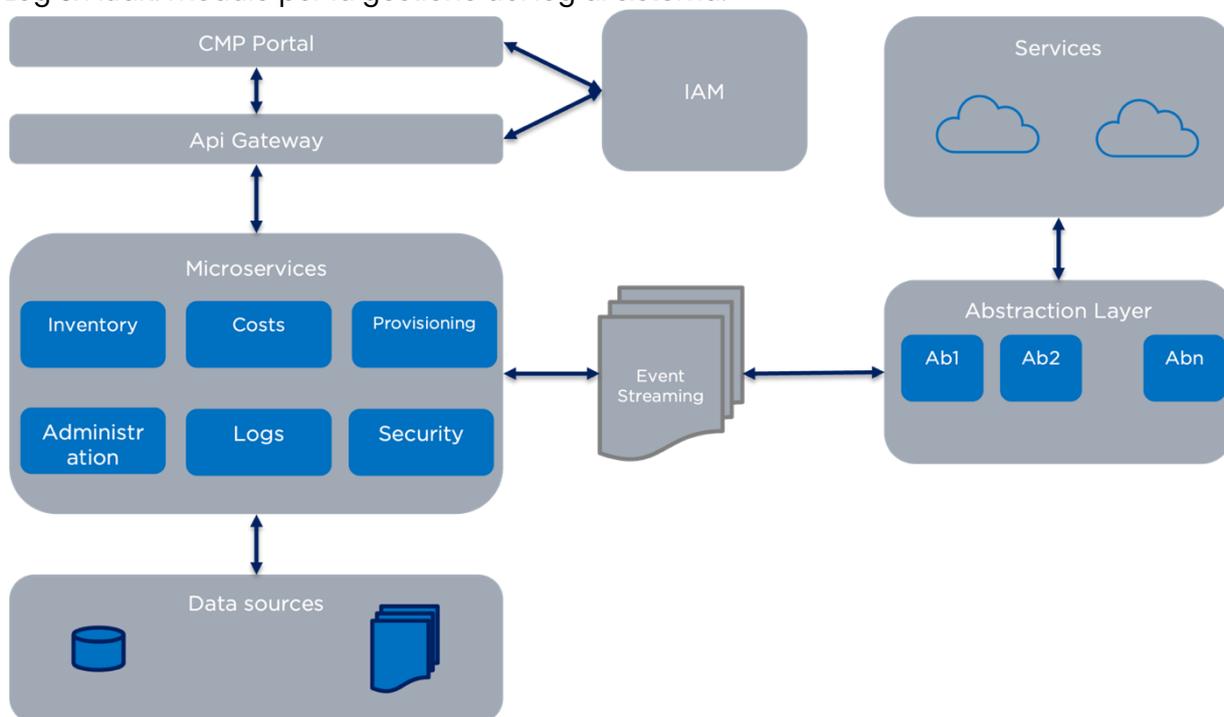


Figura 100 – Cloud Management Platform

La Secure Cloud Management Platform (CMP) integra con vari fornitori di servizi cloud tramite un livello di astrazione noto come Abstraction Layer, il quale uniforma l'accesso alle risorse cloud di tipo simile, implementando protocolli di comunicazione specifici per ciascun provider. Le risorse rilevate

dall'Abstraction Layer vengono notificate ai microservizi della piattaforma in modo asincrono attraverso l'utilizzo di topics, separando la rilevazione dalle attività di provisioning sui vari provider cloud dai microservizi esposti alle interfacce utente.

Un API Gateway è utilizzato tra i microservizi della piattaforma e il front end per garantire la sicurezza delle API esposte e fornire un punto di accesso unificato. Questo approccio migliora la sicurezza complessiva del prodotto minimizzando le possibili vulnerabilità.

Il portale di accesso e gestione della piattaforma è implementato come una Single Page Application (SPA) basata su micro front end per offrire maggiore flessibilità nello sviluppo e nella configurazione dell'interfaccia utente, consentendo anche l'erogazione futura di nuove funzionalità in modo agevole.

Per quanto riguarda i sistemi di storage, sono utilizzate soluzioni sia relazionali che non relazionali:

PostgreSQL è utilizzato come database relazionale per le sue caratteristiche di data integrity, estensibilità, sicurezza e supporto a varie funzionalità SQL.

MongoDB è un database non relazionale che consente query ad hoc, aggregazione dei dati e alta affidabilità tramite la replica set.

Elasticsearch è un motore di ricerca distribuito che supporta la ricerca in tempo reale e offre API tramite JSON.

Il stack tecnologico della Secure Cloud Management Platform si basa su Angular e Single SPA per il front end, Keycloak per la gestione dell'autenticazione tramite IAM, Kafka per lo streaming dei dati e API Manager come sistema di gestione delle API. Questo approccio tecnologico consente un'implementazione robusta e scalabile della piattaforma CMP.

High Throughput Computing

High Throughput Computing (HTC) è l'utilizzo di numerose risorse di calcolo per lunghi periodi. Nei contesti HTC, la robustezza e l'affidabilità dei lavori su una scala a lungo termine sono fondamentali, garantendo un sistema affidabile anche con componenti intrinsecamente inaffidabili.

Per affrontare questa sfida, sistemi HTC come HTCondor sono stati sviluppati per eseguire attività in batch su risorse condivise, risolvendo problemi legati alla fornitura di un ambiente operativo affidabile per gli utenti, senza compromettere l'integrità dei nodi di esecuzione e garantendo ai proprietari il pieno controllo delle risorse.

HTCondor è un software sviluppato dal Center for High Throughput Computing dell'Università del Wisconsin-Madison ed è stato utilizzato come sistema di produzione per la prima volta negli anni '90. I pool HTCondor hanno fornito potenza di calcolo a migliaia di istituzioni e organizzazioni,

rivoluzionando il ruolo dell'informatica nella ricerca. HTCondor è un progetto open-source distribuito sotto la licenza Apache License 2.0.

HTCondor è un sistema software per l'High Throughput Computing (HTC) che sfrutta in modo efficiente la potenza di calcolo di macchine connesse in rete, incluse macchine locali, risorse cloud e griglie internazionali. Gli utenti possono inviare job a HTCondor, che li assegna alle macchine disponibili. In caso di problemi su una macchina (ad esempio, blocco o esecuzione di un altro lavoro), HTCondor riavvia automaticamente il job su un'altra macchina.

Questo sistema è utile per eseguire job ripetuti molte volte con diversi set di dati. HTCondor può attivare centinaia di nodi inattivi per eseguire job in parallelo. Non richiede un account sulle macchine ospitanti.

HTCondor gestisce le risorse mettendo in contatto proprietari e utilizzatori, migliorando l'ambiente HTC. Al contrario di altri sistemi che usano code di job basate su priorità, HTCondor utilizza ClassAds, annunci che specificano proprietà delle risorse e richieste degli utenti. HTCondor li combina in base a priorità specifiche, garantendo che siano soddisfatte entrambe le parti.

HTCondor utilizza ClassAds per coordinare il lavoro. Questi annunci sono simili agli annunci di lavoro nei giornali, ma invece di annunciare offerte di lavoro, le macchine nel pool HTCondor pubblicizzano le loro proprietà, come CPU, memoria, posizione e altro. Gli utenti specificano un annuncio di richiesta di risorse quando inviano un lavoro, indicando le proprietà richieste. HTCondor fa da intermediario, mettendo in corrispondenza annunci di offerta e richiesta di risorse, garantendo che siano soddisfatte tutte le specifiche. Durante questo processo di corrispondenza, HTCondor tiene conto delle priorità assegnate dagli utenti, della priorità dell'utente e delle preferenze delle macchine nel pool. Questo sistema assicura un'allocazione efficiente delle risorse in base alle esigenze specifiche dei lavori.

Questo sistema può eseguire lavori sequenziali in diversi "universi" e lavori paralleli con supporto per standard come MPI e PVM. Include anche "DAGMan" per la gestione delle dipendenze tra job.

HTCondor è un sistema che assegna a ogni macchina nel suo pool diversi ruoli:

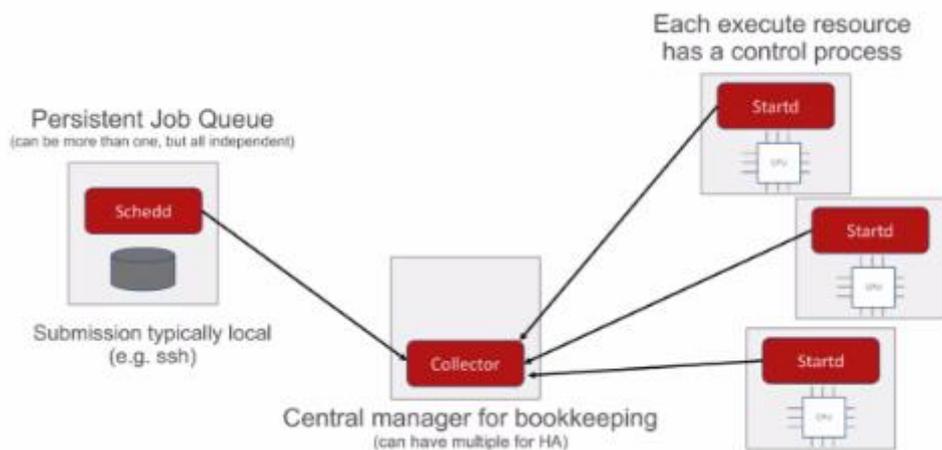


Figura 101 – Architettura HTC Condor

Execute Role: Questo è il ruolo più comune. Le macchine in questo ruolo eseguono lavori HTCondor, gestendo l'esecuzione, il monitoraggio e il trasferimento di dati dei lavori. Possono gestire molte macchine di esecuzione. Questo ruolo richiede solo connettività di rete in uscita.

Submit Role: Le macchine con questo ruolo gestiscono l'accettazione, il monitoraggio e la pianificazione dei lavori sulle risorse assegnate. Richiede meno di un megabyte di RAM per ogni lavoro in esecuzione e richiede connettività di rete in uscita.

Central Manager Role: Solo una macchina nel pool può svolgere questo ruolo. Gestisce le richieste di risorse dai ruoli di invio e pubblicizza le risorse disponibili alle macchine di esecuzione. Richiede connessioni in ingresso da tutte le macchine di invio e da tutte le macchine di esecuzione nel pool. Una rete veloce è importante per pool molto grandi.

Nell'architettura HTCondor, l'integrazione con Kubernetes offre vari vantaggi, tra cui la scalabilità, l'isolamento dei lavori, l'orchestrazione dei contenitori, la riproducibilità, la gestione delle risorse, il monitoraggio e il logging, la community e il supporto, la portabilità e la gestione dei lavori multipli.

Consente di gestire dinamicamente le risorse in base alle esigenze dei lavori, garantendo un'allocazione efficiente delle risorse e semplificando la gestione di un gran numero di lavori, il tutto con un elevato grado di isolamento e sicurezza tra i lavori.

Il modulo HTC è ospitato sulla piattaforma Container Platform per sfruttare le caratteristiche di scalabilità, isolamento dei lavori e altre funzionalità. Questo approccio sfrutta i vantaggi di autoscaling, sicurezza, resilienza, ecc. offerti dalla gestione completa della piattaforma CaaS all'interno del PSN.

Inoltre, la componente di archiviazione dei dati, denominata Data Store, è ospitata nel blocco logico Data System (RDS) del SIM, utilizzando le piattaforme e i servizi. Questo coinvolge potenzialmente servizi come il PaaS Data Lake, il PaaS DB e le componenti infrastrutturali come il file system, garantendo un'architettura scalabile e ben integrata.

2.6.2.5 Resource & IoT Platform

Il SIM offre una soluzione di piattaforme e servizi in grado di gestire l'ecosistema dei dati delle risorse e di quelli afferiscono ai sistemi IoT. Questa capability si esprime su più livelli strumentali che sono rappresentati nei sotto-paragrafi seguenti, dove verrà data evidenza del modello scelto per avere visibilità e controllo sulle risorse/dati integrati nel SIM.

Resource Manager

Il Resource Manager è una componente che gestisce diversi tipi di risorse e asset. Queste risorse sono suddivise in quattro gruppi principali: Risorse Umane (personale), Risorse Fisiche (strumenti, infrastrutture, mezzi di trasporto), Teams (gruppi di lavoro e organizzazioni), e Kits (aggregazioni di risorse fisiche).

Il Resource Manager permette di creare tassonomie altamente configurabili per organizzare queste risorse in base al contesto specifico. Inoltre, può integrarsi con banche dati e applicazioni esistenti. Questo sistema offre un'astrazione delle risorse provenienti da vari sottosistemi e fornisce informazioni sull'utilizzo delle risorse.

Il Resource Manager comprende componenti funzionali per erogare servizi ad altre parti del sistema e un'interfaccia grafica per la gestione delle risorse. L'interfaccia consente di creare, aggregare e modificare risorse e asset, nonché di gestire le tassonomie e l'interazione con sistemi esterni. Inoltre, offre una visualizzazione delle risorse tramite un componente web che si interfaccia con i moduli del Resource Manager.

Il Resource Manager gioca un ruolo essenziale sia direttamente che indirettamente in tutte le componenti verticali e orizzontali del sistema. Diverse categorie di risorse interagiscono con le diverse componenti verticali in modi diversi.

Il Resource Manager si occupa del censimento e della gestione di risorse umane e fisiche, nonché delle relazioni tra di esse. Ad esempio, nel verticale "Instabilità idrogeologica," alcune risorse includono stazioni pluviometriche, sensori, satelliti e droni.

Per quanto riguarda l'interfaccia utente, il Resource Manager permette di catalogare e classificare le risorse in modo da renderle facilmente accessibili ai sottosistemi. Gli utenti possono effettuare ricerche sia semplici che avanzate per trovare risorse specifiche. È possibile creare, visualizzare, modificare ed eliminare risorse, associare metadati, definire capacità e relazioni.

Inoltre, il Resource Manager supporta l'importazione massiva di risorse da file CSV e la gestione delle tassonomie, tra cui le proprietà e le capacità delle risorse. Le tassonomie rappresentano modelli di risorse e possono avere relazioni tra di loro.

Il Resource Manager è in grado di interfacciarsi con sistemi esterni per ottenere informazioni sulle risorse, e offre funzioni avanzate di visualizzazione delle risorse, consentendo agli utenti di personalizzare i modelli di visualizzazione senza richiedere aggiornamenti software.

Il Resource Manager è suddiviso in tre moduli principali:

- **Taxonomy Manager:** questo modulo si occupa della gestione delle tassonomie all'interno del Resource Manager. Permette la definizione di librerie di tassonomie per descrivere le risorse necessarie ai vari casi d'uso. È anche possibile modificarle ed estenderle;
- **Asset Manager:** gestisce l'inventario delle risorse basandosi sulle tassonomie definite. Le risorse possono essere create sia da sistemi esterni che dagli operatori. Interagisce con il modulo Abstraction Layer per la gestione degli assets e per le notifiche in tempo reale. Questo modulo può ricevere aggiornamenti da sistemi esterni e notificarli;
- **Abstraction Layer:** fornisce un livello di astrazione per le risorse offerte dai sottosistemi, uniformando l'accesso alle risorse della stessa tipologia. Questo modulo consente l'interazione con sottosistemi esterni e può comunicare in modo sincrono tramite API REST o in modo asincrono tramite il bus Kafka.

Ciascun microservizio di back-end (Abstraction Layer, Asset Manager e Taxonomy Manager) mantiene le informazioni su un proprio database. Abstraction Layer e Asset Manager usano database non relazionali MongoDB, mentre Taxonomy Manager utilizza un database relazionale Postgres.

Il funzionamento dell'Abstraction Layer merita un approfondimento particolare. Questo modulo funziona come un processo autonomo di aggiornamento dei dati da sistemi esterni. Adotta un'architettura a "plugin" che consente di gestire comunicazioni con vari sistemi esterni, ciascuno specializzato in una specifica interfaccia. È possibile configurare diverse istanze di diversi plugin per adattarsi a diversi formati dati, protocolli e metodologie di trasmissione dei sistemi esterni.

In sintesi, il Resource Manager svolge un ruolo cruciale nella gestione e nell'integrazione delle risorse all'interno del sistema, fornendo strumenti per definire tassonomie, gestire assets, e interagire con sistemi esterni tramite un Abstraction Layer altamente flessibile. La comunicazione tra i vari componenti avviene sia in modo sincrono tramite API REST che in modo asincrono tramite il bus Kafka.

L'infrastruttura di Resource Manager prevede componenti (microservices) progettate per girare all'interno di containers ospitati da un Container Platform. I POD previsti sono allocati sull'infrastruttura CaaS del PSN.

2.6.2.5.1 Utilizzo negli applicativi

Il Resource Manager, grazie alle sue caratteristiche distintive, gioca un ruolo diretto e indiretto in tutte le componenti sia verticali che orizzontali del sistema. Diverse categorie di risorse gestite interagiscono con le diverse componenti verticali in modi differenti:

L'intervento umano è coinvolto trasversalmente in tutti i verticali, poiché la decisione finale rimane sempre nelle mani dell'essere umano, che svolge un ruolo fondamentale di monitoraggio e controllo così come l'organizzazione e l'interazione tra i vari membri dei team.

Il censimento e la gestione di strumenti e risorse fisiche, come il rilevamento cartografico per l'agricoltura di precisione piuttosto che i sensori per il monitoraggio delle instabilità idrologiche, rientrano nella sfera di competenza del modulo Resource Manager.

Inoltre, il modulo Resource Manager si occupa anche della gestione dell'origine dei dati e delle relazioni tra di essi, contribuendo a garantire una gestione completa e sistematica delle informazioni.

A titolo di esempio, si riportano alcuni esempi di risorsa riconducibili al *Verticale 1 - "Instabilità idrogeologica"*, l'elenco non è esaustivo:

- Stazione pluviometrica
- Sensore a microonde
- Sonda nevometrica
- Satellite
- Drone
- Fessurimetro
- Estensimetri
- Inclinometro da parete
- Distometro
- Inclinometro da foro
- Piezometro
- Colonna multiparametrica
- Stazione topografica totale robotizzata
- Stazione topografica GNSS
- Radar interferometrico da terra
- Radar doppler
- Telecamera
- Fotocamera
- Geofono
- Ecometro

L'IoT fornisce un flusso costante di dati in tempo reale da una serie di sensori e dispositivi connessi, consentendo una risposta rapida e informata in molti contesti. L'analisi dei dati IoT è ulteriormente migliorata dall'uso di tecnologie come l'intelligenza artificiale e Machine Learning per identificare modelli e tendenze, facilitando la prevenzione e la gestione di situazioni complesse.

L'Internet delle cose (IoT) può essere applicato nei vari contesti come segue:

Controllo dell'Instabilità Idrogeologica

- Sensori di monitoraggio del suolo: utilizzare sensori geotecnici e geofisici per misurare i cambiamenti nelle condizioni del suolo e segnalare potenziali instabilità;
- sensori di livello idrico: monitorare il livello delle acque sotterranee e delle acque superficiali per rilevare anomalie che potrebbero indicare rischio di alluvioni o frane.

Agricoltura di Precisione

- Sensori agricoli: applicare sensori per raccogliere dati sulle condizioni del suolo, l'umidità, i livelli di nutrienti e altri parametri, consentendo una gestione più precisa delle colture.

Monitoraggio dell'Inquinamento Marino e Litorale

- Sensori oceanografici: Posizionare sensori nei corpi idrici per monitorare la temperatura, la qualità dell'acqua, i livelli di inquinanti e altri parametri;
- boe intelligenti: utilizzare boe equipaggiate con sensori per rilevare sversamenti di petrolio, livelli di tossine marine e altre minacce all'ecosistema marino.

Illeciti Ambientali

- Sensori di rilevamento di sostanze chimiche: impiegare sensori chimici per identificare anomalie nei livelli di sostanze chimiche nell'aria o nell'acqua, segnalando possibili attività illegali;
- telecamere di sorveglianza: usare telecamere di sorveglianza intelligenti per monitorare siti sospetti e rilevare intrusioni o smaltimento illegale di rifiuti.

Supporto alle Emergenze

- Sensori di rilevamento sismico e geotermico: installare sensori di rilevamento sismico e geotermico per identificare scosse sismiche o attività vulcaniche;
- dispositivi indossabili per il personale di soccorso: fornire al personale di soccorso dispositivi indossabili con connettività IoT per la comunicazione e il monitoraggio della posizione.

Incendi Boschivi e di Interfaccia

- Sensori di rilevamento degli incendi: impiegare sensori termici e di fumo per rilevare incendi nelle fasi iniziali e segnalare tempestivamente le autorità competenti.

2.6.2.5.2 Dati da reti di monitoraggio: IoT

È previsto che il SIM acquisisca enormi quantità di dati generati da sensori di campo, centraline meteo e più in generale da dispositivi IoT dislocati su tutto il territorio nazionale, assicurando una acquisizione che sia in grado di essere comparabile con la bassissima latenza prevista per questi dispositivi e, quindi, garantendo un opportuno livello di affidabilità. È a questo scopo che il SIM ha previsto l'impiego di una IoT Platform, la quale ha come obiettivo principale quello di consentire tale acquisizione.

La IoT Platform che sarà messa a disposizione nel SIM astrae le specificità dei diversi protocolli di connessione del dispositivo dal punto di vista dell'applicazione back-end e definisce un insieme di funzionalità per comunicare in modo unificato con dispositivi molto diversi, sia che utilizzino, ad esempio, protocolli orientati alla connessione come MQTT e AMQP 1.0, oppure protocolli stateless come HTTP. Di conseguenza, il modulo IoT Platform svincola i suoi utilizzatori dalla necessità di conoscere in dettaglio i protocolli dei dispositivi e consente loro di aggiungere o modificare i protocolli di connessione senza dover modificare le applicazioni.

Per la gestione dei dati provenienti da sensori e da nuove reti di rilevamento in sito ci si riferisce quindi riferirsi a un'architettura IoT che per l'elaborazione dei dati prevede l'adozione di un sistema di Stream Processing. Per ogni protocollo di connessione supportato, IoT Platform contiene un micro-servizio che mappa il protocollo di connessione del dispositivo alle funzionalità del modulo.

Nella IoT Platform è previsto uno specifico servizio di messaggistica tra i vari componenti di campo (dispositivi IoT) e la piattaforma centrale che è in grado di colloquiare secondo due diverse direzioni:

- da dispositivi IoT alla piattaforma, che è considerata la direzione di comunicazione principale;
- dalla piattaforma verso i dispositivi IoT, per inviare messaggi dall'applicazione centrale a un dispositivo tramite le funzionalità di comando e controllo.

Data l'importanza del servizio di messaggistica, si esplicitano di seguito le principali funzionalità proprie di questo servizio, descrivendone anche gli scopi:

- telemetria, con lo scopo di ricevere i dati provenienti dal campo (dispositivi IoT);
- funzionalità di Comando & Controllo, la quale consente di inviare messaggi, come comandi, da applicazioni verso la componente di campo e, facoltativamente, restituire una risposta da un dispositivo;
- gestione di eventi che sono anche messaggi in ricezione dal campo, intesi come messaggi meno frequenti ma in taluni casi più importanti. A seconda della rete di messaggistica fornita, infatti, gli eventi possono essere resi persistenti e recapitati in un secondo momento se un'applicazione deve affrontare un tempo di inattività limitato.

Il modulo IoT Platform supporta inoltre la multi-tenancy cioè la capacità di isolare set di dispositivi e di dati su diversi spazi di classi di utenza (tenant) sulla medesima istanza.

In definitiva l'IoT Platform offre tutte le funzionalità base elencate di seguito:

- esposizione interfacce di servizio remoto utile alla connessione di dispositivi IoT alla piattaforma e interazione con gli stessi in modo uniforme;
- esposizione di interfacce standard (MQTTS, HTTPS, AMQPS) verso i dispositivi di campo;
- provisioning dispositivi IoT;
- autenticazione/riconoscimento sensori/dispositivi IoT intelligenti di acquisizione volta all'identificazione univoca degli stessi;
- acquisizione di eventi e misure dal campo (telemetrie) in tempo reale;

- invio alla componente di campo di comandi/azioni;
- salvataggio dati acquisiti secondo formato di standard predefiniti;
- persistenza su data lake dei dati acquisiti e storicizzazione degli stessi abilitanti per analisi innovative attraverso l'integrazione con il componente trasversale Big Data;
- condivisione dei dati acquisiti all'interno di una sola e unica piattaforma;
- supporto al multi-tenancy;
- segregazione verticale e orizzontale delle funzionalità e dell'accesso al dato.

Lo schema di seguito riportato ha lo scopo di rappresentare la IoT Platform dando evidenza delle aree logiche su cui tale servizio si segmenta.

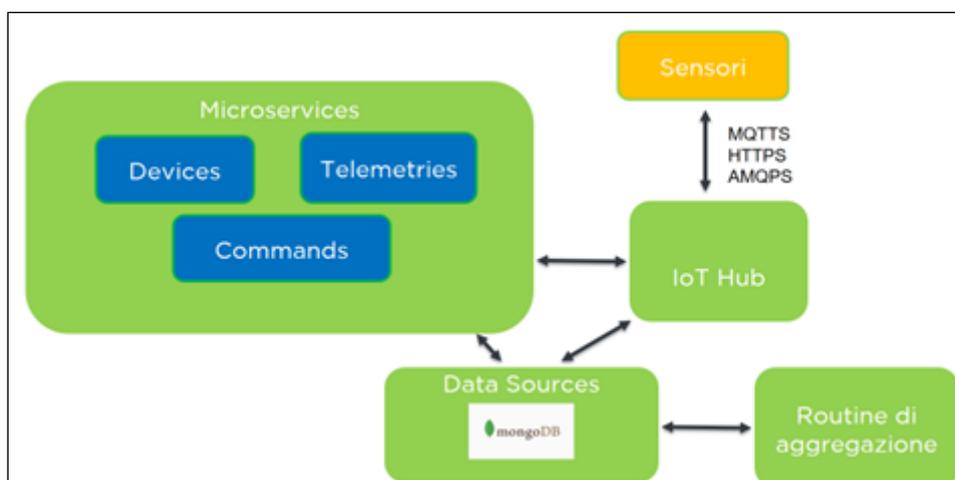


Figura 102 - Architettura tecnica IoT Platform

I dispositivi si conetteranno agli adattatori HTTP, MQTT o AMQP per pubblicare dati ed eventi di telemetria (Istanza IoT Platform). Tali dispositivi si autenticano utilizzando le informazioni archiviate nel registro dei dispositivi. I dati vengono poi inoltrati a valle all'applicazione utilizzatrice tramite il broker Kafka (Data Source).

Le principali tecnologie sottostanti a tale servizio, che è costituito da una serie di componenti distribuibili anche come contenitori Docker, sono: Eclipse Hono, MongoDB, Custom Microservices, Kafka; tramite tale *suite* tecnologica saranno messi a disposizione una serie di servizi REST di cui di seguito si tratteggiano i principali:

- Servizio REST API Devices che gestisce le operazioni in CRUD (Create, Read, Update e Delete) e la possibilità di ricerca sui dispositivi/sensori;
- Servizio REST API Telemetries che gestisce le operazioni in CRUD (Create, Read, Update e Delete) e la possibilità di ricerca sulle telemetrie associate ai dispositivi/sensori;
- Servizio REST API Commands che gestisce i comandi associati ai dispositivi/sensori.

2.6.2.6 DSS Platform

Il modulo Decision Support System (DSS) offre un insieme di tool basati su AI/ML atti ad analizzare i diversi aspetti dell'ambiente cui la soluzione è applicata e a supportare l'operatore nelle strategie decisionali a seguito dell'analisi dei dati riguardanti gli eventi e le risorse in esame nella soluzione.

La piattaforma prevede una componente di supporto che, grazie all'utilizzo della Artificial Intelligence e Machine Learning, aiuta l'operatore durante le decisioni riguardanti la gestione degli eventi e la predizione di suggerimenti.

Grazie a:

- l'arricchimento automatico delle informazioni;
- l'analisi degli scenari;
- il filtro delle informazioni presenti

l'utente ha a disposizione una quantità e qualità di informazioni che permettono di prendere decisioni riducendo il rischio di errore.

Gli strumenti principali che compongono il Decision Support System prevedono, tra gli altri:

- **Resource Usage:** per la valutazione e il suggerimento delle risorse più qualificate e più opportune per l'intervento su un dato evento; sono prese in considerazione la distanza tra la risorsa e l'evento, le capabilities di una risorsa e l'esperienza. Il Resource Usage Manager espone un servizio interrogabile da interfaccia grafica o a uso di altri moduli; il servizio, sottoponendo le informazioni su un evento in esame, reperisce le informazioni sulle risorse sul database a grafo Neo4J di Knowledge Graph. A seguito della valutazione delle informazioni reperite secondo criteri di prossimità, esperienza e utilità di capabilities delle risorse rispetto all'evento in esame, restituisce le risorse più idonee da inviare in campo;
- **analisi temporale:** per l'analisi di serie temporali di eventi con caratteristiche selezionate, è disponibile anche con programmazione di analisi su eventi futuri grazie all'azione di uno scheduler interno al componente; è prevista anche la valutazione dell'andamento della serie che può portare a una notifica, con conseguente creazione di un evento, in caso di superamento di una soglia configurabile. Il tool permette inoltre di produrre una heatmap degli eventi coinvolti rispetto a ciascuna analisi richiesta dall'utente. L'utente può creare un job di analisi temporale attraverso la pagina front end dedicata;
- **Data Filler:** per l'arricchimento dei dati. A seguito dell'analisi testuale di documenti e allegati media inerenti agli eventi, vengono estratte informazioni utili alla correlazione tra gli eventi stessi e al riscontro della presenza di argomenti o elementi di interesse;
- **contemporaneità temporale:** permette di individuare sul db a grafo tutti gli eventi che sono avvenuti nelle vicinanze e in un breve lasso di tempo rispetto a un evento di riferimento, individuato tramite l'id del dossier corrispondente. Il servizio di contemporaneità temporale ricerca gli eventi correlati sia temporalmente, sia spazialmente rispetto all'evento relativo a un oggetto di riferimento;
- **Suggested Operation Resolver:** permette di interpretare una query in linguaggio naturale per la ricerca di opportune risorse, restituendo poi i risultati della ricerca al front end. All'inizio, il

componente recupera tutte le suggested operation presenti sulle tassonomie di Event Manager e le analizza per estrarre intenti ed entità. In particolare, il servizio invia l'espressione in linguaggio naturale al motore AI, questo interpreta la richiesta ed estrae i parametri della ricerca; le entità estratte vengono confrontate per similarità le tassonomie di Resource Manager;

- **riconoscimento contesto:** per il riconoscimento del contesto ambientale presso cui avviene un evento. A seguito dell'analisi testuale di documenti e allegati media inerenti agli eventi, vengono estratte informazioni utili alla tipologia di ambientazione presso cui l'evento ha luogo; risulta utile, tra le altre cose, come ausilio per il Resource Usage Manager in merito alla ricerca delle risorse più idonee per intervenire su un evento, i criteri sulla quale in taluni casi non possono prescindere dal contesto ambientale.

Il DSS è nativamente integrato con il Knowledge Graph per la gestione e organizzazione delle informazioni sotto forma di grafo e all'event manager.

Knowledge Graph

Il componente Knowledge Graph è votato alla memorizzazione su un database a grafo delle informazioni riguardanti gli eventi e le risorse in esame durante l'utilizzo della soluzione. Le informazioni vengono memorizzate in termini di nodi e relazioni di tipi specifici, che possono contenere delle proprietà (attributi) quali dati secondari.

Il Knowledge Graph contiene un insieme di dati arricchiti a seguito di analisi da parte di altri componenti della soluzione; a titolo esemplificativo ma non esaustivo: correlazioni derivanti da analisi testuale, dal riscontro della presenza di entità o tematiche in comune a più nodi, valutazioni di similarità.

La particolare struttura dei DB a grafo, con un'architettura opportunamente ponderata, permette un netto miglioramento nelle performance e una rappresentazione delle relazioni tra i dati più efficiente, in special modo rispetto a interrogazioni che coinvolgono grandi moli di dati.

Una rappresentazione a grafo dei dati ben si presta all'applicazione di algoritmi di graph data science, ad esempio, per analisi su centralità, community detection, similarità, shortest path, predizione di relazioni e altro.

Un consumer acquisisce i messaggi su una coda, in particolare su specifici topic foraggiati rispettivamente dai producer. Ciascun messaggio consumato viene sottoposto a un'operazione di parsing al fine di estrarre i dati necessari e comporre correttamente una query cypher atta a scrivere sul db a grafo Neo4J o a modificare taluni nodi o relazioni all'interno dello stesso.

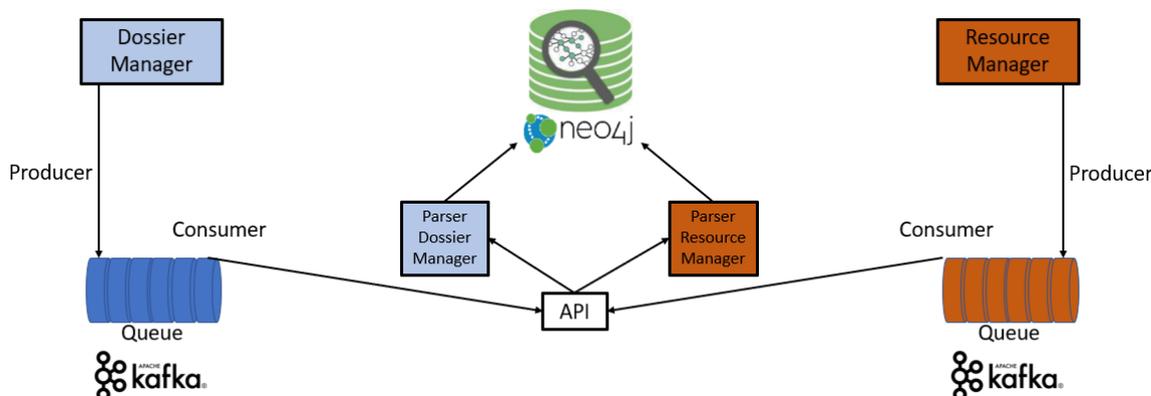


Figura 103 - Knowledge Graph, estrazione dati

Dopo aver consumato un messaggio dalla coda, viene invocata un'API che provvede a effettuare il parsing dei campi relativi al messaggio, a seconda che lo schema sia quello di un messaggio dal producer, per costruire l'apposita query cypher e sottoporla al db a grafo Neo4j.

Il Knowledge Graph permette di effettuare le tipiche operazioni CRUD, ovvero di creazione, lettura, aggiornamento e cancellazione sugli elementi del database a grafo quali nodi, relazioni, attributi degli uni e delle altre.

Event Manager

L'Event Manager fornisce servizi a supporto dell'operatore per la presa in carico e la corretta gestione degli eventi che sono generati da fonti eterogenee e che confluiranno tutti all'interno della piattaforma SIM.

Gli eventi possono essere generati a partire da una Scheda Evento (eventsheet), compilata da un operatore di tipo Call Taker e destinata a un operatore di tipo Dispatcher (Gestore Eventi), oltre che da sottosistemi integrati, da Applicazioni esterne (es. app mobile di notifica Eventi) e Amministrazioni federate.

Nella scheda evento sono contenuti tutti i dati necessari per la descrizione dell'evento segnalato, come ad esempio:

- posizione geografica;
- identificativo dell'Ente o sottosistema che ha generato la segnalazione;
- categorizzazione dell'evento;
- priorità associata all'evento;
- eventuale Identità della persona che sta segnalando l'evento;
- eventuali ulteriori informazioni specifiche della tipologia di evento e dalla fonte (app, sottosistema, etc.) che ha segnalato l'evento.

Il framework espone metodi e meccanismi per la ricezione di eventi e per l'inserimento di comportamenti nell'applicazione, in modo da fornire informazioni al meccanismo di Log&audit che

si occupa della registrazione, del monitoraggio e dell'analisi di tutte le attività e degli eventi che si verificano all'interno dei componenti della piattaforma.

Event Taxonomy Manager

Il componente Event Taxonomy Manager (ETM) consente di definire un sistema di classificazione gerarchica multilivello della tipologia di eventi generati e afferenti alla piattaforma SIM; consente altresì di definire i livelli di priorità assegnabili agli eventi e la lista delle domande assegnabili a ogni tipologia di eventi.

Event Queue Manager

Il componente Event Queue Manager (EQM) è dedicato alla gestione della coda degli eventi, in particolare all'inserimento di un nuovo evento nella coda; è in grado di fornire informazioni sullo stato della coda, di fornire informazioni sullo stato di uno specifico evento, di consentire la transizione dello stato di un evento e la cancellazione dell'evento. EQM a tale scopo espone opportuna API CRUD per la gestione della coda degli eventi.

Il componente assegna automaticamente un evento a un'applicazione client in base a opportune strategie di assegnazione implementate nel micro-componente Event Assignment Strategy (EAS).

Event Assignment Strategy

L'obiettivo del componente Event Assignment Strategy (EAS) è quello di isolare ed estendere la funzionalità di assegnazione automatica dell'operatore, questo si ottiene offrendo più algoritmi di assegnazione e la possibilità di poter modificare dinamicamente gli algoritmi utilizzati in modalità trasparente a Event Queue Manager (EQM).

Event Assignment Strategy (EAS) ha accesso ai dati di EQM oltre che a servizi esterni come il GIS per individuare l'operatore a cui assegnare l'evento.

Event Reporting Manager

Questo componente mette a disposizione un'interfaccia per la registrazione dei dati relativi all'utente che sta segnalando l'evento, fornisce inoltre tutti quei dati specifici relativamente alla natura dell'evento, viene fatto utilizzando alcuni template che riportano il tipo di dato, i vincoli di formato, la cardinalità, il valore di default.

Event Report Generator

Il componente Event Report Generator (ERG) ha il compito di generare dei report dell'evento inserendo i dati a esso relativi in appositi template, questi ultimi sono predisposti a seconda delle categorie di classificazione dell'evento oppure anche in base al dominio di riferimento.

Event Manager Tools

Il componente Event Manager Tools (EMT) contiene tutta una serie di funzionalità a supporto dei servizi di Event Manager, quali ad esempio l'inserimento di informazioni all'interno dello strato di persistenza.

Event Suggested Operations

Il componente Event Suggested Operations (ESO) è a supporto di Event Manager Tools (EMT) e fornisce una serie di suggerimenti utili all'operatore per una più corretta e veloce gestione dell'evento; questo viene fatto sulla base del contesto, delle condizioni al contorno e dei dati disponibili.

2.6.2.6.1 Utilizzo nei verticali

Il Decision Support System svolge un ruolo chiave nell'elaborazione dei dati, nella generazione di analisi e raccomandazioni basate su modelli, nell'aiutare gli utenti a prendere decisioni informate. Questo migliora la gestione delle risorse, la sicurezza e la capacità di risposta alle sfide specifiche di ciascun settore, contribuendo a una gestione più efficiente e sostenibile dell'ambiente.

Controllo dell'Instabilità Idrogeologica

- Rilevamento di dati geotecnici: il modulo di Event Manager può gestire eventi in caso di segni di instabilità che provengono dal rule engine che monitora dati provenienti dai sensori geotecnici per rilevare cambiamenti nel terreno e generare;
- generazione di allerte tempestive: quando vengono rilevati eventi sismici o condizioni meteorologiche avverse, il sistema può generare avvisi per avvertire i responsabili della sicurezza e i soccorritori;
- il DSS può utilizzare dati storici e in tempo reale e suggerire azioni preventive o di mitigazione a seguito di rischi di instabilità del terreno.

Agricoltura di Precisione

- Eventi di monitoraggio dei dati agricoli: il modulo gestisce gli eventi come malattie delle piante o carenze nutritive che sono generati tramite la raccolta e l'analisi dei dati sulle condizioni del suolo, l'umidità, i livelli di nutrienti e i dati meteo;
- programmazione delle attività agricole: aiuta gli agricoltori a pianificare le attività agricole in base agli eventi, come la semina o la raccolta, in modo ottimale;
- il DSS può fornire raccomandazioni basate su dati e modelli per ottimizzare l'irrigazione, la fertilizzazione e il controllo delle malattie delle colture.

Monitoraggio dell'Inquinamento Marino e Litorale

- Eventi di monitoraggio dei sensori oceanografici: il modulo può identificare eventi di inquinamento marino, come sversamenti di petrolio o aumento dei livelli di tossine;
- allerte ambientali: in caso di superamento delle soglie di inquinamento, il sistema può generare automaticamente allerte e avvisi per attivare una risposta tempestiva;
- il DSS può analizzare dati ambientali per valutare la qualità dell'acqua e identificare potenziali fonti di inquinamento.

Prevenzione di Illeciti Ambientali

- Il modulo può supportare l'analisi di dati di sorveglianza per rilevare comportamenti sospetti o illegali;

- gestione delle segnalazioni: fornisce un sistema per la segnalazione di attività illegali o sospette da parte degli utenti e gestisce queste segnalazioni per le autorità competenti.

Supporto alle Emergenze

- Gestione delle comunicazioni di emergenza: monitora costantemente le comunicazioni di emergenza e i dati provenienti da sensori sismici, meteo e di rilevamento delle catastrofi, generando eventi e avvisi in risposta;
- pianificazione e coordinamento delle risorse: il modulo aiuta a coordinare le risorse di emergenza, come squadre di soccorso e strutture di evacuazione, in caso di eventi catastrofici;
- il DSS può aiutare a pianificare e coordinare le risorse di emergenza in base alle condizioni e alle esigenze specifiche.

Gestione degli Incendi Boschivi e di Interfaccia

- Eventi di rilevamento degli incendi: monitora costantemente gli eventi generati dai dati provenienti dai sensori di rilevamento degli incendi;
- gestione delle risorse antincendio: aiuta a coordinare l'allocazione delle risorse antincendio, come squadre e attrezzature, durante gli incendi;
- il DSS può integrare dati meteo, topografici e sulle risorse per prevedere il comportamento degli incendi e coordinare le operazioni di spegnimento.

2.6.2.7 Tracciabilità immutabile dei dati critici

Il Sistema Integrato di Monitoraggio Ambientale (SIM) genera e raccoglie dati critici da una vasta rete di dispositivi IoT, inclusi sensori terrestri, satelliti e droni. L'obiettivo di questo documento è descrivere l'architettura di un sistema di registrazione di dati critici immutabile, basato sulla tecnologia IOTA, (descritta successivamente) che assicura l'integrità, la sicurezza e la tracciabilità delle informazioni ambientali rilevanti, soprattutto in situazioni di emergenza.

Per **dato critico del SIM** si intende qualsiasi dato rilevato dalle reti di monitoraggio o dai dispositivi IoT che rappresenta l'evidenza di una situazione eccezionale o critica, come nel contesto di un **disastro ambientale**.

2.6.2.7.1 Obiettivi del Sistema

Il sistema si prefigge di:

- assicurare l'immagazzinamento sicuro e immutabile dei **dati critici del SIM**;
- fornire tracciabilità e integrità di questi dati attraverso metadati accurati;
- supportare analisi post-emergenza per ricostruire la sequenza degli eventi.

2.6.2.7.2 Caratteristiche Principali del Sistema

Il sistema è caratterizzato dall'impiego di specifiche tecnologie software integrate nel framework IOTA.

2.6.2.7.2.1 Tecnologia Distributed Ledger di IOTA

IOTA è una tecnologia di ledger distribuito (Distributed Ledger Technology, DLT)³² che si distingue notevolmente dalle tradizionali blockchain. Al centro di IOTA c'è il *Tangle*, un sistema di database distribuito che utilizza una struttura a grafo aciclico diretto (Directed Acyclic Graph, DAG) per registrare le transazioni. A differenza delle blockchain, che si basano su catene di blocchi e l'estrazione di criptovalute, il *Tangle* consente a ogni partecipante di effettuare transazioni confermandone altre due; questo meccanismo elimina la necessità di avere una funzionalità di *miner* (come nelle blockchain) e di ridurre i costi delle transazioni, rendendo il sistema scalabile e adatto a microtransazioni, una caratteristica particolarmente desiderabile nell'Internet of Things (IoT).

IOTA è progettato per essere estremamente leggero, il che lo rende ideale per l'uso nei dispositivi IoT che spesso hanno limitate capacità di elaborazione e energetiche. Questo è reso possibile grazie all'assenza di costi per le transazioni e alla minima quantità di dati necessari per effettuare una transazione nel *Tangle*. Queste proprietà sono fondamentali per applicazioni ambientali in cui i sensori e altri dispositivi generano grandi volumi di dati e richiedono un'infrastruttura che può scalare in modo efficiente.

Inoltre, IOTA offre funzionalità native per la gestione dei dati e la comunicazione tra macchine (Machine to Machine, M2M), aspetti fondamentali per un'efficace rete di monitoraggio ambientale. Con il Masked Authenticated Messaging (MAM), IOTA permette la trasmissione di dati sicuri e verificabili, in cui i messaggi sono crittografati e possono essere decifrati solo da parti fidate.

IOTA è un progetto open source e collaborativo che si propone di diventare uno standard nell'industria dell'IoT. La sua architettura non centralizzata è particolarmente resistente ai problemi di single point of failure, garantendo così una maggiore resilienza del sistema in scenari critici come il monitoraggio di eventi ambientali. Le sue caratteristiche lo rendono inoltre adatto a soddisfare i requisiti di sicurezza, privacy e compliance normativa, poiché le transazioni possono essere anonime ma tracciabili e immutabili.

La scelta di IOTA come piattaforma DLT per il SIM si basa su queste caratteristiche e sulla sua idoneità a gestire un volume elevato di transazioni generato dai dispositivi IoT (garantendo anche l'immutabilità di questi dati nel tempo). L'obiettivo è fornire un'infrastruttura che non solo faciliti la raccolta e l'archiviazione di dati ambientali ma che li renda anche facilmente accessibili e analizzabili in modo sicuro e affidabile per le analisi post-emergenza.

³² **Distributed Ledger Technology:** La Distributed Ledger Technology (DLT) è un database digitale che si estende su più nodi, siti o geografie, gestito da partecipanti diversi, che consente transazioni sicure, sincronizzate e decentralizzate, senza bisogno di un'autorità centrale di fiducia

2.6.2.7.2.2 Sicurezza e Immutabilità

I dati, una volta scritti nel *Tangle*, diventano immutabili. Questo assicura che le informazioni su eventi ambientali come alluvioni, frane, e inquinamento non possano essere alterate retroattivamente, fornendo un registro affidabile per l'analisi post-emergenza.

2.6.2.7.2.3 Modulo TAM

Il modulo **Trust and Accountability Module** (TAM) di IOTA è un componente progettato per migliorare Trust e Responsabilità nell'ecosistema IOTA e, per estensione, nelle applicazioni che richiedono un'elevata integrità dei dati, come i dati critici trattati dal Sistema Integrato di Monitoraggio (SIM) per l'ambiente. Le sue caratteristiche principali sono descritte di seguito.

Autenticazione dei Dispositivi

Il TAM implementa meccanismi resilienti di autenticazione dei dispositivi IoT che impediscono la manipolazione dei dati alla fonte. Attraverso l'uso di certificati digitali e altri metodi di autenticazione basati sulla crittografia, il modulo assicura che solo dispositivi verificati e attendibili possano contribuire alla rete con i loro dati.

Verifica delle Transazioni

Ogni transazione (per transazione si intende in questo contesto la registrazione di dati critici SIM) immessa nel Tangle attraverso il TAM viene accuratamente verificata per autenticità e integrità. Questo si realizza attraverso l'uso di firme digitali che assicurano che i dati non siano stati alterati dal momento della loro creazione fino al loro inserimento nel Tangle.

Gestione dei Metadati

Il TAM gestisce i metadati associati ad ogni transazione, fornendo contesto e tracciabilità. Questi metadati possono includere timestamp, identificatori del dispositivo, geolocalizzazione, e altri dati che consentono una completa ricostruzione degli eventi.

Controllo di Accesso

Il modulo permette di definire politiche di accesso ai dati, assicurando che solo entità autorizzate possano accedere alle informazioni registrate. Questo è particolarmente importante per il rispetto delle normative sulla privacy e la protezione dei dati.

Interoperabilità e Standardizzazione

Il TAM supporta gli standard di interoperabilità, facilitando l'integrazione con altre piattaforme e sistemi di monitoraggio. Questo è essenziale per creare un ecosistema unificato dove i dati da fonti diverse possono essere facilmente aggregati e analizzati.

Accountability e Audit Trail

Infine, il TAM fornisce un meccanismo per la creazione di un *audit trail* completo, che è fondamentale per le analisi post-evento. Ogni passaggio nel ciclo di vita dei dati può essere tracciato e verificato, offrendo una chiara sequenza di eventi che può essere utilizzata per determinare la causa e l'effetto in caso di eventi critici.

2.6.2.7.2.4 Implementazione per il SIM

Nel contesto dell'implementazione ci sarà la valutazione per la realizzazione di un'infrastruttura DLT e la scelta sull'opzione *permissionless* o *permissioned*.

Configurazione della soluzione DLT

La tecnologia Distributed Ledger Technology (DLT) di IOTA può essere configurata in due modi distinti: *permissionless* o *permissioned*. Queste configurazioni determinano chi può partecipare alla rete e in che modo. Di seguito sono riportate le differenze chiave tra queste due opzioni:

Permissionless (Senza Permesso)

Caratteristiche:

- **Open access:** chiunque può partecipare alla rete come un nodo completo, ovvero può validare transazioni e interagire con il ledger;
- **Decentralized:** non ci sono gatekeeper o autorità centrali che controllano l'accesso alla rete, il che porta a un alto livello di decentralizzazione;
- **Transparent:** le transazioni e la storia del ledger sono pubbliche e trasparenti per chiunque desideri vederle;
- **Censor-resistant:** È molto difficile per qualsiasi entità o gruppo di entità censurare o modificare i dati una volta che sono stati confermati sul ledger.

Permissioned (Con Permesso)

Caratteristiche:

- **Accesso Controllato:** l'accesso alla rete è ristretto a entità pre-autorizzate. Solo i nodi approvati possono validare le transazioni;
- **Centralizzazione Controllata:** esiste un certo grado di centralizzazione poiché una o più autorità centrali gestiscono chi può entrare nella rete;
- **Privacy:** la storia delle transazioni può essere nascosta o resa visibile solo ai partecipanti autorizzati;
- **Sicurezza specifica:** permette l'implementazione di politiche di sicurezza su misura che possono essere necessarie per le organizzazioni o per il rispetto delle normative.

Quest'ultima modalità inoltre è particolarmente per istituzioni nella P.A. che necessitano di privacy e controllo sulle informazioni condivise e su chi può accedere al ledger e anche quando è richiesta la conformità a normative specifiche, come il GDPR per la protezione dei dati.

Considerazioni per il SIM

La scelta definitiva della modalità è parte della fase di implementazione a seguito della valutazione di quale configurazione utilizzare per il Sistema Integrato di Monitoraggio Ambientale (SIM), tenendo conto di alcuni fattori quali:

- **privacy dei dati:** se i dati raccolti fossero sensibili o soggetti a normative sulla privacy, una configurazione *permissioned* potrebbe essere preferibile;
- **governance:** una rete *permissioned* permette una governance più stretta, che può essere necessaria per garantire la conformità e il controllo dei dati ambientali;
- **scalabilità e prestazioni:** le reti *permissionless* tendono ad essere più decentralizzate e possono soffrire di problemi di scalabilità e prestazioni rispetto alle reti *permissioned*, che sono più centralizzate e quindi potenzialmente più efficienti;
- **integrità e trust:** le reti *permissionless* possono offrire una maggiore integrità e trasparenza, fattori che potrebbero essere importanti per la "fiducia" degli utenti e stakeholders del SIM.

2.6.2.7.3 Architettura del Sistema

Il seguente diagramma mostra l'architettura ad alto livello del sistema di tracciatura immutabile

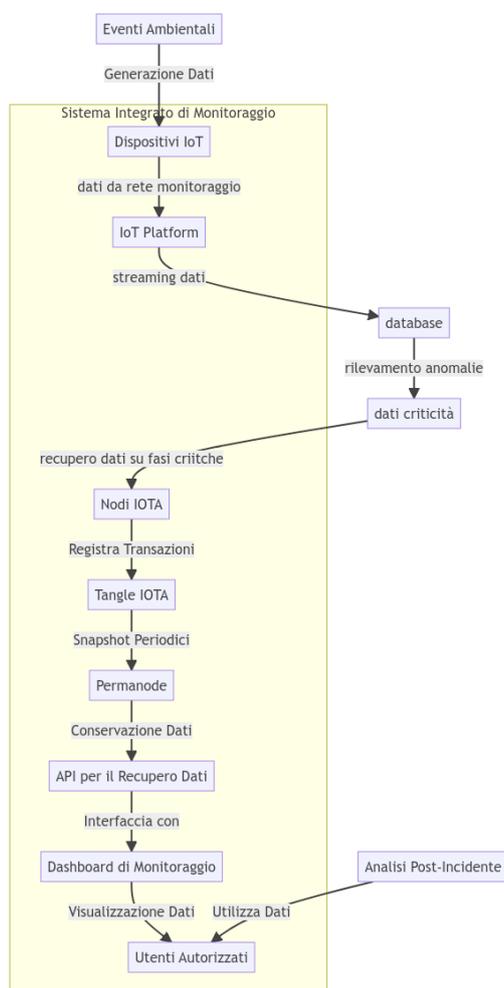


Figura 104 – Schema architettura del sistema

2.6.2.7.3.1 Raccolta Dati

I dati raccolti dalle reti di monitoraggio e in generale dai dispositivi IoT sono registrati in modo permanente su database specifici, in base alla loro tipologia (per esempio le metriche su database Time Series).

Dati che riguardano situazioni anomale o critiche vengono selezionati come dati critici SIM e seguono un processo per essere registrati tramite transazioni nella rete Tangle.

2.6.2.7.3.2 Deploy dei Nodi IOTA

Relativamente ai nodi IOTA si considera distribuirli in un'architettura decentralizzata per garantire resilienza e ridondanza.

2.6.2.7.3.3 Dashboard e API

La dashboard di accesso per la consultazione rapida consente di effettuare verifiche su necessità specifiche, mentre le API su standard RESTful per assicurare la fruibilità dei dati immutabili a livello applicativo.

2.7 Infrastruttura Cloud

L'impiego di una infrastruttura cloud a disposizione del sistema complessivo (dati, applicazioni, capacità computazionale, ecc.) è parte integrante della progettualità del SIM.

Il cloud sarà erogato dal Polo Strategico Nazionale (PSN), che nasce come partenariato pubblico privato promosso dal Dipartimento per la Trasformazione Digitale (DTD) quale infrastruttura ad alta affidabilità al fine di dotare la Pubblica Amministrazione di tecnologie e infrastrutture cloud che possano beneficiare delle più alte garanzie di affidabilità, resilienza e indipendenza. Tale scelta di utilizzo da parte del MASE rientra, tra l'altro, nelle attività previste dalla componente 1 della prima missione del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza, per accelerare la trasformazione digitale della PA, congiuntamente all'iniziativa 1.2 del PNRR "Abilitazione e facilitazione migrazione al cloud", occorre raggiungere l'obiettivo di portare il 75% delle amministrazioni italiane a utilizzare servizi in cloud entro il 2026.

Preme qui ricordare anche che Il Polo Strategico Nazionale nasce per fornire uno degli strumenti essenziali a raggiungere alcuni obiettivi cardine delle Pubbliche Amministrazioni, con particolare riferimento agli "Obiettivi Italia Digitale 2026", che prevedono la razionalizzazione dei Data Center e la possibilità di usufruire, in maniera continuativa e sistematica, di servizi cloud dedicati e aventi **focus sulla sicurezza**, connettività e affidabilità.

Sotto il punto di vista della security, il PSN ha acquisito diverse qualifiche che lo rendono il partner qualificato per rispondere alle esigenze di cyber security che il sistema SIM manifesta, e questo grazie alle tecnologie adottate, ai servizi IT a catalogo disponibili e ai servizi professionali di sicurezza erogati, con un ampio portafoglio di certificazioni messo a disposizione del MASE.

I servizi cloud erogati per il MASE appartengono alle tre macrocategorie seguenti: IaaS (Infrastructure as a Service), PaaS (Platform as a Service), CaaS (Container as a Service). Nel seguito di questo paragrafo si descrivono i principali elementi caratterizzanti tali Service, demandando al cap. 8 la trattazione esaustiva dei servizi stessi.

La tabella seguente è un estratto delle qualifiche che ACN ha rilasciato al PSN e che riguardano tutti i servizi che sono a disposizione del MASE.

Qualifiche ACN (Decreto direttoriale n. 29 del 02/01/2023, requisiti di cui all'allegato 1 della determina n. 307 del 18 gennaio 2022; Determina 307 per i massimi livelli consentiti Q*4)
QI4 alla infrastruttura "Infrastruttura Cloud PSN"
QC4 al servizio IaaS "IaaS Shared PSN"
QC4 al servizio PaaS "DRaaS PSN"
QC4 al servizio PaaS "BaaS PSN"
QC4 al servizio PaaS "AI PSN"
QC4 al servizio PaaS "BigData PSN"
QC4 al servizio PaaS "PaaS IAM PSN"
QC4 al servizio PaaS "DBaaS PSN"
QC4 al servizio IaaS "CaaS PSN"

In aggiunta alle qualifiche appena tracciate nel riquadro, la tabella riportata poco sotto rappresenta un elenco delle certificazioni in possesso del PSN che sono garanzia di sicurezza, affidabilità e qualità dei servizi erogati, con un particolare focus sugli aspetti relativi alla security.

Certificazioni PSN
ISO/IEC 27001 Sistema di gestione della Sicurezza delle Informazioni
ISO/IEC 27017 Sistema di gestione della Sicurezza delle Informazioni per i servizi nel Cloud
ISO/IEC 27018 Sistema di gestione della Sicurezza delle Informazioni per i dati personali nei Servizi Cloud
ISO/IEC 270351 e ISO/IEC 27035 2 Gestione degli incidenti di Sicurezza
ISO/IEC 27701 Specifica delle Informazioni sulla Privacy
ISO/IEC 29100 Privacy framework
ISO/IEC 22301 Business Continuity Management System
ISO/IEC 9001 Quality Management System
ISO/IEC 20000-1 Service Management
ISO 14001 Sistema di gestione ambientale
ISO 14064:2018 Gestione, rendicontazione e verifica di dati e informazioni riferiti ai GHG (GHG Greenhouse gases, gas a effetto serra)
ISO 45001:2018 Sistema di gestione per la salute e sicurezza sul lavoro (SSL)
ISO 37001:2016 Anticorruzione
ISO 50001 Sistema di gestione dell'energia (SGE)
ANSI/TIA-942 Rating 3/4 Leed Gold Standard per affidabilità Datacenter
ISO/IEC TS 22237 Data center facilities and infrastructures
CSA Star Cloud Security Alliance Star Level2 Audited

Nell'ambito dei servizi di cloud computing, il CaaS quindi offre un'estensione delle funzionalità rispetto all' Infrastructure as a Service (IaaS), gestendo le risorse Container. Esso non possiede tutte le funzionalità offerte dai servizi di Platform as a Service (PaaS).

Come estensione dei servizi IaaS, il CaaS prevede che sia soddisfatto il prerequisito che servizi Infrastrutturali di base (come servizi di connettività, rete, sicurezza, bilanciamento, backup, crittografia, etc....) siano erogati da preesistenti servizi già disponibili.

Nel servizio CaaS, il fornitore mette a disposizione:

- l'infrastruttura per ospitare la piattaforma del servizio CaaS;
- la piattaforma per l'erogazione delle funzionalità CaaS che include anche gli strumenti di automation e orchestration.

Il servizio CaaS prevede che sia di totale responsabilità del fornitore la gestione dell'infrastruttura sottostante, della piattaforma di erogazione dei container, dei tool di orchestrazione e automazione e dei vari tool di gestione. Il cliente è responsabile dell'esecuzione dei propri container.

Il servizio CaaS permette all'utente di gestire:

- il deploy dei container;
- l'avvio dell'esecuzione dei container;
- l'arresto dell'esecuzione dei container;
- il ridimensionamento dei container;
- lo scale-up e lo scale-down del numero di container;
- l'organizzazione dei workloads a container, la configurazione di task e servizi;
- il servizio fornisce anche strumenti che permettono all'utente di monitorare lo stato dei propri container.

L'utente ha inoltre la possibilità di gestire alcune policy di connessioni tra container dello stesso namespace (area segregata logicamente, dedicata al cliente per il proprio progetto) attraverso i tool di Software Define Network fornite dalla piattaforma e di esporre i servizi associati al container su rete esterna alla piattaforma di erogazione dei container in modalità http, https, udp, tcp.

2.7.4 DBaaS

Il DataBase-As-A-Service è un servizio che consente agli utenti di configurare, gestire e ridimensionare database utilizzando un insieme comune di astrazioni secondo un modello unificato, senza dover conoscere o preoccuparsi delle esatte implementazioni per lo specifico database. Viene demandato al provider tutto quanto relativo all'esercizio e alla gestione dell'infrastruttura sottostante, comprese le operazioni di riconfigurazione della capacità elaborativa e delle repliche, mentre gli utenti possono così focalizzarsi sulle funzionalità applicative ed estrarre valore dai dati.

Tramite la console di gestione del servizio vengono messe a disposizione del cliente in particolare le funzionalità di:

- creazione (o cancellazione) di un database;
- modifica delle principali caratteristiche infrastrutturali dell'istanza DB e ridimensionamento ove non automatico;
- configurazione di alcuni parametri del database;
- attivazione di funzionalità aggiuntive, come ad esempio la replica dei dati su istanze passive (ove applicabile);
- attivazione di funzionalità di backup od esportazione dei dati (ove applicabile).

Altre funzionalità avanzate di configurazione delle specifiche istanze database sono demandate alle relative interfacce di amministrazione native.

Il catalogo del servizio comprende:

- database relazionali che supportano il modello dati relazionale e lo standard SQL di interrogazione. Sono quindi adatti a spostare carichi di lavoro di DB SQL preesistenti a casa del cliente su ambienti moderni e sicuri, in grado di garantire l'elevata affidabilità e le possibilità di crescita offerte dal Cloud;
- database NoSQL ottimizzati per trattare dati non strutturati, con volumi elevati o con caricamento di grandi quantità di informazioni in modelli dati flessibili e con bassa latenza.

Altre funzionalità avanzate di configurazione delle specifiche istanze database sono demandate alle relative interfacce di amministrazione native.

2.8 Tecnologie per sistemi edge network (reti monitoraggio)

Scopo dell'architettura delle reti di rilevamento è di abilitare l'integrazione dei sensori presenti sul territorio, con il sistema SIM favorendo la comunicazione tra entità eterogenee e garantendo e lasciando inalterato le reti di sensori già presenti sul territorio.

Attualmente, le reti di rilevamento si riferiscono a reti di sensori dedicati e distribuiti sul territorio che monitorano e registrano condizioni fisiche dell'ambiente e inoltrano i dati raccolti a un sistema centrale. I sensori possono misurare condizioni ambientali diverse come temperatura, livelli di inquinamento, umidità, vento ecc.

Le reti di sensori si basano su connettività di tipo differente e sulla formazione di reti che permettono ai dati raccolti di essere trasportati su diversi canali di comunicazioni. Tali dati, consentono di controllare lo stato e l'attività dei sensori.

Le reti di rilevamento presenti sul territorio italiano sono costituite da diversi nodi, a loro volta connessi ad altri, il singolo nodo è costituito da diverse componenti, quali, antenna, microcontrollore, sensori e una fonte di energia, solitamente una batteria o un sistema di raccolta di energia. Le reti di sensori supportano le topologie che possono variare da rete a stella, rete mesh o multi hop, mentre la propagazione del dato utilizzano tecniche di *routing* o *flooding*.

In generale, più soluzioni di connettività vengono tradizionalmente create come reti separate e isolate. Ciò comporta la duplicazione dell'infrastruttura, degli sforzi e dei costi, pratiche di gestione inefficienti e una minore garanzia di sicurezza e resilienza. Anche il networking tradizionale viene generalmente gestito su base dispositivo, il che richiede tempo, crea complessità non necessarie e aumenta l'esposizione a costosi errori umani.

Si rende quindi necessario un approccio diverso per affrontare il numero crescente di servizi, sistemi, dispositivi connessi e i relativi volumi di dati. Le opzioni disponibili per la selezione delle nuove tecnologie rendono il processo decisionale più difficile e presentano rischi che spesso sembrano maggiori dei vantaggi. Questo approccio richiede una considerazione strategica e unificata di tutte le esigenze tra gli obiettivi organizzativi e la natura in evoluzione delle soluzioni tecnologiche sottostanti. Un approccio integrato per creare un'unica rete di comunicazioni sicura per supportare le diverse esigenze che sia più semplice da implementare, gestire e proteggere.

Quindi una soluzione end to end efficiente in grado di fornire:

- un'unica rete modulare con opzioni di connettività cablata (fibra, Ethernet), wireless (Wi-Fi, cellulare) e Internet of Things (IoT) (LoRaWAN) per avere flessibilità di implementazione;
- un'infrastruttura flessibile e gestita per segmentare virtualmente e proteggere la rete tra differenti utenti e servizi, ciascuno con le proprie policy, controllo e gestione;
- supporto per l'automazione della rete con gestione unificata delle policy e della sicurezza delle comunicazioni per ridurre significativamente i costi operativi aumentando la capacità di scalare la dimensione dell'infrastruttura; la soluzione dovrebbe anche fornire assistenza nella conformità alla sicurezza e alle normative, che sta diventando una sfida significativa negli ambienti strategici pubblici e nazionali;
- apparati di rete altamente affidabili per ambienti complessi con opzioni di implementazione semplificate di tipo zero-touch.

Connected Community Network Architecture

Ogni tecnologia dovrebbe essere inclusa in un'architettura di rete trasversale ed essere a supporto di differenti casi d'uso e soluzioni verticali diverse. Una rete integrata e multiservizio può essere distribuita su un'ampia area geografica con un unico piano di policy con diverse tecnologie di accesso e segmentazione end-to-end.

L'architettura ottimale prevede un sistema di automazione e gestione per fornire un'esperienza di gestione di nuova generazione: semplificazione dell'onboarding dei dispositivi di rete, funzionalità di sicurezza e risoluzione dei problemi.

Nella piattaforma SIM la gestione dei dati provenienti da sensori presenti sul territorio e da nuove reti di rilevamento e monitoraggio in situ farà riferimento a un'architettura IoT per l'elaborazione dei dati in modalità Stream Processing (garantita dalla presenza dei moduli IoT Platform) così da favorire la comunicazione tra entità eterogenee e garantire l'integrazione con le reti di sensori già presenti sul territorio.

SIM, al pari di altri sistemi di monitoraggio è un sistema permetterà l'acquisizione, ripetuta nel tempo, di un determinato parametro fisico con un livello di accuratezza e precisione adeguato.

Le **proprietà** della rete di rilevamento potranno variare a seconda del tipo di applicazione per cui verrà utilizzata. Tuttavia, saranno assicurate alcune caratteristiche comuni:

- vincoli di consumo energetico per i nodi che utilizzano batterie o accumulatori di energia;
- capacità di far fronte a guasti di sensori;
- capacità di supportare una parziale mobilità dei nodi;
- eterogeneità dei nodi;
- scalabilità;
- capacità di resistere a condizioni ambientali difficili;
- presenza di stazioni base o gateway di raccolta.

2.8.1 Tipologia delle reti

Il sistema SIM permette l'integrazione di diverse tipologie di reti di rilevamento, che possono essere classificate in base alla loro dimensione, al loro scopo e al loro modo di funzionamento:

- reti di sensori distribuiti: composte da un gran numero di sensori dislocati in diverse posizioni, e sono utilizzate per il monitoraggio di grandi aree o per il rilevamento di eventi diffusi su ampie zone. Uno dei principali vantaggi delle reti di sensori distribuiti è la loro capacità di raccogliere e trasmettere grandi quantità di dati da diverse fonti in modo efficiente;
- reti di sensori a basso consumo di energia: progettate per funzionare a lungo con una piccola quantità di energia, e sono utilizzate in applicazioni in cui è importante minimizzare il consumo di energia, come ad esempio in ambienti ostili o in aree remote;
- reti di sensori senza fili: che utilizzano tecnologie di trasmissione dati senza fili, come WiFi, Bluetooth, Zigbee e altre, per trasmettere i dati senza l'utilizzo di cavi;
- reti di sensori wireless mobili (MWSN): può essere definita come una rete di sensori wireless in cui dei sensori sono mobili. Le MWSN sono molto più versatili delle reti di sensori statici in quanto possono essere implementate in qualsiasi scenario e far fronte a rapidi cambiamenti della topologia. La mobilità impone la necessità di essere indipendenti da una stazione base e quindi di utilizzare un canale di comunicazione come quello cellulare o satellitare;
- reti di sensori ad anello: composte da sensori che sono connessi in modo da formare un anello, e sono utilizzate per il monitoraggio di aree di piccole o medie dimensioni;
- reti di sensori a stella: composte da sensori che sono connessi a un nodo centrale, e sono utilizzate per il monitoraggio di aree di piccole o medie dimensioni.

Oltre a queste tipologie di reti di rilevamento, esistono anche altre tipologie di reti, come ad esempio le reti di sensori ibride, le reti di sensori mesh e le reti di sensori mobili. Il sistema garantisce la possibilità tramite l'esposizione di adattatori di protocollo standard, di integrare tutte le reti di rilevamento/monitoraggio possibili nel SIM.

In particolare, è garantita l'integrazione con:

- **Rete Dinamica Nazionale (RDN):** network di stazioni permanenti, stabilmente materializzate e omogeneamente distribuite sul territorio italiano, che osservano con continuità i segnali satellitari GNSS e li trasmettono per via telematica ad un Centro di Calcolo appositamente istituito presso la Direzione Geodetica dell'IGM. Questa rete costituisce, ai sensi del Decreto Ministeriale del 10 novembre 2011, l'infrastruttura geodetica per la materializzazione ed il monitoraggio di precisione del sistema di riferimento ufficiale in Italia, l'ETRF2000 (epoca 2008.0), che è una realizzazione del sistema di riferimento europeo ETRS89.
La RDN di impianto è stata istituita nel 2008, selezionando 99 stazioni permanenti, dette siti fiduciali, appartenenti principalmente ad enti pubblici e di ricerca, distribuite sul territorio in modo omogeneo e con un'interdistanza media di 100÷150 km. Al fine di densificare e consolidare la RDN è previsto un incremento di 8 stazioni da installare in posizioni strategiche al fine di ricoprire aree sguarnite o interessate da una geodinamica particolare.
- **Rete di Livellazione di Alta Precisione:** rete nazionale di livellazione di alta precisione, costituita all'impianto da circa 13.000 caposaldi, disposti lungo altrettanti km di viabilità principale distribuita su tutto il territorio nazionale. Allo stato attuale risultano ancora in sospeso le operazioni di rimisura e raffittimento nel territorio delle regioni: Calabria, Puglia, Sicilia e Sardegna. Il completamento della rete costituisce interesse prioritario per IGM, sia per garantire l'adeguata descrizione altimetrica di tutto il territorio Nazionale, sia per la definizione di un nuovo modello di geoidi con precisione sensibilmente maggiore rispetto all'attuale.
- **Reti di monitoraggio in situ dei movimenti franosi** (tramite IoT Platform): sistema di monitoraggio delle frane che possono essere a bassa frequenza, in near real time, real time. È in corso il censimento dei sistemi di monitoraggio a cura della Regione Emilia-Romagna e Toscana. Il monitoraggio avverrà o in situ o tramite strumentazione mobile.
- **Rete Radar** (tramite IoT Platform): rete con l'obiettivo di garantire una migliore capacità di monitoraggio dei fenomeni atmosferici su scala nazionale integrando le osservazioni radar sia con quelle satellitari, che forniscono informazioni relative alla copertura nuvolosa, sia con i sensori pluviometrici, che registrano dati di carattere puntuale, spesso poco rappresentativi di un intero bacino idrografico. La realizzazione di un sistema operativo di interconnessione e fusione di dati radar meteorologici in tempo reale implica la definizione di un processo di mosaicatura. L'esigenza di realizzare una rete di questo tipo nasce sia dalla necessità di un monitoraggio meteorologico a vasta scala sia dalla necessità di migliorare la qualità delle misure effettuate dal singolo radar.

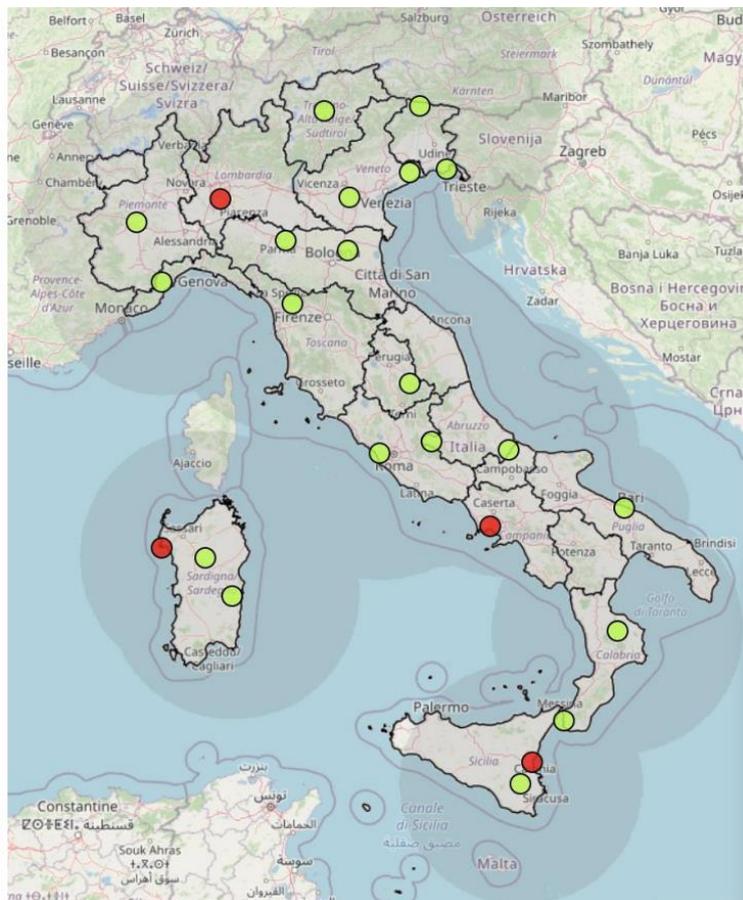


Figura 106 - Rete Radar Meteo Nazionale (Fonte: DPC) (in rosso temporaneamente non funzionanti)

- **Rete IdroAgroMeteo** (tramite IoT Platform): reti di monitoraggio meteo-idrologico costituite in Italia da:
 - stazioni: 1 o più sensori + data logger + gruppo trasmissivo + gruppo di alimentazione + accessori e opere complementari;
 - sistema trasmissivo: reti trasmissive SIRTEV (ponti radio dati in banda UHF e SHF) e reti dei gestori di telefonia mobile;
 - centrali: sistemi informatici per l'archiviazione, l'elaborazione e la restituzione dei dati osservati sul territorio dalle stazioni.

Le stazioni idrometeorologiche sono, in generale, in telemisura ed effettuano misure in continuo trasmettendole in tempo reale. Su di esse sono montati più sensori come: pluviometri, idrometri, termometri, anemometri, nivometri.



Figura 107 - Mappa dell'attuale dislocazione delle stazioni facenti parte della RAN (Rete Agrometeorologica Nazionale)

- **Rete Sismica** (tramite IoT Platform): rete di monitoraggio sismico del DPC attuato mediante l'utilizzazione di due reti:
 - **RETE ACCELEROMETRICA NAZIONALE** (RAN – ad oggi 700 postazioni per la misura dello scuotimento sismico al suolo, di cui 647 di proprietà DPC e 53 di altri soggetti pubblici, mantenuti con efficienza > 97%) La RAN di proprietà del DPC attualmente è costituita da 647 postazioni digitali provviste di un accelerometro, un digitalizzatore, un modem/router con un'antenna per trasmettere i dati digitalizzati via GPRS e un ricevitore GPS per associare al dato il tempo universale UTC e per misurare la latitudine e longitudine della postazione. Di queste 647 postazioni: 234 sono inserite all'interno di cabine di trasformazione elettrica di Enel Distribuzione; 413 sono posizionate su terreni di proprietà pubblica;
 - **OSSERVATORIO SISMICO DELLE STRUTTURE (OSS)**, per la misura della risposta dinamica delle costruzioni al sisma e il calcolo di un parametro di danno, di proprietà DPC e mantenuti con efficienza > 97%). Ad oggi sono attivi, 156 sistemi di monitoraggio sismico installati in 70 scuole, 30 ospedali, 30 municipi, 13 edifici pubblici di altre tipologie, 7 ponti e 6 dighe.
- **Rete di rilevamento scariche elettriche atmosferiche** – LAMPINET (tramite IoT Platform): rete costituita da 15 sensori di tipo IMPACT-ESP nelle LF distribuiti sull'intero territorio nazionale. Il sistema consente la localizzazione dei fulmini CG con una LA di 500 m e un'efficienza del 90%, oltre a essere in grado di localizzare alcuni tra i fulmini IC più intensi, ma con un'efficienza non superiore al 10–20%. Oltre al punto d'impatto vengono determinate l'intensità di corrente, la polarità e il numero di scariche successive in tempo reale, in modo da poter garantire la sicurezza degli aeromobili. L'attuale rete LAMPINET è limitata al monitoraggio delle sole scariche elettriche tra nube e terra (CG), mentre non rileva con la precisione necessaria le scariche tipiche

della fase iniziale di formazione di un temporale che avvengono intra nube (IC) e tra nube e nube (CC):

- **Rete Gravimetrica** (tramite IoT Platform): rete di monitoraggio della gravità terrestre. La Rete Gravimetrica Nazionale consentirà di monitorare le variazioni temporali negli intervalli di tempo tra i rilevamenti decennali, almeno a grande lunghezza d'onda, mediante una rete di Gravimetri (assoluti e/o relativi) Permanenti (GP), che misurino in continuo e aggiornino la rete gravimetrica di riferimento.

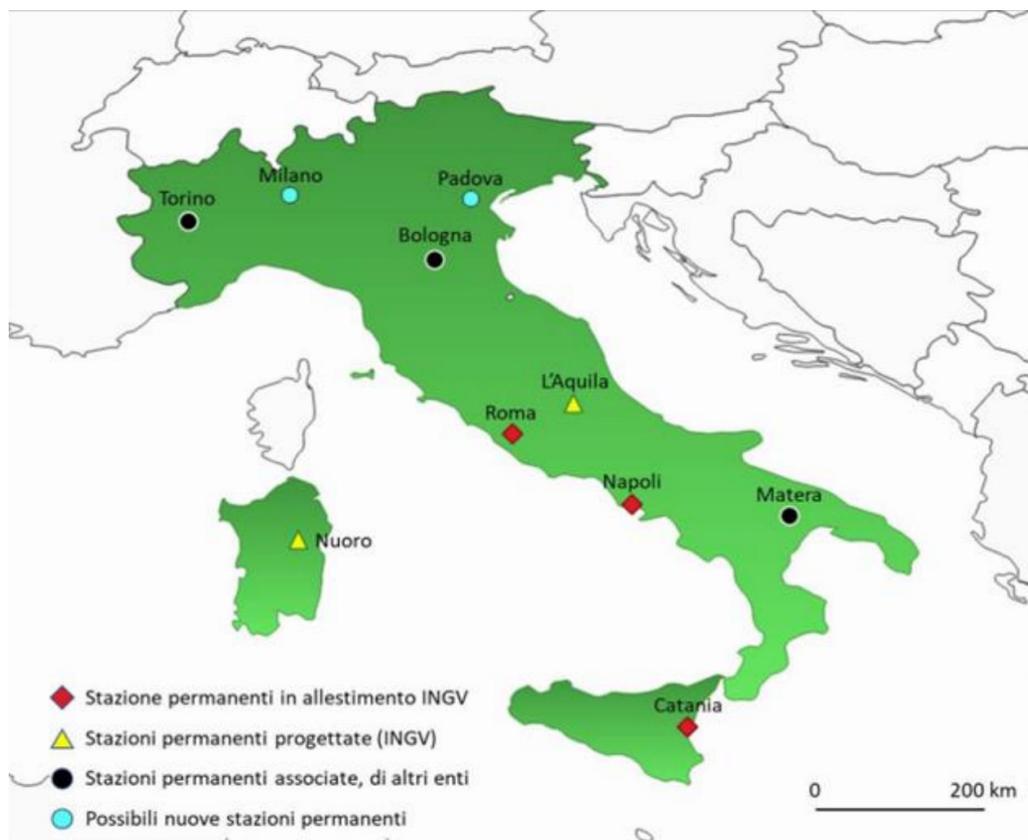


Figura 108 - Distribuzione geografica delle stazioni permanenti

- **Rete GHG** (tramite IoT Platform): reti di misura dei flussi GHG, il riferimento principale per la parte pubblica è rappresentato dal progetto Integrated Carbon Observation System (ICOS). ICOS è un'infrastruttura di ricerca nata dall'iniziativa delle comunità scientifiche europee per disporre di una rete di misurazione coerente e sostenibile che opera esattamente secondo gli stessi standard tecnici e scientifici per consentire una ricerca di alta qualità sui cambiamenti climatici e aumentare l'usabilità dei dati della ricerca. In ICOS vengono unificate e coordinate le stazioni di ricerca e misurazione di alta qualità delle varie nazioni europee. Il network comprende 149 stazioni standardizzate in tutta Europa, coordinate e gestite dalle Reti Nazionali ICOS, dei 14 paesi membri.

2.8.2 Sistemi edge

Le reti di rilevamento da integrare nel SIM variano a seconda del tipo di applicazione e delle esigenze specifiche, anche se alcuni componenti sono comuni a molte di queste, tra questi ritroviamo:

- *Sensori*: dispositivi che raccolgono i dati della variabile di interesse;
- *Protocolli di comunicazione*: mezzi attraverso i quali i dati rilevati riescono a raggiungere le stazioni base e i server centrali;
- *Stazioni base/Gateway*: dispositivi che raccolgono i dati inviati dai sensori e li trasmettono ad altri sistemi per l'elaborazione o la visualizzazione, tutti i gateway dovranno supportare protocolli di interoperabilità standard per integrarsi con il sistema SIM;
- *Server di elaborazione dati*: dispositivi che raccolgono i dati inviati dalle stazioni base e li elaborano per fornire informazioni utili ai sistemi di monitoraggio o di controllo.

Oltre a questi componenti, una rete di rilevamento potrà includere anche altre componenti come ad esempio amplificatori, filtri, circuiti di calibrazione e dispositivi di alimentazione per garantire il funzionamento ottimale della rete.

2.8.2.1 Sensori

I sensori sono i componenti principale della rete di rilevamento, la sfida principale è prevedere nodi di sensori a basso costo, affidabili, a basso consumo e di dimensioni contenute.

Tra i sensori integrabili nella piattaforma SIM ritroviamo:

- fessurimetri;
- estensimetri;
- inclinometri da parete;
- distometri;
- piezometri;
- pluviometri;
- termometro aria;
- barometro;
- termoigrometro aria;
- anemometro meccanico;
- nivometro;
- radiometro globale;
- albedometro;
- disdrometri;
- sensori UV;
- ecc.

In linea generale i sensori possono essere suddivisi in due gruppi: dispositivi che supportano nativamente il protocollo Internet (IP) per la comunicazione e dispositivi che non lo supportano.

I dispositivi che rientrano nel primo gruppo possono connettersi direttamente utilizzando uno qualsiasi dei protocolli basati su IP supportati dai Protocol Adapter della IOT Platform. I dispositivi di quest'ultimo gruppo utilizzano spesso protocolli di comunicazione basati su radio o su linea seriale limitati a un'area locale e richiedono un gateway per connettersi a uno dei Protocol Adapter tramite IP.

I dispositivi nel secondo gruppo possono integrarsi a un Protocol Adapter dell'IOT Platform tramite un gateway di dispositivo che agisce per conto del/i dispositivo/i quando comunica con il modulo.

2.8.2.2 Protocolli di comunicazione

Le reti di rilevamento potranno utilizzare diverse tecnologie di comunicazione per trasmettere i dati raccolti dai sensori, alle stazioni base e ai sistemi di elaborazione dei dati. SIM prevede l'utilizzo delle tecnologie di comunicazione più comunemente utilizzate per le reti di rilevamento:

- Radiofrequenza (RF): le onde radio possono essere utilizzate per coprire aree di grandi dimensioni, ma hanno una portata limitata e possono essere disturbate da ostacoli fisici o interferenze;
- Infrarossi (IR): la luce infrarossa può essere utilizzata per trasmettere i dati a breve distanza. Le reti IR hanno una portata limitata e sono sensibili alle interferenze luminose;
- Wi-Fi: utilizzato per trasmettere i dati a corto raggio, utilizzando la banda di frequenza dei 2,4 GHz o dei 5 GHz;
- Bluetooth: le reti Bluetooth hanno una portata limitata, ma sono facili da configurare e offrono una buona affidabilità;
- Cellulari: le reti cellulari hanno una portata illimitata, ma possono essere costose e dipendenti dalla copertura del segnale;
- Satellitari: la rete satellitare per trasmettere i dati a grandi distanze, anche in aree remote o difficili da raggiungere;
- Internet delle cose (IoT): le reti di rilevamento possono utilizzare la tecnologia IoT per trasmettere i dati a grandi distanze utilizzando Internet. Le reti IoT hanno una portata illimitata e sono facili da configurare, ma possono essere vulnerabili agli attacchi informatici;
- ZigBee: per le reti di piccole dimensioni a bassissimo consumo di energia, utilizza lo standard IEEE 802.15.4 per trasmettere i dati sulla banda di frequenza dei 2,4 GHz;
- Z-Wave: per le reti di piccole dimensioni, utilizza la banda di frequenza dei 908,42 MHz per trasmettere i dati a corto raggio;
- Matter;
- LoRaWAN: fornisce connettività a lungo raggio (fino a 10 km +) operando in una frequenza radio bassa ma con banda ridotta e quindi con bassa velocità di trasferimento dati, di conseguenza, la tecnologia è adatta per applicazioni non in tempo reale per le quali si possono tollerare ritardi e basso throughput. LoRaWAN è un protocollo di livello MAC (Media Access Control) in esecuzione sulla radio LoRa come livello fisico. È progettato per consentire ai dispositivi a bassa potenza di comunicare con le applicazioni tramite connessioni wireless a lungo raggio.

2.8.2.3 Stazioni base o gateway

La stazione base, in una rete di rilevamento, è un dispositivo che funge da punto di accesso per i sensori e gli altri dispositivi della rete, possono essere utilizzate per raccogliere i dati, elaborarli e trasmettere i risultati ad altri sistemi per l'elaborazione o per la visualizzazione.

La stazione base potrà anche essere utilizzata per configurare, aggiornare e gestire la rete di sensori, ad esempio impostando le frequenze di trasmissione e modificando le impostazioni di sicurezza. In generale, la stazione base svolgerà un ruolo importante nella gestione e nell'utilizzo efficiente della rete di sensori.

Il gateway IoT è progettato in un fattore di forma altamente modulare che lo rende una soluzione ideale per la gestione remota delle risorse in più mercati verticali industriali.

Dispone di un ingresso di alimentazione CC integrato da 9,6 a 60 V ed è progettato per resistere ad ambienti complessi, con particolare resistenza a urti, vibrazioni, polvere, umidità e scariche elettrostatiche (ESD). Supporta inoltre un ampio intervallo di temperature: da -40 a 60°C in funzionamento standard, da -40 a 75°C in un armadio ad aria forzata con 200 LFM di aria e testato a 85°C per 16 ore.

Questa durabilità lo rende ideale per implementazioni IoT industriali e distribuite difficili come trasporti, petrolio e gas, sottostazioni di distribuzione, automazione industriale e istituzioni finanziarie.

Un unico fattore di forma con la possibilità di avere diverse connettività WAN (LTE, LTE-Advanced, SFP Ethernet) consentono la flessibilità di aggiungere o aggiornare i moduli con l'evoluzione delle tecnologie.

Il supporto di capacità di SDWAN permette al Gateway IoT di ottenere una elevata disponibilità e semplicità della connessione WAN per reti distribuite su larga scala.

Il gateway IoT supporta tecnologie TPM che garantiscono l'autenticità dell'hardware e del software, gli algoritmi Next Generation Encryption e Quantum Computer Resistant con accelerazione hardware, i servizi firewall e VPN e gli avvisi e le notifiche che consentono la sicurezza fisica e informatica.

È possibile attivare funzionalità di Edge computing analizzando i dati più urgenti all'edge della rete, vicino a dove i dati vengono generati. Un ambiente applicativo altamente sicuro ed estensibile per l'hosting delle applicazioni garantisce l'autenticità delle applicazioni stesse. Un'unità SSD mSATA opzionale sostituibile sul campo nel modulo di espansione consente l'archiviazione dei dati dell'applicazione per la registrazione e l'analisi.

Di seguito alcune funzionalità di rete che sono fondamentali per fornire la flessibilità completa dello stack.

Di seguito alcune funzionalità di rete che sono fondamentali per fornire la flessibilità completa dello stack.

Funzionalità IPv4 e IPv6

- Routing Information Protocol Versions 1 e 2 (RIPv1 e RIPv2);
- Generic Routing Encapsulation (GRE) e Multipoint GRE (MGRE);
- Standard 802.1d Spanning Tree Protocol (STP);
- Network Address Translation (NAT);
- Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP) server, relay, e client;
- Dynamic DNS (DDNS);
- DNS proxy;
- DNS spoofing;
- Access Control Lists (ACLs);
- IPv4 e IPv6 multicast;
- IP Service-Level Agreement (IP SLA);
- Open Shortest Path First (OSPFv2 and OSPFv3);
- Border Gateway Protocol (BGP);
- Enhanced Interior Gateway Routing Protocol (EIGRP);
- Virtual Route Forwarding (VRF) Lite;
- Next-Hop Resolution Protocol (NHRP);
- Serial data encapsulation e relay;
- L2TPv3 over sub-interfaces e VLAN.

Funzionalità di Sicurezza

- Connettività Sicura:
 - Secure Sockets Layer (SSL) VPN per accesso sicuro da remoto;
 - Encryption Hardware-accelerated con impatto minimo sulle performance di sistema;
 - Algoritmi Next Generation Encryption (NGE) e Quantum Computing Resistant (QCR) come AES-256, SHA-384, and SHA-512;
 - Public-Key-Infrastructure (PKI);
 - 20 IPsec tunnel;
 - NAT transparency;
 - Dynamic Multipoint VPN (DMVPN);
 - Tunnel-less Group Encrypted Transport VPN;
 - Flex VPN;
 - IPsec stateful failover;
 - VRF-aware IPsec;
 - IPsec over IPv6;
- Firewall;
 - Zone-based policy firewall;
 - VRF-aware stateful inspection routing firewall;
 - Stateful inspection transparent firewall;
 - Advanced application inspection and control;
 - Secure HTTP (HTTPS), FTP, and Telnet Authentication Proxy;
 - Dynamic and static port security;

- Firewall stateful failover;
- VRF-aware firewall;
- Integrated Threat Control;
- Control-Plane Policing (CoPP);
- Flexible packet matching;
- Network foundation protection.

Funzionalità di QoS

- QoS LTE con supporto per un massimo di 8 portanti simultanei su ciascuna interfaccia WAN cellulare per la classificazione e la prioritizzazione del traffico;
- Priorità al traffico dei servizi sensibili al ritardo e mission-critical;
- Routing a bassa latenza di applicazioni industriali sensibili al ritardo;
- QoS supportata su tutte le interfacce LAN e WAN, comprese le interfacce radio cellular;
- Low Latency Queuing (LLQ);
- Weighted Fair Queuing (WFQ);
- Class-Based WFQ (CBWFQ);
- Class-Based Traffic Shaping (CBTS);
- Class-Based Traffic Policing (CBTP);
- Policy-Based Routing (PBR);
- Class-Based QoS MIB.
- Mappatura fra Class of Service (CoS) e Differentiated Services Code Point (DSCP);
- Class-Based Weighted Random Early Detection (CBWRED);
- Resource Reservation Protocol (RSVP);
- Real-Time Transport Protocol (RTP) header compression (cRTP);
- Differentiated Services (DiffServ);
- QoS pre-classify e pre-fragmentation;
- Hierarchical QoS (HQoS).

Funzionalità di Alta Affidabilità

- Virtual Router Redundancy Protocol (VRRP) (RFC 2338);
- Hot Standby Router Protocol (HSRP);
- Support Dual SIM su modulo LTE per failover connessione radio cellular.

Funzionalità IPv6

- IPv6 addressing architecture;
- IPv6 unicast e multicast forwarding;
- IPv6 ACLs;
- IPv6 over cellular;
- IPv6 routing;
- IPv6 domain name resolution.

Opzioni di montaggio

- Montaggio a pannello, a parete e su guida DIN (verticale e orizzontale)

Specifiche di alimentazione

- Nominal voltage: +/-12V to +/-48V DC;
- Minimo e massimo input voltage: 9.6-60V DC;
- Massima e minima input current: 1.24A (9.6V DC) and 0.26A (60V DC);
- Consumo tipico: > 25W.

Intervallo di temperatura operativa

- -40 a 140°F (-40 to 60°C) in un armadio NEMA sigillato senza flusso d'aria;
- -40 a 158°F (-40 to 70°C) in un armadio ventilato con 40 piedi lineari al minuto (LFM) di aria;
- -40 a 167°F (-40 to 75°C) in una camera ad aria forzata con 200 LFM di aria;
- Testato a 85°C per 16 hours.

2.8.3 Sicurezza delle reti e dei sistemi IoT

Quando i dispositivi IoT non sono gestiti, possono presentare un rischio significativo per la sicurezza della intera architettura (rete, applicazioni, dati, ecc.). Uno dei motivi principali è che i dispositivi IoT sono spesso progettati con controlli di sicurezza limitati o inadeguati. Ad esempio, potrebbero non avere funzionalità di sicurezza estese o supporto per l'autenticazione, potrebbero operare in base a un principio di fiducia implicita o potrebbero utilizzare protocolli di comunicazione non crittografati. Di conseguenza, questi dispositivi possono fornire un punto di ingresso alla rete aziendale per malware, attacchi DDoS (Distributed Denial of Service), interruzione delle applicazioni, furto di dati e snooping.

Si rende quindi necessario prevedere soluzioni di security che si basano su paradigmi di asset discovery, segmentazione della rete, identificazione delle minacce in modalità real time e integrazione con strutture quali SOC e NOC.

La soluzione preferita si basa su una piattaforma integrata in modo nativo con tutti gli elementi sopra citati in grado di combinare l'analisi del protocollo, il rilevamento delle intrusioni, il rilevamento delle vulnerabilità attraverso soluzioni e feed di Threat Intelligence di aziende internazionali e l'analisi comportamentale per aiutare il team di security operation a comprendere il livello di sicurezza. In particolare, i macro requisiti sono qui di seguito espressi:

Tale soluzione incorpora capacità di visibilità nelle apparecchiature di rete IOT (NO appliance di sicurezza dedicate) e non basarsi su concetto quali quelli di span port per inviare flussi di rete alla piattaforma di sicurezza centrale.

Visibilità su tutte le risorse connesse

La piattaforma centralizzata di sicurezza deve identificare le risorse, le loro caratteristiche e i loro modelli di comunicazione catturando e decodificando passivamente i flussi delle applicazioni. È richiesta una soluzione in grado di rilevare malware nel traffico crittografato e garantire la conformità alle policy senza decrittografia.

Approfondimenti operativi per OT

La piattaforma centralizzata di sicurezza deve registrare tutti i flussi delle applicazioni all'interno dell'ambiente per fornire informazioni su problemi di rete, configurazioni errate dei dispositivi, problemi di comunicazione, traffico malevolo e altro ancora. Deve aiutare a migliorare le prestazioni della rete, risolvere i problemi operativi e agire per mantenere l'integrità del sistema e ridurre i tempi di inattività.

Posizione di sicurezza per l'IT

La piattaforma centralizzata di sicurezza deve combinare l'analisi del protocollo, il rilevamento delle intrusioni, il rilevamento delle vulnerabilità e l'analisi comportamentale per aiutare a comprendere il livello di sicurezza. Deve calcolare automaticamente i punteggi di rischio in modo da poter dare la priorità a ciò che deve essere risolto. Deve fornire inoltre indicazioni su ciò che dovrebbe essere fatto in modo da poter creare in modo proattivo un processo di miglioramento per affrontare i rischi.

Per quanto riguarda i requisiti di asset discovery la soluzione oggetto della proposta potrà essere resa disponibile in modalità di Virtual Appliance software o in modalità fisica (appliance fisica) in grado di:

- integrare i dispositivi IoT con la soluzione di profiling per identificare i dispositivi IoT in ottica poi di implementare la soluzione di segmentazione VLAN;
- offrire visibilità e controllo per l'accesso ai dispositivi IOT sulla rete.

Consentire di rilevare le richieste di connessione dai dispositivi connessi e di associare le corrette policy di identità e autenticazione. Disporre di profili predefiniti per varie tipologie di dispositivi quali: smartphone, tablet, telefoni IP, gateway. Creare profili personalizzati secondo necessità per dispositivi nuovi o specializzati.

2.8.4 Ingestion dei dati da sistemi IoT

Il modulo di Ingestion dei dati da sistemi IoT prevede l'acquisizione dei dati da centraline e sensori che richiedono una più efficiente, affidabile e robusta gestione di uno o più stream di dati. Tale modello richiama alle caratteristiche di un sistema di stream processing.

Tale sistema deve costituire un motore distribuito per la realizzazione di pipeline di dati in real-time e applicazioni in streaming. Riceverà i dati da diversi tipi di sorgenti (producer), elaborandoli all'interno della sua architettura e rendendoli disponibili ai riceventi (consumer).

Inoltre, consente la suddivisione dei flussi in gruppi (ad esempio “topic”) e meccanismi di sottoscrizione che permettono ai consumer di poter restare in ascolto degli eventi e dei dati dei flussi appartenenti ai gruppi di interesse.

Ciò deve essere mediato da un sistema di autorizzazioni che consente la fruizione dei dati ai consumer effettivamente abilitati a gestire tali dati.

Tutti questi requisiti sono garantiti all'interno dell'IoT Platform grazie all'utilizzo del componente tecnologico Kafka.

Il broker Kafka, infatti, è responsabile dell'autenticazione delle connessioni dalle applicazioni. A questo scopo, il broker può essere configurato per autenticare le applicazioni utilizzando meccanismi SASL arbitrari. L'accesso agli indirizzi per la ricezione dei messaggi può essere limitato a determinate identità.

Apache Kafka è una piattaforma distribuita di streaming di eventi progettata per un throughput molto elevato fornendo allo stesso tempo determinate garanzie nell'ordine dei messaggi. Si adatta perfettamente ai requisiti dell'IoT Platform in merito alla messaggistica per diversi motivi. I principali vantaggi sono:

- scalabilità: più server Kafka vengono gestiti contemporaneamente come un cluster che può essere espanso secondo necessità. Kafka è ottimizzato per consentire a molti processi di scrivere e leggere dati contemporaneamente;
- ordinamento dei messaggi: una delle caratteristiche principali di Kafka è la partizione dei dati tramite una chiave di partizione, che può essere utilizzata per selezionare i dati per i quali deve essere mantenuto l'ordine e i dati che possono essere elaborati in parallelo. All'interno del modulo, questo ci consente di garantire facilmente che tutti gli eventi provenienti da un dispositivo vengano forniti all'applicazione aziendale nell'ordine corretto. I dati di telemetria del dispositivo possono essere elaborati in parallelo e anche il loro ordine è garantito. I messaggi provenienti da tutti gli altri dispositivi possono essere consumati in parallelo, in modo completamente indipendente, anche in più istanze dell'applicazione aziendale utilizzata contemporaneamente.

Adozione su larga scala: Kafka è utilizzato da un gran numero di aziende ed è supportato da molte altre tecnologie. Diverse aziende offrono Kafka come servizio prenotabile su diverse piattaforme cloud. Ciò semplifica la fornitura di un sistema di messaggistica gestito in modo professionale. Viene inoltre evitato il lock-in del fornitore.

3 Governance del Progetto

3.1 Processi e strumenti di Project Mgmt, Risk Mgmt, PMO

3.1.1 Modello organizzativo del progetto

Attraverso la conoscenza dettagliata del contesto organizzativo tematico e tecnologico è stato definito un modello unico di project management, il quale consente di fronteggiare ipotetiche criticità che potrebbero presentarsi in corso d'opera. È prevista una soluzione organizzativa che prende spunto dal contesto di riferimento e ne valuta gli aspetti peculiari al fine di fornire le migliori soluzioni organizzative per il SIM.

È bene sottolineare che il progetto organizzativo tiene in considerazione ogni minimo aspetto del suddetto contesto e degli attori coinvolti, al fine di potersi inserire nel modo più efficiente. Fondamentale è l'aspetto collaborativo tra Fornitore e Stazione appaltante, che permette di raggiungere una solida collaborazione con lo scopo unico di raggiungere gli obiettivi prefissati.

Tale modello prevede, pertanto:

- l'identificazione puntuale degli stakeholder e la loro classificazione;
- l'individuazione di ruoli precisi e responsabilità definite, quali un Project Manager, un Responsabile di qualità e un Architetto IT;
- una serie di figure professionali (responsabili di obiettivo, specialisti di tematica, specialisti di tecnologia-prodotto, ecc.) quali referenti per i principali aspetti/filoni di progetto;
- team di lavoro specializzati per ognuno dei filoni tematico-applicativi inerenti al SIM;
- un presidio, composto da referenti designati, al fine di garantire un'applicazione efficiente di best practice e politiche di qualità.

Il modello organizzativo prevede tre diversi livelli logici, dettagliati in figura:

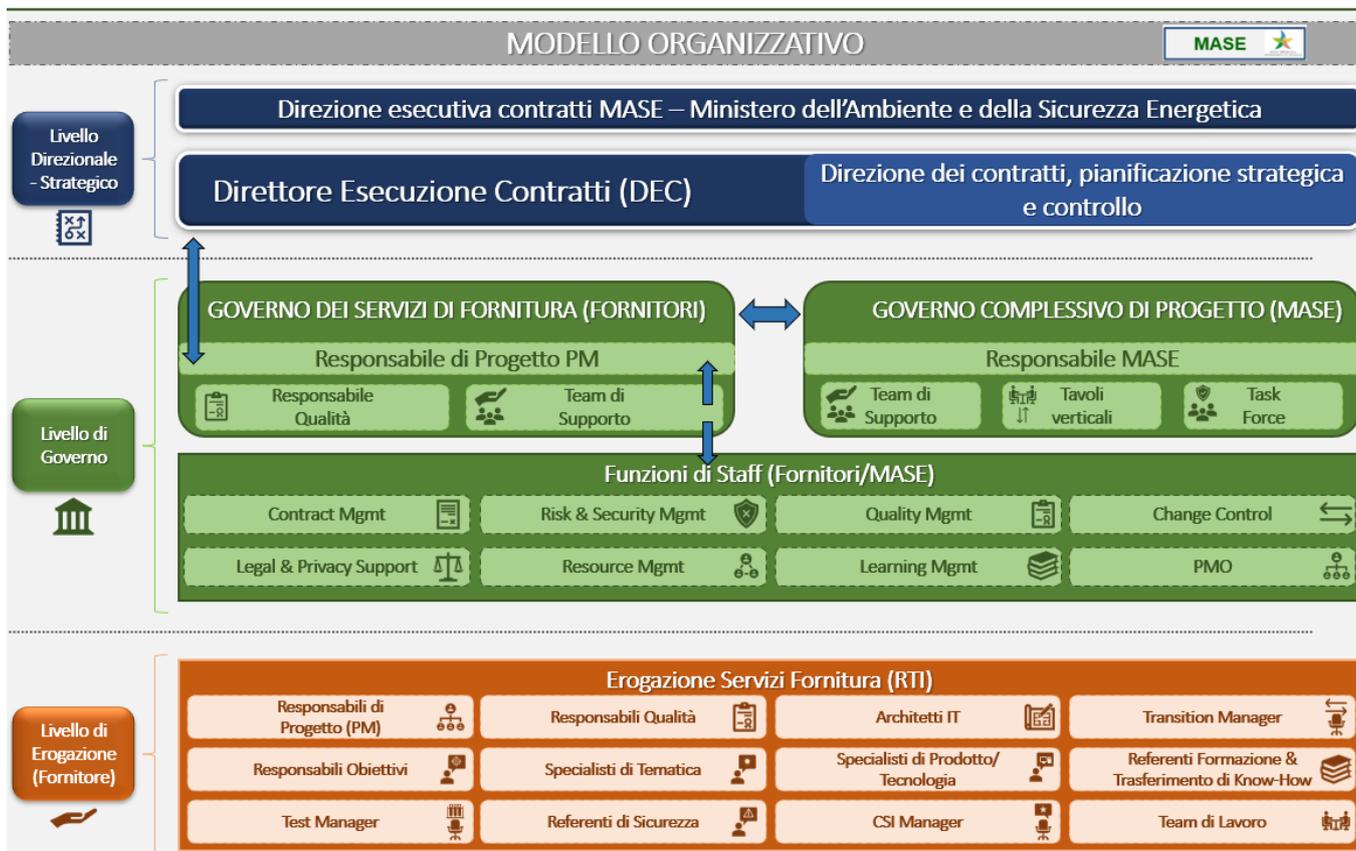


Figura 109 - Modello organizzativo

3.1.1.1 Livello direzionale strategico

I DEC, (Direttore Esecutivo del Contratto), coadiuvati da proprie risorse e strutture interne, hanno il compito di dirigere il contratto, di definire gli indirizzi e la pianificazione strategica, nonché l'analisi di nuove macro-esigenze. I DEC si interfacciano con i Responsabili di Progetto dei Fornitori.

3.1.1.2 Livello di governo

Al livello di governo operano i gruppi di lavoro dei Fornitori e quelli del MASE, ognuno in relazione al proprio ruolo e ai relativi campi di pertinenza.

Per quanto riguarda il Fornitore, principalmente attraverso il PM e il Responsabile di Qualità, sono garantite le seguenti attività principali:

- gestione e condivisione degli aspetti contrattuali e supporto al tuning dell'organizzazione per il raggiungimento degli obiettivi strategici, più analisi di nuove esigenze e servizi;
- gestione della comunicazione con il MASE;
- monitoraggio servizi e stato di avanzamento del progetto;
- assicurazione qualità;
- risk management;
- resource management;
- ottimizzazione modello di servizio, collaborazione e comunicazione tra i team di lavoro;

- pianificazione delle attività (visione globale della fornitura) e monitoraggio SLA;
- risoluzione di eventuali criticità di servizio.

Per l'Amministrazione, il Responsabile MASE e l'eventuale team di supporto, svolge le seguenti principali attività:

- partecipazione alla supervisione generale e coordinamento delle attività, attraverso un'azione di concertazione e confronto con la struttura di governo del Fornitore;
- collaborazione con i Fornitori e individuazione criticità e supporto alle direttrici di risoluzione;
- monitoraggio del raggiungimento degli obiettivi e degli SLA previsti.

A supporto della struttura di governo operano una serie di funzioni di staff a composizione mista (Fornitori-MASE) di cui di seguito si sintetizzano gli aspetti principali:

- **Contract Management:** svolge attività di supporto per tutti gli aspetti contrattuali e controlla la corretta esecuzione degli obblighi contrattuali. Fornisce consulenza alle strutture di produzione nell'interpretazione delle clausole contrattuali;
- **Risk & Security Management:** supporta l'intera organizzazione del Fornitore in tutti gli aspetti legati alla sicurezza e alla valutazione del rischio. Si assicura che le politiche di sicurezza dell'Amministrazione siano rispettate durante tutta la filiera;
- **Quality Management:** ha la responsabilità della redazione e gestione del Piano della Qualità Generale e supporta il PM nell'analisi dei dati relativi a SLA, rilievi e penali e concorda azioni di mitigazione con le strutture operative coinvolte;
- **Change Control:** è responsabile della Funzione di supporto ai processi;
- **Legal & Privacy Support:** Offre consulenza e supporto al Fornitore nella valutazione e risoluzione di potenziali problemi sia in ambito legale, sia in ambito;
- **Resource Management:** svolge funzione di supporto per l'individuazione delle risorse professionali necessarie per l'erogazione dei servizi e identifica i requisiti in termini di risorse e profili professionali da coinvolgere;
- **Learning Management:** fornisce supporto organizzativo e amministrativo relativamente ai servizi di formazione rivolti al Personale del Fornitore che deve essere mantenuto aggiornato rispetto al contesto tecnico e tecnologico di riferimento;
- **Program Management Office (PMO):** è riferimento per il supporto operativo alle attività di standardizzazione delle esigenze informative e comunicative relative al progetto e agli stakeholder coinvolti e collabora con il PM del Fornitore nel monitoraggio dell'andamento della fornitura in termini di volumi e di impegni.

3.1.1.3 Livello di erogazione

Il livello di erogazione dei servizi prevede un forte impegno del Fornitore per introdurre un gruppo di lavoro qualificato e perfettamente in grado di raggiungere gli obiettivi fissati, secondo le tempistiche definite e in linea con i livelli di servizio che il progetto richiede. Di seguito sono rappresentati alcuni dei profili professionali che si ritiene debbano essere presenti all'interno dei gruppi di lavoro:

- **Responsabili di Progetto (PM – Project Manager):** con il compito e la responsabilità di coordinare tutte le attività di progetto;

- Responsabili Qualità: con il ruolo di assicurare che tutte le attività di progetto siano condotte secondo gli standard previsti dalla norma ISO 9001;
- Architetti IT: rappresentano le guide tecniche principali, definendo e/o supervisionando le diverse scelte tecnologiche, architetture, ecc. inerenti al progetto;
- Transition Manager: che assicurano una corretta applicazione dei processi di Change Management, i quali si renderanno necessari in relazione ai cambiamenti che il nuovo sistema informativo introdurrà in termini di nuove applicazioni, componenti, procedure operative, ecc.;
- Responsabili di Obiettivo: a essi è demandato il ruolo e la responsabilità di coordinare le diverse attività relative ai diversi macro-obiettivi che saranno identificati in corso di progetto;
- Specialisti di Tematica: sono figure fondamentali per il progetto, i quali sono i detentori di know-how specifico e profondo sulle diverse tematiche di progetto e, in particolare, per i sei temi verticali che caratterizzano il progetto;
- Specialisti di Prodotto-Tecnologia: anche essi rivestono un importante ruolo per il raggiungimento degli obiettivi fissati, in quanto detentori di una specifica e ampia competenza riguardo a prodotti/strumenti e tecnologie che risultano fondamentali per lo sviluppo del progetto;
- Referenti Formazione e Trasferimento Know-How: pianificano con il MASE, le attività di formazione e di trasferimento del know-how verso il Personale identificato dall'Amministrazione;
- Test Manager: sono responsabili di tutte le attività di testing che avvengono all'interno della Test Factory;
- Referenti Sicurezza: è responsabile di tutti gli aspetti di sicurezza che riguardano la progettazione e l'implementazione del realizzando sistema;
- CSI (Continual Service Improvement) Manager: con il compito di assicurare l'implementazione dei processi che garantiscono il miglioramento continuo della qualità dei servizi previsti per la realizzazione del nuovo sistema;
- Team Di Lavoro: tutti i team impegnati nelle fasi operative di progettazione e implementazione delle soluzioni che compongono l'intero progetto; all'interno dei suddetti team operano di versi profili tra cui, Analisti, Analisti Programmatori, Programmatori, System Integrator, Test Specialist, ecc.

3.1.2 Modello operativo di controllo delle attività progettuali

Il controllo dell'andamento del Masterplan e delle relative attività che lo compongono, viene effettuato mediante la tecnica del monitoraggio delle milestone progettuali. In sede di pianificazione



generale; sono definite le milestone progettuali in termini di date di completamento, predecessori e successori sia all'interno del medesimo progetto, sia con progetti correlati che contribuiscono al raggiungimento degli stessi obiettivi di programma. Secondo la periodicità concordata con il MASE, sono effettuati i SAL di progetto, rilevate le tempistiche eventualmente aggiornate delle milestone del Masterplan, in modo da definire possibili impatti sugli obiettivi complessivi del programma.

Oltre al controllo delle milestone, si rileva l'andamento della qualità dei prodotti/servizi rilasciati tramite l'andamento degli Indicatori di Qualità, Livelli di Servizio e delle Non Conformità. Inoltre, sono continuamente monitorati i rischi, con particolare riferimento ai rischi a livello di Masterplan. I sottoprocessi coinvolti nel controllo dell'andamento del MP sono sinteticamente rappresentati nella fig. a sinistra.

Figura 110 - Modello di controllo del MP

Il modello di controllo delle attività progettuali considera, infine, anche il rispetto dei principi PNRR, con particolare attenzione al principio noto come DNSH, Do No Significant Harm. Tale principio mira a "non arrecare un danno significativo", con specifico riferimento agli obiettivi ambientali previsti dal regolamento tassonomia europea (all'art. 9 regolamento UE 2020/852): mitigazione dei cambiamenti climatici, adattamento ai cambiamenti climatici, Uso sostenibile e protezione delle acque e delle risorse marine, Economia circolare, Prevenzione e riduzione dell'inquinamento, Protezione e ripristino della biodiversità e degli ecosistemi.

Il principio del "Do No Significant Harm" verrà adeguatamente considerato in ogni fase del progetto, al fine di scongiurare possibili danni ambientali che l'attuazione di tale piano potrebbe generare. Il principio del "non arrecare un danno significativo" è stato preso in considerazione già nelle fasi preliminari dell'intervento. Il progetto persegue tra i suoi obiettivi, la federazione di sistemi esistenti e l'interoperabilità tra gli stessi, abilitando gli Enti coinvolti a poter sempre più rispettare il principio "once only", con conseguente efficienza nei volumi dei dati gestiti e nelle diverse relative infrastrutture, favorendo, quindi, una riduzione dell'impatto ambientale generato.

Nello specifico, l'applicazione del DNSH nel SIM nella gestione del progetto si esplica:

- In fase di ingaggio dei fornitori esterni, con la richiesta di una esplicita dichiarazione del rispetto dei principi DNSH. Allo stato, sono quindi presenti le dichiarazioni dei fornitori ingaggiati, nell'ambito dei documenti:
 - "Progetto del Piano dei Fabbisogni, codice Documento "2023-0000097047140583-PPdF-PIR2" (al par.2.2 "Rispetto dei principi trasversali del PNRR – DNSH"), per Polo Strategico Nazionale S.p.A. (PSN);
 - "AQ ID2483 - Lotto 2 - Piano Operativo MASE - 06.07.2023" (al par. E3.1 – Piano di lavoro generale), per la fornitura RTI HSPI S.p.A.;
 - "AQ_ID2483_MASE_PIANO_OPERATIVO" del 10/07/2023 (al par. 1.1), per la fornitura RTI Enterprise Services Italia S.r.l.;
- nelle fasi di progettazione ed implementazione dei singoli applicativi o di configurazione delle piattaforme ed infrastrutture cloud, in cui i fornitori sono tenuti ad operare in ottemperanza a tale principio, ove necessario, redigendo documenti di controllo specifici (checklist);
- durante i SAL, nei quali il modello di controllo definito monitora il rispetto degli stessi.

3.1.3 Risk Management

Durante la fase di stesura del progetto esecutivo il processo iterativo di Risk Management applicato ha analizzato il documento Piano dei Rischi_Ver2.1, allegato del progetto preliminare, e ha previsto l'esecuzione di una serie di attività previste dalla metodologia, di seguito descritte:

- verifica di coerenza del rischio precedentemente identificato rispetto alla fase attuale;
- adeguamento, ove necessario, del fattore di rischio e della relativa strategia;
- identificazione e gestione dei nuovi rischi.

Per facilità di lettura, si sintetizza il metodo utilizzato per l'analisi qualitativa dei rischi, ripreso dal Progetto Preliminare, che ha lo scopo di eseguire una valutazione di massima sulla pericolosità delle minacce. Questo approccio aiuta a identificare i rischi su cui è più importante intervenire, analizzando il Fattore di rischio, dato dalla formula (Probabilità x Impatto).

PROBABILITÀ DI ACCADIMENTO DEL RISCHIO		
LIVELLO PROBABILITÀ	CRITERIO	VAL.NUM
B (Bassa)	Probabilità <30%	1
M (Media)	Probabilità tra 30% e 70%	5
A (Alta)	Probabilità >70%	9

Impatto del rischio		
LIVELLO IMPATTO	DI	VAL.NUM
B (Bassa)		1
M (Media)		3
A (Alta)		5

Nell'elenco sottostante si riporta il Risk Register con le seguenti evidenze:

- il fattore di rischio calcolato durante la fase preliminare;
- il fattore di rischio riattualizzato, ove previsto;
- la strategia prevista durante la fase preliminare;
- la strategia prevista per la gestione del rischio;
- i nuovi rischi identificati durante **la fase corrente**.

ID	Categoria	Causa	Evento	Effetto	Periodo di accadimento	Azione e Fattore di rischio preced.	Azione e Fattore di rischio attuale	Strategia precedente	Strategia attuale
1	Organizzativo	Iter burocratici	Tempi lunghi degli iter burocratici (regionali) per installazione delle nuove centraline	Ritardo nei tempi di realizzazione e conseguente aumento di costi	Durante tutto il ciclo di vita di realizzazione del progetto	Eliminare (45)	Eliminare (45)	<i>Aprire il prima possibile tavoli tecnici con le Regioni</i>	Tavoli tecnici sono stati avviati a cura del PMO; Privilegiare strumenti contrattuali "ready to use" che accelerino l'iter di procurement (Accordi Quadro, convenzioni, ... presenti su Acquistinrete).
2	Strutturale	Platea degli interessati al progetto	Numero elevato di stakeholder coinvolti nella realizzazione e conseguente difficoltà di controllo dei tempi	Ritardo nei tempi di realizzazione	Durante tutto il ciclo di vita di realizzazione del progetto	Accettare (5)	Mitigare (3)	<i>Non presente</i>	Team di PMO dedicato, owner della gestione dei processi di Stakeholder Management
3	Strutturale	Interoperabilità necessaria con altri sistemi/fornitori	Necessità che il sistema si interfacci con market di dati OT	Aumento dell'effort di	Durate tutta la vita del sistema	Mitigare (25)	Mitigare (15)	<i>Progettare un potente gestore delle fonti dati così da poter</i>	La soluzione proposta prevede la realizzazione di

ID	Categoria	Causa	Evento	Effetto	Periodo di accadimento	Azione e Fattore di rischio preced.	Azione e Fattore di rischio attuale	Strategia precedente	Strategia attuale
			che sono soggetti a variazione e regole non controllabili da chi gestirà il progetto, con conseguente rischi di variazioni delle condizioni di fornitura	realizzazione / manutenzione				<i>facilmente passare da una all'altra per evitare effetti di vendor-lock Basarsi il più possibile su fornitori istituzionali</i>	un potente motore per la gestione e il controllo delle fonti dati
4	Strutturale	Eterogeneità delle forniture	Presenza nel progetto di forniture molto diverse (sistema informativo, dati, sensori, servizi, mezzi mobili, connettività) che necessitano di esperienza nei singoli settori. Il rischio è che si generino delle cordate di aziende molto disomogenee che si presenteranno alle gare con possibile difficoltà di gestione	Ritardo nei tempi di realizzazione e alto livello di litigiosità	Durante tutto il ciclo di vita di realizzazione del progetto	Mitigare (27)	Mitigare (15)	Attenta valutazione della omogeneità e delle potenzialità di fornitura dei concorrenti alle gare Rigide politiche di controllo dei tempi di realizzazione promessi in fase di gara	In considerazione nella definizione dei bandi gara. Definite le classi omogenee di fornitura, in fase di verifica delle modalità di approccio del mercato

ID	Categoria	Causa	Evento	Effetto	Periodo di accadimento	Azione e Fattore di rischio preced.	Azione e Fattore di rischio attuale	Strategia precedente	Strategia attuale
5	Strutturale	Eterogeneità dei sistemi da federare	Necessità di intervenire per estendere i sistemi dei vari stakeholder, sistemi che sono molto diversi sia come impostazione che come obsolescenza tecnologica e maturità del prodotto, nonché come fornitori attuali. Rischio di dover intervenire su sistemi la cui conoscenza non risiede completamente negli stakeholder ma, specie per la parte tecnologica, è patrimonio di fornitori storici	Aumento dell'effort di realizzazione	Durante tutto il ciclo di vita di realizzazione del progetto	Mitigare (27)	Mitigare (5)	Valutazione della capacità dei fornitori di agire su sistemi eterogenei e di dialogare con altri soggetti tecnici	indirizzato nelle fasi di aggiudicazione del bando

ID	Categoria	Causa	Evento	Effetto	Periodo di accadimento	Azione e Fattore di rischio preced.	Azione e Fattore di rischio attuale	Strategia precedente	Strategia attuale
6	Strutturale	know-how Trasferibile non	Presenza nel progetto di componenti di know-how altamente specializzate che risiedono nelle competenze degli stakeholder e che non è possibile, nei tempi dettati dal PNRR, assimilare e formalizzare.	Rischio che se non sono coinvolti nelle fasi di stesura delle specifiche di gara e nelle valutazioni successive, si ottenga un prodotto non perfettamente confacente alle necessità, con rischio di fallimento di una parte delle realizzazioni in progetto.	Durante tutto il ciclo di vita di realizzazione del progetto	Mitigare (15)	Mitigare (5)	Massimo coinvolgimento degli Stakeholder	indirizzato nelle fasi progettuali. Si lavorerà tramite l'uso di MVP con il massimo coinvolgimento degli Stakeholder nelle varie fasi progettuali

ID	Categoria	Causa	Evento	Effetto	Periodo di accadimento	Azione e Fattore di rischio preced.	Azione e Fattore di rischio attuale	Strategia precedente	Strategia attuale
7	Organizzativo	Tempi molto stretti per la realizzazione della prima parte del progetto relativa al monitoraggio dell'instabilità idrogeologica nelle aree del sud Italia, relativa all'installazione di centraline di rilevamento. Si faccia riferimento al Target EU: T3 2024	La messa in opera delle centraline richiede attività di progettazione e installazione fisica che necessitano di un tempo non compatibile con quello messo a disposizione; quindi, i tempi potrebbero superare quelli previsti	Il progetto esecutivo potrebbe subire dei ritardi, causando un effetto a cascata di difficile gestione	Prima parte del progetto esecutivo	Mitigare (27)	Mitigare (27)	Utilizzo di tecniche di interferometria per coprire l'area nei tempi previsti, poi integrazione con centraline di monitoraggio	indirizzato tramite indagini di mercato e condivisione con gli stakeholder
8	Organizzativo	Correlazioni con altri progetti PNRR (es. PNOT)	Disallineamento tra risultati attesi e disponibilità di servizi necessari al progetto	Difficoltà nella distribuzione e assegnazione dei fondi	Prima parte del progetto esecutivo	Eliminare (45)	Mitigare (25)	Massima attenzione ai processi in corso sugli altri tavoli, istituzione di tavoli di scambio informazioni, eventuale ricerca di servizi alternativi in caso di grandi	instaurati tavoli di condivisione e gruppi di lavoro dedicati ai singoli progetti

ID	Categoria	Causa	Evento	Effetto	Periodo di accadimento	Azione e Fattore di rischio preced.	Azione e Fattore di rischio attuale	Strategia precedente	Strategia attuale
								<i>disallineamenti temporali tra progetti</i>	
9	Relazioni con altri enti	Necessità di banche dati non pubbliche che necessitano di accordi ad hoc con gli enti gestori	Impossibilità a eccedere in tempi brevi a una parte di dati necessari	Alcuni Casi d'Uso non potrebbero essere implementati in maniera completa	Prima parte del progetto	Mitigare (27)	Mitigare (15)	<i>Sollecitare attivazione convenzioni con gli enti gestori, approfondire gli argomenti con i Tavoli tecnici</i>	Indirizzato tramite la condivisione di accordi specifici e la condivisione durante la fase iniziale di indagine del progetto
10	Relazioni con altri progetti PNRR	Necessità di dati provenienti da PNOT	Impossibilità di avere a disposizione i servizi previsti dal PNOT nei tempi di progetto	Alcuni Casi d'Uso avranno output con risoluzioni non coerenti con quanto richiesto dagli stakeholder	Entro la conclusione del progetto	Accettare (3)	Accettare (3)	<i>Utilizzare temporaneamente sorgenti dati meno precise ma comunque funzionali al progetto</i>	instaurati tavoli di condivisione dedicati, si procederà con fonti dati alternative per passare alle fonti dati primaria nel momento in cui sarà disponibile
11	Sviluppo SW	Necessità di implementare algoritmi basati su codici esistenti	I codici risultano poco documentati e leggibili	Ritardi nella implementazione e aumento dei costi	Durante tutto il ciclo di vita di	Eliminare (45)	Eliminare (27)	<i>Richiedere per tempo documentazione Scouting per la ricerca di sviluppatori</i>	indirizzato nelle fasi progettuali

ID	Categoria	Causa	Evento	Effetto	Periodo di accadimento	Azione e Fattore di rischio preced.	Azione e Fattore di rischio attuale	Strategia precedente	Strategia attuale
					realizzazione del progetto			con esperienze pregresse in ambito	
12	Sviluppo SW	Rischio di hackeraggio di dati riservati	Tentativi da parte di soggetti esterni al progetto di appropriarsi di dati	La perdita di dati di questo genere avrebbe un effetto disastroso sia per la credibilità del progetto	Durate tutta la vita del sistema	Eliminare (45)	Mitigare (15)	Utilizzo di infrastrutture sicure (es. PSN) Utilizzo di procedure di verifica antiintrusione sul codice effettuato Aggiornamento periodico con patch di sicurezza su sistemi operativi e SW di base (es. db)	Adottata soluzione e procedure del PSN. Adattate procedure di scrittura del codice sicuro da parte del fornitore applicativo
13	HW	Difficoltà di approvvigionamento	In funzione delle congiunture internazionali o dell'impatto delle quantità richieste rispetto alle capacità produttive delle aziende, si possono avere difficoltà di	Ritardi nella implementazione e aumento dei costi	Durante tutto il ciclo di vita di realizzazione del progetto	Mitigare (25)	Mitigare (15)	Diversificare le fonti di approvvigionamento	Utilizzato il Cloud Service Provider PSN

ID	Categoria	Causa	Evento	Effetto	Periodo di accadimento	Azione e Fattore di rischio preced.	Azione e Fattore di rischio attuale	Strategia precedente	Strategia attuale
			approvvigionamento dell'HW						
14	HW	Bassa qualità dell'HW utilizzato	In fase di gara ci possono essere proposte che comprendono materiali non sufficientemente affidabili	Malfunzionamenti del sistema; Aumento dei costi di gestione; bassa qualità dei dati rilevati	Durate tutta la vita del sistema	Eliminare (45)	Eliminare (45)	<i>Produrre capitolati di gara con dettaglio tecnico dell'HW stringente Piani di ispezione accurati durante la realizzazione del sistema Nessuna deroga sulle caratteristiche tecniche dichiarate rispetto a quelle rilevate</i>	Utilizzato il Cloud Service Provider PSN
15	Sistema	Incompatibilità tra HW esistente e nuove forniture	Possono emergere in fase di integrazione delle incompatibilità tra componenti HW diversi che devono cooperare nel sistema	Malfunzionamenti del sistema	Durante tutto il ciclo di vita di realizzazione del progetto	Eliminare (45)	Mitigare (15)	<i>Dettagliare in fase di gara le specifiche di integrazione</i>	Utilizzate piattaforme di integrazione best of breed che supportano tutti i protocolli censiti

ID	Categoria	Causa	Evento	Effetto	Periodo di accadimento	Azione e Fattore di rischio preced.	Azione e Fattore di rischio attuale	Strategia precedente	Strategia attuale
16	Sviluppo	Difficoltà di integrazione di alcuni sistemi federati	In funzione dell'architettura e della documentazione tecnica disponibile possono emergere difficoltà di dialogo tra alcuni sistemi da federare e il SIM	Ritardi nella implementazione e aumento dei costi; Impossibilità di raggiungere alcuni stakeholder	Durante tutto il ciclo di vita di realizzazione del progetto	Mitigare (25)	Mitigare (25)	Attenta fase di raccolta documentazione tecnica disponibile per ogni sistema da federare Richiesta ai realizzatori della disponibilità di skill tecnici che coprano tutte le tecnologie coinvolte Coinvolgimento dei realizzatori e dei gestori tecnici dei sistemi da federare	L'architettura progettata prende in considerazione la diversità delle fonti. L'impostazione del progetto tramite MVP prevede la partecipazione degli stakeholder alle varie fasi realizzative
17	Dimensionamento	Difficoltà di valutare il dimensionamento in funzione degli utenti utilizzatori	Nelle fasi di analisi non è stato possibile valutare con sufficiente precisione il numero di utenti utilizzatori	Rallentamenti nelle risposte del sistema	Durante tutto il ciclo di vita del sistema	Mitigare (27)	Mitigare (15)	Disegno di SW fortemente scalabile e bilanciabile. Appoggio su una infrastruttura scalabile Possibilità con gli strumenti di gestione del sistema di profilare in modo granulare le	Selezionata l'architettura Cloud del PSN che garantisce una alta scalabilità , entro il dimensionamento previsto nel contratto PSN.

ID	Categoria	Causa	Evento	Effetto	Periodo di accadimento	Azione e Fattore di rischio preced.	Azione e Fattore di rischio attuale	Strategia precedente	Strategia attuale
								<p>potenzialità d'uso del sistema per ogni categoria di utenti</p> <p>Controlli SW per impedire azioni troppo impattanti sulle richieste di risorse (es. visualizzazioni a piccola scala (grande denominatore) per grandi quantità di oggetti (es. numeri civici).</p> <p>Tecniche di gestione di code di elaborazioni per impedire collassi del server</p>	
18	Gestione del carico elaborativo	In alcuni casi si possono avere sovrapposizioni di richieste di operazioni	Sovrapporsi temporale di azioni che richiedono grande uso di risorse	Decadimento delle prestazioni o blocco del sistema	Durante tutto il ciclo di vita del sistema	Eliminare (45)	Accettare (5)	<p>Predisporre SW con bilanciamento dei carichi e gestione automatica di code</p>	<p>Indirizzato tramite predisposizione SW con bilanciamento dei</p>

ID	Categoria	Causa	Evento	Effetto	Periodo di accadimento	Azione e Fattore di rischio preced.	Azione e Fattore di rischio attuale	Strategia precedente	Strategia attuale
		che richiedono grande uso di risorse di calcolo						<i>di richieste. Utilizzare infrastruttura flessibile nella</i>	carichi, supportato dall'architettura proposta dal PSN
19	Transizione	Transizione da vecchi sistemi a SIM	Inizio utilizzo nuovo sistema	Necessità di tenere in parallelo in funzione nuovi e vecchi sistemi	Prima fase di vita del sistema	Mitigare (15)	Mitigare (15)	<i>Definizione di un piano di federazione nel tempo dei sistemi Definizione di strategie di riduzione dei tempi di sovrapposizione delle versioni diverse dei sistemi</i>	da risolvere durante la fase progettuale
20	Adozione delle nuove modalità di lavoro	Necessità di modificare il modus operandi degli utilizzatori	Inizio utilizzo nuovo sistema	Resistenza al passaggio alle nuove modalità di lavoro	Prima fase di vita del sistema	Mitigare (27)	Mitigare (27)	<i>Grande attenzione all'usabilità delle nuove funzionalità Interfacce molto accattivanti Federazione dei nuovi sistemi per gradi per generare una prima comunità di utilizzatori che</i>	da risolvere durante la fase progettuale tramite le soluzioni che verranno impostate nel Change management

ID	Categoria	Causa	Evento	Effetto	Periodo di accadimento	Azione e Fattore di rischio preced.	Azione e Fattore di rischio attuale	Strategia precedente	Strategia attuale
								facciano da apripista Grande attenzione alla documentazione utente Grande attenzione al tuning del sistema per avere risposte estremamente veloci	
21	Sviluppo SW	Necessità di implementare algoritmi basati su codici esistenti	Presenza all'interno di componenti soggetti a restrizioni nell'uso	Necessità di sviluppare nuove versioni di parti del codice o di trattare un accordo commerciale	Durante tutto il ciclo di vita del sistema	Mitigare (25)	Mitigare (25)	Analisi preventiva del codice da modificare ed eventuale successiva apertura di tavoli commerciali con i detentori della licenza	Da indirizzare nelle fasi progettuali
22	Dati	Necessità di avere a disposizione la Carta Forestale Nazionale	Disponibilità della Carta Forestale Nazionale coerente con le caratteristiche attese e la tempistica dichiarata	Impossibilità di far girare alcuni modelli (verticale incendi Boschivi)	Fino alla disponibilità effettiva della Carta Forestale Nazionale	Mitigare (25)	Mitigare (25)	In caso di ritardo relativamente breve predisposizione di una modalità alternativa di alimentazione dei modelli; in caso di ritardo significativo o non predicibile utilizzo	Da indirizzare nelle fasi progettuali

ID	Categoria	Causa	Evento	Effetto	Periodo di accadimento	Azione e Fattore di rischio preced.	Azione e Fattore di rischio attuale	Strategia precedente	Strategia attuale
								<i>nei modelli della cartografia Corine Land Cover e/o di carte regionali</i>	
23	Dati	Impossibilità ad accedere ad alcuni dati degli Stakeholder	Impossibilità di accedere a dati di cui è stata indicata solo una generica disponibilità alla condivisione	Impossibilità a rendere operativi alcuni dei casi d'uso illustrati e, più in generale, a utilizzare alcune fonti di dati necessari	Durante tutto il ciclo di vita del sistema	Mitigare (25)	Mitigare (15)	<i>Istituzione di tavoli di confronto con i responsabili delle forniture di dati</i>	Impostato nella fase di indagine iniziale e consolidamento dei requisiti, contattando le varie amministrazioni
24	Reti monitoraggio	Mancanza di indicazioni sulla localizzazione delle nuove postazioni di monitoraggio	Le Regioni non sono in grado di fornire indicazioni sulla localizzazione delle nuove centraline nei tempi di progetto	Ritardo o impossibilità di installare alcune delle centraline desiderate	Durante tutto il ciclo di vita di realizzazione del progetto	Accettare (9)	Accettare (9)	<i>Esclusione dal progetto</i>	Indirizzato con la richiesta puntuale delle locazioni, previa esclusione dal progetto
25	Reti di monitoraggio	Mancanza di una descrizione tecnica dettagliata dei treetalker (Illeciti Incendi)	Dato l'aspetto innovativo di tali sensori il prodotto commerciale potrebbe non rispondere alle	Prestazioni dei device non in linea con le attese	Prima parte del progetto	Mitigare (15)	Accettare (5)	<i>Definire un tavolo di interlocuzione con gli stakeholder per verificare la</i>	Indirizzato tramite indagine di mercato e condivisione con gli Stakeholder

ID	Categoria	Causa	Evento	Effetto	Periodo di accadimento	Azione e Fattore di rischio preced.	Azione e Fattore di rischio attuale	Strategia precedente	Strategia attuale
			esigenze degli stakeholder					<i>corrispondenza prodotto-necessità</i>	
26	Servizi on demand Rif. Cap 3.1.8 del documento To Be	Richiesta di servizi on demand	Capire se è più conveniente istituire un servizio interno al SIM o rivolgersi a fornitori esterni di servizi equivalenti Vedi nota pag. 108 del documento To Be	Rischio di mancanza di ottimizzazione delle risorse economiche	Prima parte del progetto	Mitigare (165)	<i>Risolto</i>	<i>Valutare in fase propositiva di gara le possibili opzioni lasciando liberi i concorrenti di esprimersi sulle due opzioni</i>	Risolto in fase di aggiudicazione dei vari lotti
27	Organizzativo	Attività di manutenzione non gestite nei contratti di acquisizione delle dotazioni del MASE	Le attività di manutenzione non sono previste nella fase di acquisizione delle dotazioni e dovranno essere gestite dalle singole amministrazioni che diverranno proprietari dei beni acquistati	Mancanza di contratti di manutenzione sugli apparati in assenza di accordi da parte delle amministrazioni	Alla scadenza della garanzia dei singoli apparati	Non presente	<i>Mitigare (27)</i>	<i>Non presente</i>	Condividere con le amministrazioni il piano di consegna delle dotazioni evidenziando la fine del periodo di garanzia per permettere la gestione dei contratti di manutenzione

3.1.4 Cronoprogramma

A seguire, il cronoprogramma di progetto complessivo.

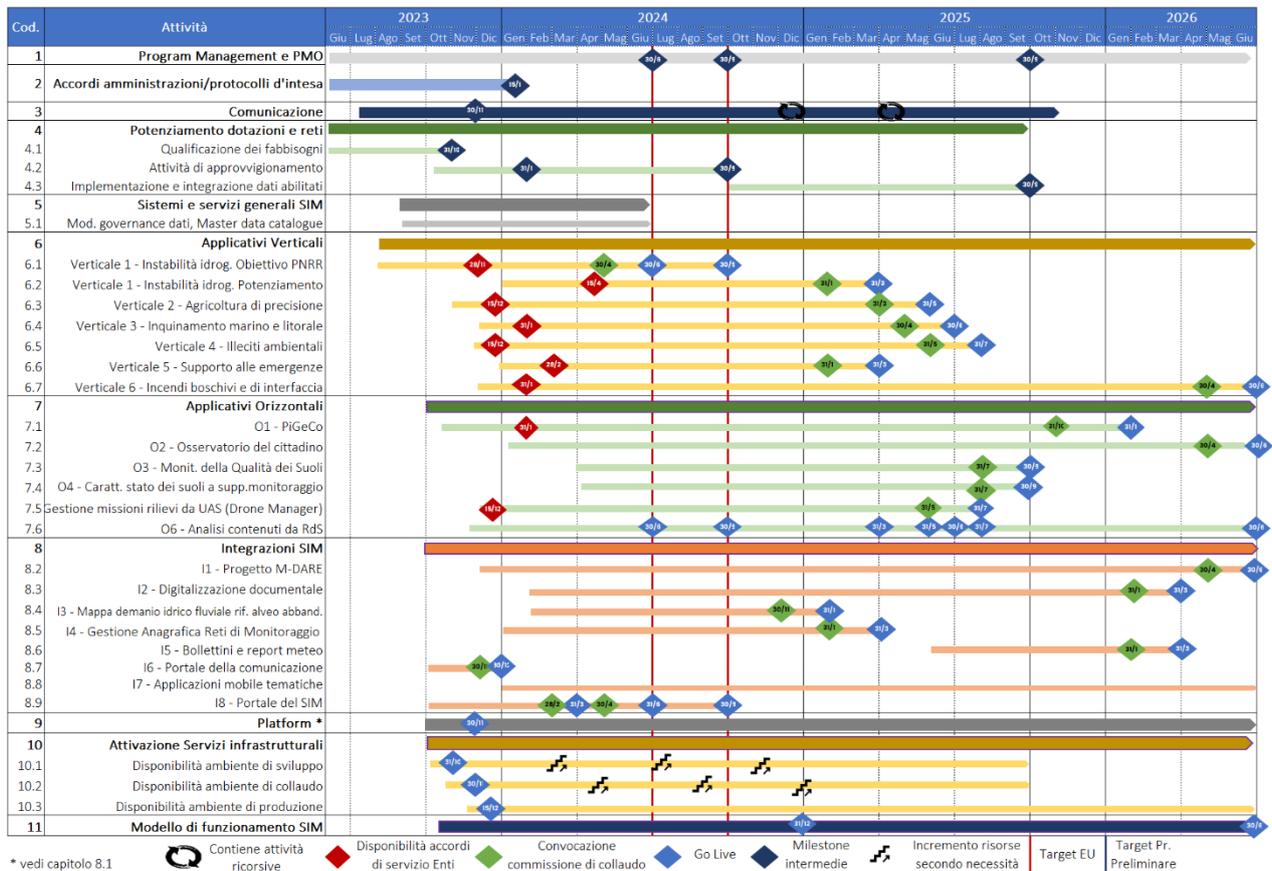


Figura III - Cronoprogramma

Il cronoprogramma prevede la realizzazione del sistema e, in generale dell'intera progettualità, nel rispetto dei target europei e in funzione dei fabbisogni di dettaglio espressi dai diversi Enti coinvolti. L'organizzazione temporale delle attività è divisa in aggregati logici omogenei di attività tra loro interdipendenti, coerenti con l'architettura logica prevista introdotta nei capitoli precedenti; il cronoprogramma riporta le date fondamentali previste per la realizzazione (Milestone).

La durata complessiva delle attività è di circa 3 anni. La pianificazione prevede una prima fase in cui la focalizzazione delle attività è concentrata sui servizi e sulle infrastrutture propedeutiche alle necessità del verticale 1 e alla relativa rete di monitoraggio sulle instabilità dei Versanti. Tale priorità è vincolata dal rispetto delle date PNRR riferite alla Milestone M2C4-00-ITA-3, inizio delle operazioni/utilizzo Fase di sorveglianza/monitoraggio integrato, entro il mese di Giugno 2024, e al TARGET EU M2C4-9 entro il mese di settembre 2024, per il quale il 90% della superficie delle regioni meridionali deve essere coperto dal sistema SIM.

Tra le milestone operative principali, sono quelle relative alla disponibilità degli accordi di servizio/protocolli di intesa con gli Enti, propedeutici a molte attività di sviluppo, realizzazione, approvvigionamento ed atte a garantire, tra gli altri aspetti, la disponibilità delle fonti alimentanti del SIM. Per ogni macro-attività di sviluppo, inoltre, è prevista una fase di collaudo, preceduta

dalla necessaria convocazione di una commissione apposita. Si noti come, per alcune applicazioni, siano previsti molteplici rilasci (e, di conseguenza, molteplici collaudi), in una logica di incremento progressivo delle funzionalità di sistema.

I servizi infrastrutturali, così come le piattaforme acceleratrici e abilitatrici descritte nel capitolo 8, vengono attivati nelle fasi preliminari di realizzazione, e le relative risorse rese disponibili saranno incrementate in funzione delle necessità applicative riconducibili agli sviluppi verticali, orizzontali, e trasversali.

Gli interventi di realizzazione del sistema e messa in esercizio delle dotazioni e reti correlate saranno poi accompagnate dalla definizione di un modello di governance del SIM, utile a garantire il presidio e governo dei prodotti di progetto nel tempo a venire.

3.2 Processi e strumenti di Enterprise Architecture

L'Enterprise Architecture (EA), attraverso un approccio olistico, modella l'intera azienda descrivendone la struttura, i suoi processi operativi, i sistemi informativi a supporto, i flussi informativi, le tecnologie utilizzate, le localizzazioni geografiche, i suoi obiettivi con lo scopo di allineare continuamente le funzioni di business e l'IT tramite un approccio strutturato eliminando il tipico approccio «a silos».

3.2.1 Metodologia

Il progetto ha utilizzato il Framework TOGAF ADM (Architecture Development Method) per lo sviluppo e la gestione dell'EA del SIM.

Il Framework TOGAF è stato applicato **nelle fasi preliminari di analisi del contesto del SIM**, al fine di identificare, censire e strutturare i principi e i requisiti del nuovo sistema, creando così un ecosistema informativo dinamico in grado di recepire dati in costante arricchimento inserendoli in matrici costruite attraverso i template Excel suggeriti dal framework stesso.

L'organizzazione delle informazioni architetturelle è fondata sui concetti di Principi e Requisiti, articolati in funzione dei diversi layer di riferimento e dei blocchi logici dell'architettura complessiva del SIM.

Principi: regole generali e linee guida, destinati a essere stabili in un tempo medio-lungo; devono costituire il punto di riferimento per il business e per l'ICT in relazione al sistema di riferimento applicato nel contesto AS IS, interno ed esterno.

Requisiti: Requisiti del SIM organizzati in funzione del blocco logico architetturelle di riferimento. I requisiti descrivono specifiche caratteristiche, esigenze o comportamenti attesi dal SIM, nonché eventuali interazioni con il contesto dei sistemi federati o delle infrastrutture di supporto.

L'attività svolta nei mesi di maggio-luglio 2023 ha permesso di creare dei set informativi completi che descrivono in termini di principi e requisiti il SIM, permettendo quindi a tutti gli stakeholder di avere una visione centralizzata e integrata degli elementi chiave del nuovo sistema, e del contesto di riferimento. La definizione dei requisiti e dei principi è inoltre da considerarsi uno step propedeutico alle successive fasi di analisi di dettaglio e di progettazione del sistema, ed è il primo, fondamentale, passo per la modellazione dell'Architettura Enterprise del sistema. L'EA si è quindi evoluta nei modi e nelle caratteristiche descritte nel presente documento.

3.2.2 Strumenti

Il sistema di Enterprise Architecture permette dunque di centralizzare la consultazione delle informazioni funzionali e architetturali del SIM.

Sono utilizzati due strumenti, le cui funzionalità sono disponibili ai profili autorizzati:

- **Atlante SIM**, contenente una serie di sezioni organizzate in modalità wiki, aggiornate in modo iterativo, e consultabili via web al seguente URL <https://atlante.sim-dev.work/atlante-sim/>; La struttura dell'atlante è organizzata secondo sezioni logiche coerenti con l'architettura logica del SIM. Di seguito la schermata della Home dell'Atlante SIM, con le principali funzioni di navigazione:

MASE Sistema Integrato di Monitoraggio

Atlante documentazione del progetto SIM

1. Atlante documentazione del progetto SIM

1.1 Obiettivo

Lo scopo di questo sito è di comprendere la documentazione del progetto SIM dal punto di vista della sua organizzazione ed esposizione delle informazioni.

1.2 Organizzazione della documentazione

La documentazione del progetto SIM è organizzata secondo un modello gerarchico che tiene conto dei vari aspetti di concezione, progettazione e realizzazione del SIM stesso. La gestione della base documentale di progetto del SIM è basata sul principio della pratica *Documentation as Code*.

1.2.1 Un Approccio Moderno alla Creazione e Gestione della Documentazione

La documentazione è un elemento essenziale nello sviluppo e nella gestione di progetti software. Tuttavia, spesso la documentazione tradizionale può diventare obsoleta, difficile da mantenere e disallineata con il codice sorgente. Per superare queste sfide, è emerso un approccio innovativo chiamato *Documentation as a Code*.

Indice

- 1.1 Obiettivo
- 1.2 Organizzazione della documentazione
 - 1.2.1 Un Approccio Moderno alla Creazione e Gestione della Documentazione
 - 1.2.2 Cos'è la Documentazione come Codice?
 - 1.2.3 Vantaggi della Documentazione come Codice
 - 1.2.3.1 Versioning e Controllo delle Modifiche
 - 1.2.3.2 Allineamento con il Codice Sorgente
 - 1.2.3.3 Automazione dei Processi
 - 1.2.3.4 Collaboration e Feedback
 - 1.2.4 Esempi di Documentazione come Codice
 - 1.2.4.1 README.md
 - 1.2.4.2 Documentazione API

Figura 112 - Atlante SIM

- il **tool Archi**, basato sul linguaggio di modellazione Archimate®, e utilizzato in fase di avvio del progetto per effettuare modellazioni più avanzate di scenari architetturali specifici, a integrazione delle viste già presenti nell'Atlante SIM.

3.3 Comunicazione

La Comunicazione relativa al Sistema Integrato di Monitoraggio e Previsione è strutturata in ambiti distinti, ma integrati, finalizzati a dare visibilità al progetto, tenere informati gli interlocutori coinvolti, veicolare in modo efficace i benefici attesi, così da promuovere e sostenere interesse e ingaggio rispetto al progetto.

Sono state identificate 3 macrocategorie di soggetti destinatari delle attività di comunicazione, in quanto «portatori di interesse» - che possono essere influenzati dal progetto o influenzarne a vario titolo l'andamento e le attività - che saranno raggiunti attraverso modalità e strumenti differenti:



Figura 113 - Portatori di interessi

- cittadini: stakeholder di fondamentale importanza, sono informati e sensibilizzati per poter comprendere utilità e vantaggi che questo progetto porta alla Comunità in senso più ampio;
- le Amministrazioni e gli Enti, coinvolti sia in fase di progettazione che di realizzazione dell'investimento, sono tra gli stakeholder più significativi, poiché da queste entità è stato rilevato il fabbisogno in termini di realizzazione del SIM in fase preliminare e sono gli utilizzatori finali dell'output del progetto;
- il Team di Progetto consiste nelle figure/società che sono atte a gestire e sviluppare il SIM a vari livelli: tecnico, gestionale e applicativo.

Pertanto, gli obiettivi che si prefigura il Piano di Comunicazione in relazione ai propri stakeholder sono due:

- comunicazione istituzionale: che mira a informare e dare visibilità verso l'esterno al progetto sfruttando i canali istituzionali;
- comunicazione interna ed esterna di progetto: che mira a fornire informazioni relative al progetto con diversi livelli di dettaglio e attraverso canali comunicativi differenti per:
 - aggiornare gli stakeholder interni, ovvero facilitare la trasmissione e lo scambio di informazioni al fine di armonizzare i contributi e sostenere l'engagement;
 - raccontare il progetto agli stakeholder esterni, ovvero diffondere informazioni immediate e fruibili alla cittadinanza rispetto ai bisogni cui risponde il sistema e il servizio pubblico che ne deriva a vantaggio di cittadini e comunità;
 - sensibilizzare gli stakeholder esterni, ovvero far percepire il sistema e le sue articolazioni come bene pubblico da tutelare, rispettare e mantenere in logica di valore condiviso.

La realizzazione del Piano di Comunicazione parte dalla consapevolezza della complementarità degli obiettivi, determinando la necessità di definire a monte una strategia comune e individuando a seguire per ciascun filone una propria linea di declinazione della strategia e degli aspetti trasversali.

Ciascuna linea di azione viene sviluppata in termini di pianificazione in modo da attagliarsi al progetto complessivo, per intercettare bisogni specifici (es. eventi di aggiornamento mirati) e, al contempo, prevedere azioni a cadenza periodica utili a dare visibilità sul progetto ai diversi stakeholder. Pertanto, il piano di azioni comunicative sarà uno strumento flessibile, che potrà essere oggetto di rimodulazione in funzione delle esigenze che emergono nel corso del progetto complessivo.

Propedeutica alle attività previste per il Piano di Comunicazione è la mappatura e analisi degli stakeholder, per far emergere bisogni specifici in ambito comunicazione e opportunità utili a creare sinergie di azione.

Vengono pertanto realizzati:

- logo e immagine coordinata: creazione di un logo che caratterizzi il progetto e supporti la brand identity del progetto facilitandone l'identificazione; da declinare su tutti gli strumenti di immagine coordinata istituzionali che vengono realizzati;
- sito web pubblico: rappresenta uno strumento strategico per il consolidamento della relazione tra il MASE, le Amministrazioni e i Cittadini, utilizzabile come una vetrina per il

progetto, utile a darne comunicazione ad ampio raggio e con un livello di dettaglio pensato per facilitarne la comprensione;

- sito web interno a SharePoint: intende facilitare la trasmissione di informazioni ai membri del team e alle Amministrazioni coinvolte nel progetto complessivo, al fine di consentire un allineamento specifico costante e sostenere ingaggio e partecipazione dei diversi attori coinvolti;
- newsletter: per veicolare periodicamente le informazioni e gli aggiornamenti di progetto;
- iniziative istituzionali per dare visibilità esterna al progetto, ad esempio tramite la diffusione di comunicati stampa e la realizzazione eventi istituzionali da calendarizzare in funzione delle milestone di riferimento del progetto;
- eventi di aggiornamento sul progetto rivolti agli stakeholder interni di progetto, che permettono la presentazione dello stato dell'arte al raggiungimento delle milestone del progetto;
- materiali informativo-promozionali per promuovere il progetto sui vari stakeholder;
- kit di comunicazione: quest'ultimo rappresenta uno strumento per trasmettere materiali (ad es. infografiche, pillole video, etc.) e linee guida di comunicazione generale di progetto ad Amministrazioni ed Enti.

3.4 Change Management

3.4.1 Business & Culture Enablement (BCE)

La attività che ricadono sotto la voce di Business & Culture Enablement includono le voci elencate di seguito e descritte nel sotto-paragrafi successivi:

- il **Change Management** accompagna le organizzazioni e le persone nell'utilizzare al meglio risorse, conoscenze e strumenti interessati dal processo di trasformazione;
- la **Formazione BCE** prevede la predisposizione di una piattaforma e-Learning per l'erogazione di un'offerta formativa completa di corsi base a catalogo e/o personalizzati su tematiche specifiche;
- il **Supporto Specialistico** si compone di un portfolio di figure professionali a supporto, integrati ai servizi di Change Management e di Formazione, per accelerare ulteriormente il processo di trasformazione dell'Amministrazione e dei suoi stakeholder.

3.4.1.1 Servizio di Change Management

Il servizio di Change Management è centrale nel processo di trasformazione delle amministrazioni per gli impatti che quest'ultima produce su organizzazione e cultura organizzativa, processi e procedure operative nonché metodi e strumenti di comunicazione, con i seguenti benefici:

- maggiore comprensione e consapevolezza dei vantaggi derivanti dall'adozione del cloud;
- facilitazione dell'adozione del cloud attraverso una transizione più fluida e una ridotta resistenza al cambiamento;
- miglioramento della cultura organizzativa attraverso una maggiore collaborazione e comunicazione tra le persone e tra i dipartimenti;
- gestione dei rischi di implementazione del cloud, grazie a una migliore pianificazione e valutazione degli impatti organizzativi.

Le principali fasi del processo di Change Management sono le seguenti:

1) **Assessment iniziale:** La prima fase ha l'obiettivo di definire il modello di organizzazione e di competenze – hard e soft skill – verso il quale l'Amministrazione dovrà tendere nel proprio processo di trasformazione digitale. Si procederà alla *i) definizione del perimetro e del Piano d'intervento*, che riporterà la strategia di conduzione delle attività di assesment (es. strumenti di indagine, dimensione del campione etc.), necessaria a definire lo stato dell'arte dell'Amministrazione (cd. modello AS-IS).

In questa fase si provvederà a:

- generare una mappa dei principali attori coinvolti nel cambiamento, raccogliendone le caratteristiche e i profili, al fine di impostare l'analisi per l'identificazione dei ruoli organizzativi coinvolti dalla trasformazione digitale e delle nuove attività corrispondenti, analizzare gli impatti che la trasformazione digitale in ottica cloud determina in termini di funzionalità, modalità operative, cultura organizzativa, nuove conoscenze e competenze richieste con riferimento ai principali processi impattati;
- definire la strategia di cambiamento in relazione al perimetro individuato e di stilare il piano complessivo di intervento.

Si supporterà quindi l'organizzazione nella *ii) definizione dei team di Change e di Project* e a individuare i *change agents*, ovvero le persone chiave che in virtù dei ruoli, competenze sviluppate, capacità di leadership e di ingaggio all'interno delle relative unità organizzative, potranno facilitare l'attuazione del cambiamento, agendo come punti di riferimento nei confronti dei loro colleghi attraverso dei *iii) cicli di interviste al Change team*. Successivamente si somministreranno dei questionari di autovalutazione e test per la stima delle conoscenze (hard skill) e per la valutazione delle abilità (soft skill) all'intera popolazione interessata dal cambiamento. Le informazioni così raccolte saranno utilizzate per una *iv) analisi delle competenze AS-IS e della percezione cambiamento*. Dalla raccolta delle competenze presenti all'interno dell'Amministrazione, effettuata attraverso la somministrazione on-line di test/questionari si individueranno l'entità e le motivazioni della resistenza al cambiamento. L'attuazione dei test contempla l'utilizzo di una **piattaforma tecnologica** (es. Moodle) che, al termine della raccolta dei risultati, permetterà di associare il livello di padronanza ottenuto da ciascun soggetto, associandovi un badge a rappresentazione del consolidamento di uno *skill set* specifico.

2) **Definizione modello TO-BE & Gap Analysis:** La mappa delle competenze AS-IS sarà utilizzata per il *i) disegno modello competenze TO-BE*: sulla base di quanto emerso nella fase di assesment, si disegnerà il modello delle competenze hard e soft TO-BE. Sarà quindi svolta una *ii) Gap Analysis AS-IS vs TO-BE* per valutare lo scostamento dell'ipotesi TO-BE rispetto alla rilevazione AS-IS. Sarà dunque possibile, sulla base della struttura delle competenze rilevata (ambito di competenza, macroarea, competenze, descrittori, livelli di padronanza), definire quali descrittori siano stati soddisfatti e da quali invece risulti un gap formativo da colmare. Tale analisi sarà effettuata per tutti gli ambiti di competenza impattati dalla transizione al *cloud* e definiti nel modello to-be. I risultati dell'analisi delle competenze hard e soft derivate dall'*assesment* consentiranno la *iii) definizione cluster e piano necessità formative* (ad esempio: Leader del cambiamento-Barriere al cambiamento-Teamworker-Esperti di tematica). L'utilizzo di un'unica

piattaforma (es. Moodle) per la gestione dei dati raccolti dall'*assessment* consentirà di definire puntualmente i fabbisogni formativi per ciascuna risorsa e di raccogliarli in cluster omogenei. I cluster così determinati permetteranno la *iv) definizione del Piano di comunicazione e formazione* in sintonia con le esigenze riscontrate e riportante elementi fondamentali quali i canali di comunicazione privilegiati, le modalità di erogazione della formazione, i meccanismi di rewarding e compensation.

3) **Roll-out piano di comunicazione e formazione:** In questa fase, si effettuerà la *i) progettazione di un modello di monitoraggio*, attraverso l'identificazione di KPA e KPI, tramite i quali sarà possibile verificare nel tempo i risultati degli interventi di comunicazione e formazione. Sarà quindi avviata la *ii) esecuzione piano di comunicazione e formazione* che, sulla base dell'obiettivo concordato con l'Amministrazione, potrebbe prevedere un momento "pilota", dove l'implementazione degli interventi formativi e di comunicazione saranno dapprima limitati a un perimetro ristretto. Sarà quindi effettuato il *iii) Monitoraggio risultati ex post* attraverso la raccolta feedback e di dati quali-quantitativi e la predisposizione di report e di dashboard, per la misurazione dell'avanzamento e dei benefici del processo di cambiamento e l'individuazione di eventuali azioni correttive. Dalla definizione dei *Key Performance Indicator* (KPI) si ricaverà un prototipo esplicativo (*mock-up*) propedeutico alla realizzazione tecnica di una **Dashboard**, che sarà utilizzata per effettuare analisi e generare reportistica. La progettazione dello strumento di monitoraggio e relativo cruscotto potrà prevedere, in virtù dell'esigenze dell'Amministrazione, una versione base - con elementi che consentono il monitoraggio degli indicatori principali e produzione della relativa reportistica - nonché una versione avanzata con feature più evolute supportate da tool di analisi innovativi (es. Power BI, dashboard basati su Python, evolutive sviluppate ad-hoc, ecc.).

Il Servizio di Change Management viene erogato mettendo a disposizione un opportuno skill mix delle seguenti figure professionali:

- Project Manager;
- Business Analyst;
- Product/Network/Technical Specialist;
- Educational Designer;
- Enterprise Architect.

3.4.1.2 Servizio di Formazione BCE

Il servizio di Formazione ha l'obiettivo di garantire, a partire dai risultati raccolti dal processo di Change Management, la crescita e le competenze delle persone dell'Amministrazione coerentemente con il contesto di trasformazione digitale, tramite la fornitura di strumenti pratici e concreti volti ad agevolare e ottimizzare l'apprendimento e a potenziare le skills individuate attraverso specifiche azioni formative.

Verrà quindi messo a disposizione dell'Amministrazione:

- una piattaforma Learning Management System (LMS), raggiungibile da una URL dedicata;
- una serie di funzionalità avanzate disponibili in piattaforma, quali assessment e reportistica;
- contenuti digitali formativi articolati in "categorie" o aree tematiche;

- ulteriori contenuti sviluppabili ad hoc su base progettuale a partire da input dell'Amministrazione e/o dai risultati delle attività di analisi del servizio di Change.

Il servizio di Formazione viene inizializzato attraverso meeting specifici con l'Amministrazione, volti a raccogliere i requisiti funzionali, tecnologici e di business relativamente alla piattaforma di e-learning. Il risultato finale è un documento di analisi funzionale completo che descrive in dettaglio i requisiti rilevati e fornisce le linee guida necessarie per la successiva configurazione e setup della piattaforma. Durante i momenti di confronto con l'amministrazione potranno essere raccolte eventuali esigenze formative già individuate e che potranno essere oggetto di intervento prioritario, o tramite l'erogazione di corsi già presenti nel catalogo formativo oppure, in assenza di corsi attinenti, tramite la progettazione ed erogazione di interventi formativi ad hoc.

Progettazione e Realizzazione piattaforma LMS

A valle della fase di analisi si procederà alla progettazione e alla realizzazione della piattaforma e dei corsi. Quest'ultima fase si articola in una serie di attività mirate al raggiungimento degli obiettivi stabiliti riportate di seguito.

Setup Istanza LMS Moodle

Tale setup consiste nella configurazione di un'istanza LMS, esclusivamente dedicata all'Amministrazione e basato su infrastruttura Moodle, un sistema di gestione dell'apprendimento e-learning in modalità open source orientato alla fruizione di contenuti formativi organizzati con logica modulare.

La creazione dell'istanza LMS dedicata che genera una URL.

La piattaforma è strutturata nelle **sezioni** di seguito elencate:

- **Login Page** – pagina da cui accedere inserendo le credenziali che saranno comunicate a ciascun utente;
- **Home Page** – pagina di atterraggio personale di ciascun utente dopo il login, da cui accedere a tutte le altre sezioni della piattaforma nonché ai corsi a cui si è iscritti;
- **Corsi in evidenza** – carousel che mostra in primo piano i corsi in evidenza, scelti direttamente dall'Amministrazione secondo criteri di novità, importanza, interesse e aggiornabile in itinere;
- **I miei corsi** – sezione suddivisa in:
 - I miei corsi – area in cui mostrare i soli corsi a cui l'utente è iscritto e che quindi può lanciare e fruire;
 - Corsi completati – area in cui ciascun utente può visionare l'elenco dei corsi la cui fruizione è stata completata;
 - Contenuti Formativi – sezione che contiene tutti i corsi presenti nella offerta formativa, suddivisi per categorie, e gli strumenti di assessment per la rilevazione dell'AS IS;
 - Catalogo & Novità – sezione vetrina in cui ciascun utente può:
 - scaricare l'intero catalogo in formato pdf dei corsi previsti nell'offerta;
 - consultare le ultime novità sui corsi realizzati e messi a disposizione nell'offerta.

Caricamento dati istanza e configurazione dati utenti

Al momento della creazione dell'Istanza Moodle vengono o inseriti i dati identificativi dell'Istanza raccolti nella fase precedente, e vengono importati gli utenti forniti manualmente dall'Amministrazione con apposito file Excel o .csv.

L'accesso alla piattaforma avviene in due modalità distinte a seconda del profilo:

- il ruolo Manager;
- il ruolo Utente, assegnato a tutti gli iscritti alla piattaforma destinatari della formazione, può accedere inserendo le proprie credenziali dalla pagina di login della piattaforma.

La configurazione del ruolo Manager consentirà inoltre a quest'ultimo di accedere a una funzione di **Amministrazione del Sito** con cui sarà possibile:

- iscrivere/discrivere utenti e/o gruppi di utenti ai corsi;
- consultare la reportistica nativa di Moodle;
- consultare la reportistica personalizzata.

L'elenco delle funzioni di amministrazione riservate al Manager sarà disponibile in un apposito "Manuale Manager".

Personalizzazione Istanza

Sulla base di quanto raccolto in fase di Analisi, si procederà a eventuali customizzazioni dell'Istanza.

Un elemento di personalizzazione è sicuramente costituito dagli **strumenti di assessment** che saranno utilizzati per le attività di analisi previste nel Servizio di Change, sia per la rilevazione dell'AS-IS che per la rilevazione delle competenze in uscita. Si utilizzerà a tale scopo l'attività QUIZ Moodle che consente di progettare e costruire assessment o test di valutazione con una grande varietà di tipi di domande, comprese la scelta multipla, il vero/falso, la risposta breve, il trascina e rilascia su un testo o su un'immagine. Le domande vengono conservate nel Deposito delle domande e possono essere riutilizzate in diversi quiz.

L'esito dell'assessment non indicherà direttamente i corsi da seguire ma fornirà all'Amministrazione gli elementi per decidere a quali corsi iscrivere ciascun utente, previa analisi dei risultati dell'assessment stesso.

I Quiz Moodle potranno essere aggregati in una categoria "Assessment" e/o fatti comparire direttamente nella sezione "I miei Corsi" dei discenti: tale esperienza utente verrà definita in sede di Analisi. All'apertura della piattaforma agli utenti, questi ultimi possono trovare l'assessment iniziale come unico oggetto nella sezione "I miei Corsi". A seguito dell'assessment e dell'analisi dei risultati, ciascun discente troverà nella sezione "i miei Corsi" i soli corsi a cui l'Amministrazione avrà deciso di iscriverlo sulla base dei risultati dell'assessment.

Si prevede la predisposizione di una **dashboard di monitoraggio avanzata** per monitorare i risultati dei processi di Change management e di Formazione in grado di valutare i risultati conseguiti in termini di competenze digitali e di competenze attitudinali volti a eliminare gli skill gap delle persone interessati dal processo di cambiamento.

Caricamento contenuti formativi da catalogo

L'istanza sarà popolata con i corsi. I contenuti formativi saranno presenti e consultabili con una info di copertina nella sezione della piattaforma denominata "Contenuti Formativi", e articolati in 3 categorie:



Figura 114 - Contenuti formativi da catalogo

1. **Catalogo Corsi** – la categoria è a sua volta articolata in 5 sottocategorie corrispondenti alle 5 aree del modello europeo DigComp, contenenti 100 corsi: contenuti teorici brevi, efficaci, accompagnati da esercizi interattivi intermedi che accompagnano gli utenti nel processo di cambiamento. Sono inoltre presenti anche corsi dedicati alla trasformazione digitale ed ulteriori categorie popolate con nuovi corsi a catalogo possono essere create ad hoc.
2. **Corsi Specialistici** – la categoria contiene corsi a bassa, media e alta interattività ad oggi raggruppati in 2 categorie ("Corsi Cloud" e "Privacy Awareness"), ma personalizzabili sulla base del piano formativo che verrà predisposto e dei contenuti formativi che saranno messi a disposizione.
3. **Ispirazioni** – la categoria contiene 245 Video Talk, brevi testimonianze, esperienze e punti di vista di imprenditori, sportivi, accademici, manager, blogger e influencer, su tematiche legate alla trasformazione digitale, alle Digital Soft Skills e al cambiamento.

Sviluppo Corsi Custom

La necessità di sviluppo di corsi Custom può nascere in due momenti diversi:

1. durante la Analisi sulla base di input specifici dell'amministrazione che può ravvisare un fabbisogno formativo non coperto dai contenuti formativi del catalogo;
2. a valle dell'analisi del Servizio di Change effettuata anche tramite lo strumento di assessment presente in piattaforma.

A fronte dei fabbisogni formativi identificati, si procede a predisporre una **proposta didattica** che esplicita per ciascun corso da sviluppare:

- obiettivi didattici;
- format e livello multimediale identificato;
- durata stimata;
- tempi di progettazione, sviluppo e rilascio;
- costi.

Dopo la validazione della proposta didattica si procede con la realizzazione dei corsi secondo le classiche fasi di:

- storyboarding;
- sviluppo grafico e multimediale;
- produzione SCORM.

Inoltre, sulla piattaforma possono essere caricati corsi forniti dall'amministrazione.

Il Servizio di Formazione

Elementi caratterizzanti del servizio di formazione offerto

Il servizio di Formazione comprende:

- adesione alla piattaforma e-learning;
- disponibilità del servizio di e-learning per 3000 di utenti che accedono al servizio di formazione per la durata di 156 settimane;
- pacchetti "corsi base" a catalogo, composti da 8 WBT per un totale di 14 pacchetti, ciascuno con durata di 15-20 minuti, costituito da:
 - 14 pacchetti di corsi, ciascuno composto da 8 WBT, relativamente alle aree del modello DigComp:
 - alfabetizzazione su informazioni e dati;
 - comunicazione e collaborazione;
 - creazione di contenuti digitali;
 - sicurezza;
 - trasformazione digitale; (include la competenza risolvere problemi);
 - cui si aggiungono corsi con focus su Cyber Security che si ritengono significativi nel contesto della piattaforma SIM.
- Corsi ad HOC differenziati per livello di interazione, con durata di 1 ora, ovvero:
 - 1 corso a Bassa interazione su Privacy Awareness;
 - 27 corsi a Media interazione, di cui 10 tratteranno argomenti su tematiche scelte dall'amministrazione che dovranno essere implementati, 17 sulle tematiche presenti nel paragrafo 3.4.1.4;
 - 10 corsi ad Alta interazione. I corsi tratteranno argomenti su tematiche scelte dall'amministrazione, che dovranno essere implementati.
- Supporto specialistico e-Learning presenti nella tabella sottostante, che comprende:
 - supporto piattaforma: servizio a copertura delle attività di personalizzazione, integrazione, configurazione, e supporto alla gestione della piattaforma di e-learning. Sono incluse attività di caricamento utenti, supporto ai manager nella definizione del programma formativo e nella relativa assistenza e supporto, predisposizione dashboard di monitoraggio;
 - supporto contenuti formativi: attività di creazione di contenuti formativi personalizzati integrativi dei corsi ad hoc e per la progettazione di aule virtuali.

3.4.1.3 Ipotesi del piano di lavoro

Di seguito l'ipotesi del piano di lavoro attinente ai servizi di:

- Change Management;

- Formazione BCE;
- Supporto Specialistico.

Servizio	#	Fasi/Attività	Mese 1	Mese 2	Mese 3	Mese 4	Mese 5	Mese 6	Mese 7	Mese 8	Mese 9	Mese 10	Mese 11	Mese 12	...Mese 30	
Change Management	1.	Assessment iniziale	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Change Management	2.	Definizione modello TO BE e Gap Analysis						█	█	█	█	█	█	█	█	█
Change Management	3.	Rollout piano comunicazione e formazione														█
Formazione	1.	Analisi														
Supporto E-learning	2.	Progettazione		█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Supporto E-learning	3.	Realizzazione Piattaforma Base														
Formazione	4.	Test, Collaudo e Go-live Piattaforma Base														
Supporto E-learning	5.	Realizzazione Piattaforma Avanzata, Test e Go-Live														
Supporto E-learning	6.	Realizzazione Corsi ad Hoc														
Supporto E-learning	7.	Conduzione														
BPM-BPR	1.	Analisi e inquadramento normativo e regolamentare														
BPM-BPR	2.	Assessment processi AS IS														
BPM-BPR	3.	Disegno e reingegnerizzazione processi TO BE														

Figura 115 - Piano di lavoro

3.4.1.4 Elenco corsi rilasciati – (Infrastrutturali specialistici e ad hoc),

Corsi a catalogo

- Alfabetizzazione su informazioni e dati

Corso	Abstract
Banche dati pubbliche: conoscerle e saperle utilizzare	Il concetto di open source è ormai entrato nel nostro gergo quotidiano. Originariamente, il termine si riferiva al software open source, un codice progettato per essere accessibile pubblicamente. Successivamente il termine si è applicato ad un processo di lavoro aperto che promuove la condivisione di revisioni e feedback tra colleghi ed esperti IT. Scopri di più sulle banche dati pubbliche.
Big Data	Molte aziende oggi basano il proprio business sui Big Data: li salvano, li analizzano e ne traggono risultati, sulla base dei quali prendono decisioni strategiche. Oggi più che mai è importante per le Aziende avere una Big Data Strategy chiara.
Blockchain	La blockchain (letteralmente "catena di blocchi") è una struttura di dati scritti in modo collaborativo da utenti "autorizzati" dai membri del network, per effettuare determinate operazioni, ad esempio in campo finanziario. L'output può essere paragonato a un registro digitale le cui voci sono raggruppate in blocchi, concatenate in ordine cronologico, e la cui integrità è garantita dall'uso della crittografia e dall'accesso tramite chiave degli utenti che collaborano tra loro.
Come gestire in sicurezza dati e informazioni	Cos'è un dato e perché è importante gestire al meglio i dati sensibili in ambito lavorativo.
Conoscere gli open data	Sentiamo sempre più spesso parlare di "Open Data" o "Dati Aperti" ma cosa sono? Si tratta di alcuni tipi di dati, come informazioni e dati numerici, che possono essere liberamente usati, riusati e/o ridistribuiti secondo le indicazioni presenti nella licenza d'uso che, in Italia, è l'Italian Open Data License v2.0". Approfondiamo insieme.
Digital Analytics	Interpretare i desideri dei clienti e anticipare le loro richieste. È ciò che si propone di fare la Digital Analytics, ovvero l'insieme di attività di raccolta, analisi e reporting di dati per comprendere ed ottimizzare i comportamenti online degli utenti. Una serie di attività svolte attraverso strategie data driven, cioè con azioni "guidate" dall'interpretazione di dati tracciati e raccolti in maniera anonima, e messa a punto con il monitoraggio di specifiche metriche.
Gestire e archiviare documenti in Cloud	Cloud o meglio cloud computing in inglese "nuvola informatica", è uno spazio di archiviazione personale, veloce e sicuro, che permette di caricare, organizzare e accedere in maniera semplice ai file. I vantaggi? Scopri in questa pillola dedicata.

Figura 116 - Alfabetizzazione su informazioni e dati

Corso	Abstract
Gestire e archiviare le informazioni digitali	La rivoluzione digitale ha favorito il passaggio dalla tradizionale archiviazione cartacea all'archiviazione digitale, con evidenti vantaggi in termini di efficienza, risparmio di tempo e condivisione con altre persone.
Gestire file e cartelle	Come gestire file e cartelle per ritrovare le informazioni di interesse in modo facile e veloce? Scopri alcune accortezze per salvare i file, gestirne l'estensione e conservarli in cartelle ordinate.
Il Cloud - Focus su gestione dei documenti in Cloud	Per comprendere a pieno la valorizzazione del potenziale liberato dall'adozione del cloud, occorre capire il vero cambio di paradigma, ovvero poter rendere le infrastrutture liquide, liberando l'azienda da compiti non core per occuparsi di AI, IoT e gli altri 'superpoteri' tecnologici".
Introduzione al Digital Marketing	I percorsi d'acquisto (i customer journey) sono ormai per la gran parte su Internet, e questo accade in ogni mercato, consumer o B2B. Il marketing digitale è diventato quindi un tassello fondamentale nella Digital Transformation.
Office 365 - OneDrive	Condividere file e cartelle, anche di grandi dimensioni, è possibile con One Drive. In questo corso imparerai tutto ciò che ti serve per usare efficacemente questo potente strumento.
Office 365 - OneNote	Se agende e post-it non ti bastano più, è il momento di imparare ad usare One Note: un blocco appunti digitale nel quale puoi prendere nota di tutte le informazioni che ti servono, accedendo da più dispositivi.

Figura 117 - Alfabetizzazione su informazioni e dati

Corso	Abstract
Organizzare informazioni, dati e contenuti	Prova a pensare al tuo lavoro... ti capita di consultare più documenti cartacei o digitali? I documenti cartacei stanno lasciando sempre più il passo a quelli digitali in tutti gli ambiti della nostra vita. Vediamo come gestirli.
Recuperare informazioni dal web	Come reperire velocemente un'informazione? Utilizzando i motori di ricerca: quali sono e come funzionano (operatori booleani, SEO, aggregatori).
Search Engine Marketing	La crescente centralità del digitale ha spostato sempre di più l'attenzione del marketing all'interno delle arene competitive online. Per le aziende diventa infatti fondamentale curare la propria presenza nel web e mettere a punto strategie per posizionarsi tra i primi risultati nei motori di ricerca e portare traffico al proprio sito web. Il SEM, o Search Engine Marketing, comprende le attività che hanno come obiettivo l'acquisizione di traffico e visibilità sui motori di ricerca: ne fanno parte la SEO (Search Engine Optimization) e la SEA (Search Engine Advertising).
Utilizzare i motori di ricerca	Un motore di ricerca, o search engine, è un sistema software progettato per cercare informazioni sul Web. I risultati della ricerca sono rappresentati sotto forma di elenco ordinato, detto SERP. Scopri come funzionano i principali motori di ricerca e come utilizzarli al meglio!
Valutare l'affidabilità delle informazioni web	Come valutare la veridicità di un'informazione online? La diffusione delle Fake News è un fenomeno molto attuale.

Figura 118 - Alfabetizzazione su informazioni e dati

- **Comunicazione e collaborazione**

Corso	Abstract
Digital Communication	Tra i cambiamenti più tangibili portati dalla Digital Transformation vi è sicuramente quello legato alla comunicazione. Nel lavoro e nella vita privata le e-mail fanno ormai parte della nostra quotidianità, così come le conversazioni in chat. Due metodi di comunicazione che viaggiano attraverso lo stesso mezzo, la rete, ma con scopi e regole di utilizzo ben distinti.
Digital mindset: generazioni a confronto	In questo momento storico, all'interno delle organizzazioni, convivono 4 generazioni, ognuna con il proprio approccio alla tecnologia e ai cambiamenti che porta con sé.
E-leadership	Chi è l'e-leader? Una persona che sa come sfruttare le tecnologie digitali per portare innovazione digitale in azienda, una persona che è anche in grado di trascinare gli altri a scoprire i vantaggi del cambiamento. Obiettivo della pillola è scoprire caratteristiche e skill di questa nuova figura fondamentale nelle aziende che vogliono cavalcare l'innovazione.
E-people: personal branding e web reputation	Il web è un ottimo canale di visibilità per aziende e persone, soprattutto famose, ma affacciandosi sul web (in particolare attraverso i social network) ci si espone al rischio di danno di immagine. Vediamo come gestire personal branding e web reputation.
Esercitare la cittadinanza digitale	La cittadinanza digitale è quell'insieme di diritti/doveri che, grazie al supporto di una serie di strumenti (l'identità, il domicilio, le firme digitali) e servizi, mira a semplificare il rapporto tra cittadini, imprese e pubblica amministrazione tramite le tecnologie digitali.
Eventi digitali (streaming, piattaforme collaborative, ecc)	Con la pandemia gli eventi digitali hanno preso sempre più piede, modificando e potenziando l'esperienza dei destinatari.
Gestire identità digitale	L'identità digitale, essendo costituita da tutto ciò che ci riguarda ed è pubblicato o conservato online, deve essere monitorata con attenzione. Magari non ci pensiamo, ma è possibile che altre persone riescano ad accedere a informazioni che ci riguardano, in particolare a quelli che vengono definiti dati informali.
Gestire la relazione e il servizio al cliente	La strategia di gestione del cliente viene definita Customer Relationship Management, o CRM, e si fonda su due concetti di base la Customer Retention e la Customer Loyalty. Vediamo di cosa si tratta.

Figura 119 - Comunicazione e collaborazione

Corso	Abstract
Il domicilio digitale e le comunicazioni dell'Amministrazione al cittadino	Con il Codice dell'Amministrazione Digitale è prevista la possibilità di richiedere un domicilio digitale, rendendo più veloce e immediata la ricezione e l'invio di comunicazioni con valore legale.
Netiquette smartworker	Il concetto di smartworking supera quello di remote working, in quanto presuppone una diversa organizzazione del lavoro. Lo smartworker stesso deve abbracciare un nuovo mindset rispettando alcune fondamentali regole.
Office 365 - Teams	A volte, per comunicare efficacemente, è necessario trovarsi faccia a faccia con il nostro interlocutore. Con Teams, puoi farlo comodamente da remoto: scopri questo strumento di chat e riunioni online che ti permetterà di entrare agilmente in contatto con i tuoi colleghi.
Online collaboration	Per online collaboration si intende l'estensione del concetto di collaborazione svincolata dalla prossimità fisica: in questa pillola vediamo come massimizzare i vantaggi della tecnologia per collaborare anche a distanza.
Online collaboration 2: focus su contesto internazionale	Come cambia la collaborazione online in relazione al contesto di riferimento? Focus sulla netiquette in contesti internazionali, le "buone maniere" dell'online collaboration quando si lavora con aziende multinazionali.
Persuasione digitale	Come catturare l'attenzione sul web? Esistono delle vere e proprie tecniche di persuasione digitale che, se applicate nel modo corretto, riescono a far emergere un messaggio, a influenzare comportamento e a ottenere consenso intorno a una particolare tematica. Riconsiderare le tecniche della persuasione alla luce del boom dei Digital Media dà le giuste chiavi di lettura per capire qual è la relazione tra macchine, persuasione ed etica. E per attivare meccanismi di difesa efficaci e flessibili.

Figura 120 - Comunicazione e collaborazione

Corso	Abstract
POLA - Piano Organizzativo del Lavoro Agile	L'emergenza sanitaria ha visto le amministrazioni pubbliche costrette a ricorrere concretamente all'utilizzo del lavoro non in presenza, scoprendone punti di forza e di debolezza. Per disciplinare al meglio questa modalità di lavoro agile è stato introdotto il "Piano organizzativo del lavoro agile" (POLA).
Remote People Management	Con la crescita della globalizzazione e l'uso di device tecnologici, il lavoro remoto è una modalità ormai consolidata e i manager devono acquisire le competenze necessarie per gestire al meglio il lavoro di un team: si parla perciò di Remote People Management. Per il raggiungimento degli obiettivi, la gestione da remoto di un team comporta l'impiego di adeguati strumenti di comunicazione e organizzazione del lavoro, oltre alla presenza di un elemento fondamentale, la fiducia.
Social Media and community management	Una community è un insieme di persone, legate da interessi comuni, che si scambiano informazioni e opinioni. Le community possono diventare molto importanti, anche per i brand, che hanno la possibilità, partecipando alle discussioni e monitorando i commenti, di capire cosa vogliono i potenziali clienti.
Social Network	Spazio virtuale e tempo reale: istituzioni, aziende, consumatori e utenti riportano negli ambienti social quelle dinamiche di interazione e comportamenti che attuano anche al di fuori di Internet. Quello che interessa, online come offline, si trasforma quasi sempre in un confronto e in una discussione tra persone.
Social reputation online e brand monitoring	La reputazione di un'azienda è il modo in cui viene vista e percepita da chi la osserva dall'esterno. Ai nostri giorni, gran parte della reputazione di un'azienda viene veicolata attraverso internet, ma ci sono alcuni fattori, che la costituiscono, che sono indipendenti dal fatto che ci occupiamo di mondo reale o digitale.
Strumenti digitali per la comunicazione con il cittadino	Per fare sì che l'interazione tra cittadini e PA sia sempre più efficace, il PNRR prevede il rafforzamento dell'identità digitale (SPID e CIE), il miglioramento dei servizi offerti ai cittadini, per esempio, i pagamenti effettuati tramite PagoPA, e l'utilizzo dell'app "IO", come principale punto di contatto digitale con la PA. Scopriamo insieme a cosa servono, come si ottengono e quali sono gli ambiti di applicazione.
Utilizzare i servizi di video-conferenza	I servizi di video-conferenza consentono alle persone di comunicare anche a distanza di migliaia di chilometri. Con evidenti vantaggi in termini di risparmio di tempo e risorse.

Figura 121 - Comunicazione e collaborazione

- Creazione contenuti digitali

Corso	Abstract
APP e nuovi servizi	Le App sono diventate uno strumento di uso quotidiano in grado di fornire una vasta gamma di servizi e per questo il loro impiego si rivela utile nella vita personale e nel lavoro.
Business Tools	Tra i principali business tools possiamo annoverare strumenti per la creazione e la modifica di documenti di testo o presentazioni multimediali, fogli elettronici, strumenti per la gestione di file, strumenti di programmazione e gestione dei calendari, servizi di posta elettronica, ma anche strumenti di comunicazione come chat o social network pensati per un utilizzo interno alle aziende.
Copyright e licenze digitali	Oggi, più che mai, condividiamo e utilizziamo contenuti provenienti dal web, sia nella vita quotidiana che per lavoro. Molti contenuti online, però, sono soggetti a diritto d'autore: ne siamo consapevoli? Cosa possiamo utilizzare per arricchire i nostri contenuti?
Creare e modificare immagini e video	Viviamo in una società dove le immagini dominano, superando le parole per velocità di interpretazione e per capacità di attrarre interesse e curiosità. Saperle utilizzare, acquisire, modificare e gestire è importantissimo: ma facciamolo bene, scegliendo foto significative, con buona qualità, facendo attenzione a non "rubare" foto con diritti d'autore.
Creare ed elaborare contenuti digitali	Creare, curare e pubblicare contenuti digitali è il percorso da seguire per attuare una content strategy efficace. Molto spesso, oltre ad una buona dose di idee, necessitano dei tool in grado di assicurare una certa utilità per supportare questo lavoro. Il contenuto può essere di vario tipo, un testo, un video o uno storify.
Design Thinking	L'approccio a una vita digital porta a sviluppare sempre nuove competenze e a "pensare fuori dagli schemi", osservando le cose con atteggiamento aperto e curioso, per trovare soluzioni che altri hanno trascurato. Questo è l'approccio richiesto anche dal Design Thinking, cioè la capacità di applicare competenze sviluppate dai designer a problemi che non riguardano le loro specifiche aree di competenza. Un processo fatto di empatia, definizione, ideazione, prototipazione e test.
Digital Design: UI e accessibilità	Focus sulla User Interface e sull'accessibilità dei servizi online: obiettivo, creare ambienti e strumenti inclusivi.
Documento informatico, protocollo informatico e timbro digitale	Il Processo di Digitalizzazione nella Pubblica Amministrazione iniziato in Italia nel 2005 con l'introduzione del Codice dell'Amministrazione Digitale, nonostante le resistenze iniziali, sta avanzando veloce e la transizione alla modalità digitale determina la produzione di documenti informatici e di conseguenza la formazione di archivi ibridi. La Gestione Documentale nella Pubblica Amministrazione segue linee guida ben precise contenute nel Codice dell'Amministrazione Digitale (CAD) e nelle Linee Guida dell'Agenzia per l'Italia Digitale (AgID).

Figura 122 - Creazione contenuti digitali

Corso	Abstract
Firma grafometrica e firma elettronica	I nuovi strumenti della semplificazione del rapporto con la Pubblica Amministrazione ma non solo. Aspetti pratici e normativi.
Nozioni di Programmazione	Con "linguaggio di programmazione" si intende un insieme di istruzioni consecutive, con regole precise e determinate, fornite ad un computer per far sì che svolga un'azione determinata. Scopri in questa overview quali tipologie ne esistono, come funzionano gli algoritmi e come funzionano i linguaggi per realizzare siti web.
Office 365 - Excel base	Excel è molto più di un semplice foglio di calcolo; è un utile strumento che puoi aiutarti ad organizzare meglio il tuo lavoro e a risparmiare tempo. Scopri come organizzare il tuo foglio di lavoro.
Office 365 - Excel intermedio	Excel è molto più di un semplice foglio di calcolo; è un utile strumento che può aiutarti ad organizzare meglio il tuo lavoro e a risparmiare tempo. Scopri come organizzare il tuo foglio di lavoro, elaborare i dati, creare grafici e molto altro.
Office 365 - Outlook	Non solo semplici e-mail: con Outlook è possibile creare cartelle, gestire l'agenda, organizzare la rubrica, inviare appuntamenti e tanto altro. In questo percorso conoscerai le tante funzioni che Outlook mette a disposizione per facilitarti nel tuo lavoro.
Office 365 - PowerPoint base	Comunicare è importante, soprattutto sul lavoro. Un corso per iniziare ad utilizzare al meglio Power Point: il migliore strumento per creare presentazioni efficaci. Scopri come creare slides, scegli le immagini e i colori giusti per conquistare la tua platea.
Office 365 - PowerPoint intermedio	Comunicare è importante, soprattutto sul lavoro. Power Point è il migliore strumento per creare presentazioni efficaci: scopri come creare slides, scegli le immagini, i colori, il layout giusto per conquistare la tua platea.
Office 365 - Word base	Conosci già Word? Spesso, gli strumenti che utilizziamo tutti i giorni a lavoro hanno molte più potenzialità di quelle che immaginiamo e non sappiamo utilizzarli al meglio. In questo corso impareremo a conoscere Word, a scrivere in maniera efficace e ad impaginare ed arricchire i nostri documenti.
Office 365 - Word intermedio	Un corso per approfondire le potenzialità offerte da Word. Spesso, gli strumenti che utilizziamo tutti i giorni a lavoro hanno molte più potenzialità di quelle che immaginiamo e non sappiamo utilizzarli al meglio. In questo corso impareremo ad arricchire i nostri documenti con elementi grafici, utilizzando anche i modelli di documenti di Word.
Scrivere per web e social	Scrivere per i media digitali, dai siti ai social network, vuol dire saper creare un post con un copy vincente, un articolo che incolli i lettori allo schermo, un titolo che attiri i click.

Figura 123 - Creazione contenuti digitali

- Sicurezza

Corso	Abstract
Antiphishing2: furto di identità e siti fake	Il phishing è un attacco informatico che si verifica quando un criminale utilizza il social engineering per indurre altri individui a "fare qualcosa": questo qualcosa può essere, per esempio, fornire le credenziali di accesso all'home banking oppure inviare fondi tramite un bonifico o la carta di credito. Focus su siti fake e furto d'identità.
Antiphishing: mail sospette e pubblicità ingannevole	Il phishing è un attacco informatico che si verifica quando un criminale utilizza il social engineering per indurre altri individui a "fare qualcosa": questo qualcosa può essere, per esempio, fornire le credenziali di accesso all'home banking oppure inviare fondi tramite un bonifico o la carta di credito. Focus su mail sospette e pubblicità ingannevoli.
Cyber crimes: i reati informatici contro la persona	Con il termine cybercrimes s'intende: "qualunque utilizzo di Internet, di computer e di tecnologie ad esso correlate atto a commettere un crimine". Il cyber-crime consente di commettere il reato in modo più rapido e più semplice, in quanto elimina la necessità della presenza fisica sul luogo del crimine. Come riconoscerli e difendersi.
Cyber Risk: nuove frontiere (IoT, Big Data, ecc)	Come si evolve il tema della protezione dei dati e della prevenzione del rischio informatico con l'evoluzione della tecnologia digitale? Focus sull'Internet of Things.
Cyber Security: Crisis Management	Nel mondo digitale il tema della sicurezza riveste un ruolo di primaria importanza. In particolare nell'ambito aziendale, non è infatti raro sentir parlare di incidente informatico, cioè la conseguenza di un'azione che viola le politiche di sicurezza di un'organizzazione, procurando un danno agli asset informatici e talvolta causando il Data Breach, ovvero la violazione dei dati personali. Ma come si affronta una crisi informatica?
Data Breach	Il Data Breach è una violazione di sicurezza che comporta distruzione, perdita, modifica, divulgazione non autorizzata o accesso ai dati personali trasmessi, conservati o comunque trattati. È possibile prevenirlo? E in che modo? E in caso si registri una violazione dei dati, qual è la corretta procedura da seguire per darne notizia?
GDPR 2: privacy by design	Cosa significa progettare la protezione dei dati in azienda secondo il GDPR?
GDPR e Privacy Digitale	Il 27 luglio 2016 è stato adottato il Regolamento Generale sulla Protezione dei Dati (noto con la sigla inglese GDPR). Obiettivo del regolamento è quello di rafforzare la protezione dei dati personali dei cittadini dell'Unione europea restituendo loro il controllo dei propri dati personali, semplificando il contesto normativo che riguarda gli affari internazionali, unificando e rendendo omogenea la normativa privacy dentro l'UE.

Figura 124 - Sicurezza

Corso	Abstract
Impronta digitale: come crearla consapevolmente	L'impronta digitale, in senso lato, è l'insieme di tutti i contenuti che abbiamo visto, likato e creato sul web navigando e partecipando ai Social Network e contribuiscono alla creazione della nostra identità digitale.
Introduzione alla Cyber Security	Nell'era dell'Industry 4.0 e della Digital Transformation che sta portando a uno sviluppo sempre più pervasivo di Internet, delle reti digitali e dei dispositivi smart e wearable (indossabili) anche in ambito aziendale, i classici software antivirali non riescono più a proteggere il perimetro cyber delle organizzazioni. Il binomio networking e sicurezza deve essere indissolubile se si vuole ottenere una corretta Cyber Security in ambito produttivo.
Rischi e dipendenze nell'uso distorto del web	Uso e abuso di internet: al giorno d'oggi, sicuramente, è sempre più difficile stabilire un confine netto tra le due modalità di utilizzo. Negli ultimi decenni, infatti, abbiamo assistito ad una crescita considerevole dell'uso di internet e soprattutto dei social network che hanno radicalmente cambiato il nostro modo di vivere e di creare relazioni. Ad oggi, però, accanto all'uso equilibrato e funzionale che possiamo fare di questo potente mezzo, assistiamo ad alcuni eccessi.
Screen time: consapevolezza e ottimizzazione del tempo online	Il tempo schermo, in inglese screen time, è l'unità di misura del tempo che si passa davanti a schermi visivi di tipo elettronico quali ad esempio televisori, monitor, telefoni cellulari in particolare. Tempo sprecato? Scopriamo come ottimizzarlo puntando sulla formazione e sulla collaboration.
Sostenibilità digitale: come le nuove tecnologie supportano la transizione energetica	La sostenibilità è un tema che sta a cuore al nostro tempo: le nuove tecnologie possono essere un booster per favorire la transizione energetica.
Tech Lash o Tech Clash?	Rifiuto della tecnologia o dipendenza? Il coronavirus ha generato, tra i suoi effetti secondari, un miglior rapporto individuale con la tecnologia: un sentimento positivo nei confronti della digitalizzazione, che ha preso il nome di Tech Love.
Tecnostress e benessere digitale	La rivoluzione digitale e la tecnologia ci semplificano la vita e ci offrono moltissime possibilità: ci rendono più efficienti al lavoro, ci mantengono in contatto costante, ci forniscono anche una vastissima gamma di possibilità di intrattenimento. L'uso costante della tecnologia ci sottopone a una condizione di iperstimolazione che, in un primo momento, sembra gratificarci, ma poi può generare una condizione di stress. Stress che possiamo prevenire e trasformare in opportunità.

Figura 125 - Sicurezza

- Trasformazione digitale

Corso	Abstract
Diversity Management e DT	La D&I è diventato un tema portante per chi si occupa di HR e di conseguenza anche per la formazione in Azienda. La Digital Transformation sta agendo come booster per diffondere la cultura della Diversity.
Growth Hacking	Nell'ambito della Digital Transformation può capitare di sentir parlare di Growth Hacking, un insieme di tecniche innovative che utilizzano pochissime risorse per far crescere una base di utenti per generare significativi ritorni economici. Si tratta di un tipo di marketing non convenzionale, tendenzialmente aggressivo, ma sempre nei limiti della legalità, che agisce mettendo in pratica strategie specifiche, come la Viral Acquisition, la Paid Acquisition e il Content Marketing.
Internet of Things	Se il dato è il nuovo petrolio, l'Internet of Things è ciò che lo produce e lo fa circolare. Quando un settore viene toccato dall'IoT, diventa smart. Ed ecco lo smart metering, ovvero l'IoT calato nelle utilities (uno degli ambiti più impattati), e poi smart car, smart building, smart logistics, smart cities, smart home, smart asset management e smart factory.
Introduzione alla digital transformation	La trasformazione digitale non è un'opzione ma è una necessità di cambiamento per fare diversamente business mediante una "visione" che conduce ad un nuovo modello operativo che si fonda sulla profonda integrazione tra piattaforme digitali, persone, luoghi e strumenti, e che si caratterizza per il sostanziale ripensamento dei processi aziendali, dei modelli di business e dell'intera customer experience che diventa il focus principale dell'azienda.
Lean Innovation	La Lean Innovation è un approccio organizzativo (basato sul Lean Thinking, pensiero snello) e tecnologico che nasce con lo scopo di rendere più produttiva un'azienda, riducendo gli sprechi e massimizzando il valore per il Cliente finale.
Modern Learning e Modern Teaching	Come cambia la formazione nell'epoca di Internet e delle tecnologie digitali? Il formatore tradizionale lascia spazio al Modern Trainer, un formatore con sviluppate competenze digital, ma anche capace di trasferire nei discenti senso di indipendenza, approccio problem solving, capacità di pianificazione e gestione e capacità di prendere decisioni strategiche. L'apprendimento diventa così Self Directed Learning, ovvero apprendimento autodiretto, mentre nel Modern Learner si fa sempre più strada l'automotivazione.

Figura 126 - Trasformazione digitale

Corso	Abstract
Artificial Intelligence	L'Intelligenza Artificiale è un campo di studio dell'informatica, in cui si programmano sistemi tecnologici che permettono di dotare le macchine di caratteristiche proprie dell'intelligenza umana: per esempio, l'abilità di calcolo matematico, la capacità di parlare, muoversi, scegliere, essere empatici. Sono le cosiddette "macchine intelligenti", che oggi affiancano l'uomo in alcune attività.
Augmented e mixed reality	Accanto alla Virtual Reality troviamo l'Augmented Reality, in cui gli elementi e le informazioni virtuali vengono sovrapposti alle realtà fisica su uno schermo semitrasparente: la realtà fisica viene cioè aumentata e arricchita di contenuti. Nella Mixed Reality infine si integrano elementi reali e virtuali. Obiettivo della pillola è completare la panoramica sulle tecnologie abilitanti, le applicazioni, i vantaggi e i punti di attenzione di questi nuovi modi di vedere la realtà.
Competenze digitali per innovare il lavoro	Nei prossimi dieci anni assisteremo a una rivoluzione dell'intero mondo del lavoro. Gli impatti saranno epocali e imporranno un ripensamento integrale dei modelli educativi e formativi del futuro e dei processi, per andare a creare competenze che il mercato andrà via via a richiedere.
Customer Experience	È noto ormai che la differenziazione basata sull'innovazione del prodotto di per sé non è più garanzia di successo. È possibile, però, trovare un vantaggio competitivo nel mercato puntando su elementi che vanno oltre il core business. La Customer Experience (CX) è il modo in cui i clienti percepiscono l'insieme delle interazioni, fisiche o digitali, con l'azienda: progettare una CX efficace significa mettersi nei panni dei clienti e agire sui momenti di contatto per renderli semplici, coerenti tra loro e memorabili.
Digital Coach	Nella Digital Transformation, il Digital Coach fa esattamente ciò che nello sport l'allenatore fa per un atleta: offre la propria consulenza strategica per perseguire la mission dell'azienda per cui opera, mettendo in atto le soluzioni digital più adatte per raggiungere obiettivi e risultati misurabili. È la persona chiamata a risolvere crisi, affrontare transazioni, lanciare nuovi business, ma anche per insegnare l'utilizzo di blog, social media e web. Come? Attraverso l'impiego di soft skills e competenze digitali come Digital Strategy, Web Analytics, Lead Generation, SEO & SEM, Social Advertising & E-mail Marketing.
Digital HR	Durante l'emergenza sanitaria, gli HR manager sono stati driver fondamentali per le aziende per far sì che i dipendenti potessero continuare a gestire in autonomia e con continuità le proprie mansioni in modalità agile e smart working: quali sfide e quali soluzioni si possono mettere in campo?

Figura 127 - Trasformazione digitale

Corso	Abstract
New Devices	In un'epoca segnata dall'innovazione, i dispositivi che supportano le nuove tecnologie non sono più soltanto mobile, ma anche dispositivi wearable, cioè indossabili, sensori, robot, Chatbot e addirittura Assistenti Virtuali. Una varietà di device che apre le porte a nuove possibilità di impiego in numerosi settori lavorativi.
Nuove professioni digitali	La Digital Transformation ha portato cambiamenti anche nel mondo del lavoro, favorendo la nascita di nuove professioni, scopriamone alcune!
Nuovi ruoli Digital in azienda	Al giorno d'oggi le aziende si trovano a dover affrontare le novità introdotte dalla rivoluzione digitale: soprattutto nelle aziende grandi e in quelle che sono nate in un'epoca che potremo chiamare "pre-digitale", il processo di trasformazione può essere complesso e richiede l'intervento di nuove figure professionali specifiche, ad esempio Chief Digital Officer, Digital Tailor, Chief Innovation Officer, Chief Data Officer, Chief Marketing Officer.
Open Innovation	In un processo di business, l'Open Innovation è un modello di innovazione che non si avvale solo di conoscenze e idee interne, ma proietta lo sguardo dell'azienda all'esterno per acquisire intuizioni, idee e tecnologie. Nell'Open Innovation la collaborazione rappresenta un fattore decisivo; il processo di innovazione si avvale inoltre della metodolgia "agile", un processo di project management che procede per brevi cicli di sviluppo al fine di generare un miglioramento continuo nella produzione di un prodotto o di un servizio.
Quantum Computing	I computer quantistici sono dispositivi in grado di rappresentare e manipolare le informazioni tramite i quantum bit o qbit, che consentono il calcolo in parallelo, con prestazioni notevolmente migliori in termini di sovrapposizione di stati, entanglement e interferenza quantistica. Tra i vantaggi principali del Quantum Computing vi è infatti la possibilità di elaborare contemporaneamente più soluzioni a un singolo problema, con notevoli risparmi di tempo e risorse per le aziende.
Reskilling e upskilling: mindset + tool	In un mondo che cambia alla velocità della luce, dove si fa strada il concetto di Never Normal oltre quello di New Normal, reskilling e upskilling diventano parole d'ordine sia per ognuno di noi, sia per il mondo HR.
Risolvere problemi tecnici di base	Come interagire con il sistema operativo del PC? Come chiudere un programma che non risponde? Come recuperare file cancellati per sbaglio? La risposta a queste ed altre domande, in questa pillola!
Soft skill per il lavoro digitale	Se quindici anni fa si faceva principalmente riferimento alle hard skill, ossia alle competenze tecniche, a mano a mano si è affiancato il concetto di soft skill, competenze trasversali acquisite con l'esperienza. In ottica digital transformation diventano digital soft skill. Esempi? Flexibility, Community, Empowerment, Virtuality.
Virtual Reality	La realtà virtuale, o Virtual Reality, è una realtà simulata, del tutto indipendente dal mondo reale. Grazie a un sistema di hardware e software che sfruttano particolari dispositivi come caschi, visori, auricolari, guanti e joystick è possibile non solo ritrovarsi all'interno di ambientazioni o scenari tridimensionali completamente realizzati al computer, ma anche esplorarli e interagire con i diversi elementi che vi sono inseriti.

Figura 128 - Trasformazione digitale

Corso	Abstract
Digital learning Progettazione didattica	Devi preparare una lezione in aula o da remoto? Oppure hai bisogno di progettare un percorso di formazione? Un buon risultato formativo dipende dalla capacità di analizzare e organizzare bene le attività, dalla scelta degli argomenti per produrre materiali e di strategie idonee al target di riferimento, e poter quindi valutare i risultati effettivamente raggiunti.
Digital learning Social learning	Il social learning è una modalità di apprendimento che ha trovato il suo spazio tra formazione tradizionale e il learning on the job: scopriamo come il confronto con i peers in momenti informali può accelerare l'acquisizione di nuove conoscenze e competenze ma soprattutto favorire nuovi mindset.
Digital Mindset	Per operare nel panorama digitale attuale è importante educare la mentalità ad accogliere la tecnologia nel lavoro quotidiano. Gli strumenti tecnologici sono il mezzo, ma è compito delle persone sfruttarli adeguatamente in tutte le loro potenzialità.
Digital Payments	I new digital payment, ovvero i pagamenti digitali di ultima generazione, sono i pagamenti effettuati con i sistemi di e-commerce ed e-payment, i pagamenti effettuati tramite sistemi mobili come tablet e telefonini e quelli effettuati attraverso carte contactless.
Digital problem solving	Il problem solving è un processo cognitivo che parte dall'analisi di un problema per giungere alla sua risoluzione, attraverso l'impiego di metodi e tecniche. Diventa digital problem solving quando per risolvere problemi utilizziamo strumenti e soluzioni digitali.
Digital Transformation e Change Management	La Digital Transformation rappresenta un cambiamento senza precedenti a livello organizzativo. Per questo viene spesso associata al concetto di Change Management, l'insieme delle attività per la gestione agile del cambiamento in azienda, allo scopo di portare risultati duraturi nel tempo. I pilastri del Change Management comprendono persone, processi, piattaforme e luoghi di lavoro.
Digital workplace	Ecosistema, persone e tecnologie: sono questi i principi su cui si fonda il Digital Workplace, l'ambiente di lavoro digitale. Una realtà sempre più consolidata nel mondo del lavoro, e che risponde agli obiettivi della lean organization, l'azienda snella. Un posto di lavoro digitale, in cui le operazioni pesanti, ripetitive, che richiedono un grado elevato di precisione, sono affidate alle macchine aggiunge valore, migliora il flusso di lavoro, rende la produzione flessibile e riduce gli sprechi.

Figura 129 - Trasformazione digitale

- Cyber Security

Titolo	Abstract
Sicurezza: fondamenti di analisi forense	Obiettivo di questo corso è fornire una panoramica generale dell'analisi forense e dei vari campi di applicazione. Inoltre, si comprenderà come raccogliere, conservare e analizzare i dati informatici in modo sicuro ed efficace ed imparare come identificare e gestire le minacce informatiche. Infine, verranno illustrate le varie fasi di una indagine informatica forense inclusi l'acquisizione, l'analisi, l'interrogazione e la presentazione dei risultati.
Sicurezza CIA: la triade della sicurezza	Questo corso fornisce ai partecipanti una comprensione di base degli aspetti fondamentali della CIA (confidenzialità, integrità e disponibilità) della sicurezza informatica. Inoltre, introduce le basi dei principali modelli di sicurezza informatica, come il modello del ciclo di vita della sicurezza. Sarà anche possibile conoscere come identificare e gestire le minacce informatiche comuni.
Sicurezza: MFA, Multi factor authentication	Il corso fornisce una panoramica generale della multi factor autenticazione e dei suoi principali componenti. Verranno illustrati i vantaggi dell'utilizzo di una multi factor autenticazione e verrà fornita una guida passo passo su come utilizzare un sistema di multi factor autenticazione.
Sicurezza: Kill chain (att@ck)	L'obiettivo di questo corso è quello di fornire una panoramica generale delle principali fasi della kill chain, illustrando i diversi tipi di attacchi e come si possono prevenire. Verranno illustrate le tecniche di difesa più comuni e come possono essere utilizzate per contrastare la kill chain. Verranno forniti esempi concreti di come la kill chain può essere applicata a situazioni reali.

Figura 130 – Cyber Security

Titolo	Abstract
Sicurezza: vulnerabilità e minacce	Cos'è una vulnerabilità e una minaccia? Questo corso ha lo scopo di fornire una panoramica introduttiva sulle vulnerabilità e minacce informatiche. Sarà così possibile comprendere i rischi e le conseguenze relative alle vulnerabilità e minacce informatiche e apprendere le modalità di identificazione e prevenzione delle vulnerabilità e minacce informatiche.
Intelligenza artificiale: IA security	In questo corso verrà affrontato il tema della sicurezza nell'intelligenza artificiale che viene utilizzata per rilevare anomalie all'interno di tutti i dati raccolti ed esaminati. Molto utile in ambito di protezione dei dati delle aziende, soggetti ad attacchi di spionaggio industriale. Il corso offre una panoramica generali sui vantaggi e svantaggi dell'intelligenza artificiale nella sicurezza informatica
Best Practice: ISO 27001: certificazione sulla sicurezza	Il corso ISO 27001 fornisce un'introduzione completa allo standard internazionale e fornisce una guida per la gestione della sicurezza delle informazioni. Il percorso fornisce una panoramica dei principi, delle linee guida e dei metodi che sono stati progettati per aiutare le organizzazioni a migliorare le loro pratiche di sicurezza delle informazioni. Il corso fornisce anche una panoramica dei principali concetti, processi, procedure e controlli che devono essere considerati in un sistema di gestione della sicurezza delle informazioni. Alla fine del corso, gli studenti saranno in grado di identificare le questioni chiave che devono essere affrontate nell'implementazione di un sistema di controllo basato sullo standard ISO/IEC 27000.
Best Practice: i Framework nazionali	Cos'è il Framework Nazionale per la Cybersecurity? Come è strutturato e come viene misurata la maturità aziendale nella gestione del rischio cibernetico? Questi sono alcuni argomenti che saranno affrontati durante il corso. Verranno anche analizzate le sinergie tra Framework Nazionale per la Cybersecurity e GDPR

Figura 131 – Cyber Security

CORSI AD HOC

- Cloud

Introduzione al Cloud Computing

A causa dello sviluppo digitale affrontato negli ultimi anni, è aumentata notevolmente l'attenzione delle organizzazioni verso le piattaforme di Cloud Computing perché promettono notevoli risparmi sui costi di gestione delle infrastrutture, delle piattaforme tecnologiche e delle licenze software.



OBIETTIVI DEL CORSO

- Diffondere la conoscenza del Cloud Computing
- Apprendere i principali modelli e processi introdotti dalla Digital Trasformation
- Diffondere una cultura di impresa improntata alla digitalizzazione
- Familiarizzare con i modelli di servizio possibili e i vantaggi nell'utilizzo del Cloud Computing

DESTINATARI E DURATA

DESTINATARI

Tutti i dipendenti dell'organizzazione

DURATA STIMATA

45 - 60 minuti

DESCRIZIONE IN BREVE

Lo sviluppo delle applicazioni e l'estensione delle piattaforme Cloud è semplificata da servizi ad hoc forniti dal provider. In letteratura esistono molte definizioni di Cloud Computing e tutte concordano sulla presenza di tre principali tipi di servizi: di Infrastruttura (IaaS), di Piattaforma (PaaS) e Applicazioni fruibili direttamente (SaaS). L'obiettivo è quindi apprendere le principali tematiche introdotte dall'utilizzo di piattaforme di Cloud Computing, familiarizzare con i termini tecnici e comprenderne gli elementi essenziali. Dopo aver compreso che cos'è il Cloud Computing e quali sono le caratteristiche principali, verranno esposti vantaggi offerti alle organizzazioni dal suo utilizzo. Vengono inoltre presentate e descritte nel dettaglio i tipi di piattaforma esistenti e quali standard utilizzare per l'implementazione di applicazioni in modalità Cloud.

Figura 132 - Introduzione al Cloud

I concetti base del Cloud Computing

Il Cloud è uno spazio di archiviazione personale, veloce e sicuro, che permette di caricare, organizzare e accedere in maniera semplice ai file. Conservare documenti ed archivi informatici significa adottare un processo di conservazione efficace ed efficiente, basato su un sistema che preveda non solo l'utilizzo dei dispositivi, ma anche che richieda un'organizzazione nei ruoli e nelle responsabilità.



OBIETTIVI DEL CORSO

- Elencare nel dettaglio le differenze tra i principali modelli di servizio: SaaS, PaaS, e IaaS.
- Descrivere e differenziare i principali modelli di distribuzione del Cloud: pubblico, privato, ibrido, community e multiCloud.
- Identificare i servizi emergenti e le tendenze evolutive.
- Definire una panoramica dei costi da considerare per l'implementazione di un sistema Cloud nell'organizzazione.

DESTINATARI E DURATA

DESTINATARI

Tutti i dipendenti dell'organizzazione

DURATA STIMATA

45 - 60 minuti

DESCRIZIONE IN BREVE

Familiarizzare con i termini tecnici e comprenderne gli elementi essenziali relativi ai modelli di servizio Cloud. Apprendere le principali caratteristiche e differenze dei modelli di implementazione Cloud più comuni. Una volta familiarizzato con le principali tematiche relative al Cloud Computing, l'obiettivo è comprendere gli elementi essenziali che caratterizzano le principali categorie di servizi offerti, i servizi emergenti e le tendenze evolutive e offrire una panoramica dei costi da considerare per l'implementazione di un sistema Cloud nell'organizzazione.

Figura 133 - Concetti base del cloud

Elementi e road map di una migrazione al Cloud

Quando l'organizzazione decide di adottare un nuovo paradigma come quello Cloud, nella fase iniziale di progettazione spesso si incontrano numerose difficoltà da superare. L'obiettivo primario è quello di fornire linee guida che permettano di avvicinarsi in maniera consapevole al Cloud e di pianificare efficacemente la migrazione dei propri servizi.



OBIETTIVI DEL CORSO

- Offrire un'analisi della strategia Cloud Italia e della classificazione dei dati della Pubblica Amministrazione
- Dare una panoramica della strategia Cloud-First, Cloud-Native e Cloud-Only
- Definire la metodologia e fornire una roadmap per la migrazione al Cloud
- Evidenziare le best practice e le caratteristiche degli applicativi da tenere sotto controllo nella migrazione

DESTINATARI E DURATA

DESTINATARI

Tutti i dipendenti dell'organizzazione

DURATA STIMATA

45 - 60 minuti

DESCRIZIONE IN BREVE

Il focus oggi si concentra sulla necessità della Pubblica Amministrazione di effettuare un'evoluzione in vista di una digitalizzazione dei servizi pubblici con l'obiettivo di sviluppare maggiore qualità, efficienza ed efficacia e di creare nuove opportunità di sviluppo per l'economia del Paese. In questo processo trasformativo, il ricorso al Cloud Computing diventa un elemento essenziale in ragione delle sue caratteristiche abilitanti per la semplificazione e ottimizzazione della gestione delle risorse IT, la riduzione dei costi e l'introduzione di nuove tecnologie digitali.

Queste necessità hanno portato alla definizione della "Strategia Cloud Italia", elaborata con l'obiettivo di fornire l'indirizzo strategico per l'implementazione e il controllo di soluzioni Cloud nella Pubblica Amministrazione. La migrazione al Cloud è un'azione che la Pubblica Amministrazione deve adottare al fine di fornire servizi digitali e infrastrutture tecnologiche sicure, efficienti ed affidabili, in linea con i principi di tutela della privacy, con le raccomandazioni delle istituzioni europee e nazionali, mantenendo le necessarie garanzie di autonomia strategica del Paese, di sicurezza e controllo nazionale sui dati.

Figura 134 - Elementi e road map di una migrazione al cloud

Strategie per pianificare una migrazione al Cloud



OBIETTIVI DEL CORSO

- Offrire una panoramica dei possibili approcci da adottare per effettuare una migrazione al Cloud
- Rendere consapevoli dei criteri da considerare per scegliere la strategia più funzionale al tipo di migrazione
- Comprendere quali siano le competenze necessarie da ricercare internamente o esternamente
- Offrire una panoramica dei criteri di validazione da applicare lungo tutto il percorso di migrazione

DESTINATARI E DURATA

DESTINATARI

Tutti i dipendenti dell'organizzazione

DURATA STIMATA

45 - 60 minuti

DESCRIZIONE IN BREVE

Per identificare, pianificare ed eseguire la migrazione dagli applicativi in uso, è necessario seguire un approccio articolato in più step che, per rendere la transizione ottimale, dovranno essere ripetuti in maniera iterativa e incrementale.

Viene offerta una panoramica sull'approccio da adottare per migrare al Cloud l'insieme degli applicativi e i rispettivi servizi che gestisce l'organizzazione.

Vengono trattati gli aspetti chiave da considerare nelle fasi di scelta del Cloud service provider e nell'affidamento al fornitore che supporterà l'organizzazione nel processo di migrazione.

Vengono inoltre presentate alcune strategie di migrazione e, per ciascuna, i rispettivi benefici, rischi e criteri di applicabilità.

Figura 135 - Strategie per pianificare una migrazione al Cloud

- Security Awareness & Cyber Security

Titolo modulo	Descrizione modulo	Argomento
Una vita poco segreta e molto pericolosa	Questo video introduttivo, presenta una panoramica su cos'è la sicurezza informatica anticipando i contenuti dei successivi episodi	Cosa è la security
Benvenuti nel nuovo mondo. Introduzione	Questo video offre una panoramica su una tecnica di phishing, una delle forme più comuni di frode informatica. Verrà esaminata la tecnica utilizzata dagli hacker per inviare un malware tramite un messaggio di posta elettronica. Questo video fornirà una chiara comprensione del phishing e dei suoi rischi, in modo che tu possa navigare online in modo sicuro.	Phishing
Bella e pericolosa. Truffa ad azienda attraverso figlio manager	Questo video illustrerà le tecniche di spear phishing, una forma di attacco informatico mirato ad eseguire attività dannose o fraudolente. Il video spiegherà come i criminali informatici possono utilizzare le informazioni personali dei destinatari per inviare e-mail di phishing mirate che sembrano provenire da una fonte attendibile. Il video fornirà anche informazioni su come gli utenti possono prevenire gli attacchi di spear phishing fornendo consigli su come riconoscere un'e-mail di phishing, come mantenere la sicurezza dei dati personali e come gestire i rischi associati alle e-mail sospette.	Spear phishing
Non inoltrare messaggi degli sconosciuti. Il pericolo di quando viene inoltrata una email di phishing	Il presente video illustra cos'è un Malware e come viene utilizzato dai criminali informatici per violare e crittografare la rete aziendale di un'azienda. Vedrai quali sono le misure che gli utenti possono prendere per proteggersi da questo pericolo reale.	Malware

Titolo modulo	Descrizione modulo	Argomento
Pagamento giusto beneficiario sbagliato. Reindirizzamento bonifico	Questo video spiega come un truffatore può frodare un bonifico bancario. Dimostrerà come una parte può modificare l'indirizzo del destinatario e i dettagli del conto bancario per indirizzare un bonifico a un conto bancario diverso da quello inizialmente programmato. Il video analizzerà quali misure si possono prendere per prevenire una frode di indirizzamento di un bonifico bancario, come l'autenticazione a due fattori e l'implementazione di sistemi di sicurezza robusti.	Fraud
Galeotto fu il selfie e chi lo scattò. Errore umano e trattamento illecito dati	Questo video fornisce una panoramica sui vari aspetti della data protection. Si occupa di spiegare come i dati personali devono essere protetti e trattati in modo responsabile e come possono essere utilizzati per scopi leciti. Il video discute anche le misure da prendere per garantire la privacy e la sicurezza dei dati. Mostra anche come le nuove normative sulla privacy influiscono sull'uso e sulla conservazione dei dati.	Data protection
Una casa trasparente. Utilizzo di estranei di wireless domestica	Questo video tratterà le basi della sicurezza dei dispositivi Bluetooth e WiFi, dando informazioni su come assicurarsi che la connessione sia sicura. Seguendo semplici misure di sicurezza, saremo in grado di proteggere la nostra connessione e i nostri dispositivi.	Bluetooth & wifi
Quelle wireless tanto comode... Il furto di identità attraverso la finta wireless	In questo video vedremo come proteggerci e navigare in modo sicuro su reti wifi pubbliche. Mostreremo come individuare connessioni non sicure, quali regole seguire per impedire ai hacker di rubare i dati e come assicurare la privacy durante la navigazione. Saremo in grado di capire come identificare e bloccare le minacce alla sicurezza e come proteggere la connessione wifi dalle intrusioni.	Bluetooth & wifi

Titolo modulo	Descrizione modulo	Argomento
Il nemico dell'ufficio accanto. Furto informazioni aziendali a causa di un dipendente imprudente.	Questo video illustrerà le basi fondamentali per la gestione delle password sicure. Impareremo come riconoscere i rischi, gestire e conservare in modo sicuro le password ed evitare le truffe con le password. Impareremo perché cambiare le password frequentemente per assicurare la massima sicurezza. Questo video mostrerà come implementare queste misure di sicurezza in modo semplice e pratico.	Gestione delle password
Prezioso e pericoloso. Attacco Sim Swap è per svuotare un conto corrente	Questo video esplorerà le tecniche e le pratiche di Smishing e Vishing, due tipi di attacchi informatici che possono essere utilizzati per rubare dati personali, come informazioni di conto corrente. Discuteremo di come i criminali possono utilizzare tecniche di phishing, SMS e chiamate vocali per indurre le persone a condividere informazioni. Inoltre, forniremo consigli su come evitare di diventare vittima di questi attacchi e come proteggere i propri dati personali.	Smishing & Vishing
Una vacanza troppo "cara". Social engineering nel mondo reale	Questo video presenta una panoramica del social engineering quando siamo in vacanza. Illustra come i truffatori possono sfruttare la disattenzione e la mancanza di conoscenza di alcune persone su come funzionano le truffe e le frodi. Mostra alcuni esempi di come questi truffatori possono manipolare le persone e rubare i loro dati. Verranno anche forniti consigli su come rimanere al sicuro durante le vacanze e come evitare di cadere in trappola.	Away from office
Vite in vendita. Il furto di identità	Questo video presenta una panoramica completa del furto d'identità, una delle minacce criminali più diffuse dei giorni nostri. Verrà fornito esempio di come le persone hanno subito un furto d'identità e di come possono affrontare le conseguenze. Infine, verranno discussi alcuni suggerimenti che possono essere utilizzati per monitorare l'attività online e le informazioni personali online, nonché per proteggere la propria identità.	Personal information

- Privacy Awareness:

Titolo	Area tematica	Abstract	Durata
I dati personali: libertà e potere	Privacy	E' illustrato come il Regolamento Europeo sulla protezione dei dati personali 679/2016 (GDPR) fornisce agli interessati tutti gli strumenti per avere il controllo dei propri dati personali attraverso l'esercizio di specifici diritti	15 min
La valutazione di impatto e la tutela dell'interessato	Privacy	E' illustrato come il Regolamento Europeo sulla protezione dei dati personali 679/2016 (GDPR) ha messo al centro il cittadino passando dal concetto della "protezione dei dati personali" ad un concetto più ampio, il diritto dell'interessato o del cittadino europeo, che "richiede" la protezione dei propri dati personali.	10 min
La protezione dei dati è un diritto di libertà	Privacy	E' presentata l'evoluzione del diritto alla protezione dei dati ed è evidenziata la centralità assunta dalle nostre scelte in questo contesto.	10 min
L'evoluzione storica del Diritto della Privacy	Privacy	E' illustrata l'evoluzione storica del diritto alla Privacy partendo dall'antica Grecia fino ad arrivare ai nostri giorni con il Regolamento Europeo sulla protezione dei dati personali 679/2016 (GDPR).	15 min
I profili di interesse penalistico del regolamento europeo e i nuovi tipi di reato previsti dal d.lgs. n. 101/2018 nel Codice Privacy	Privacy	E' illustrato come come nell'ecosistema digitale, in cui l'individuo è attivamente il centro dell'interscambio informativo, è necessario rivedere i paradigmi classici del bene giuridico della privacy.	10 min
Il lavoratore nell'era digitale: diritti e doveri	Privacy	E' illustrato come l'uso crescente delle nuove tecnologie nell'ambito lavorativo ha effetti sui rapporti di lavoro, infatti se da una parte sussiste il dovere del lavoratore di eseguire la prestazione lavorativa dall'altro lato si sono notevolmente ampliate le possibilità di controllo sul dipendente da parte del datore di lavoro	10min

- Video ispirazionali

Area Tematica	Titolo
Apprendimento 4.0	<ul style="list-style-type: none"> • Come sopravvivere alla Digital Transformation • Come favorire il "change management generazionale" • La diffusione della conoscenza • Mi diverto quindi imparo! • Gioco, emozione e apprendimento • Ti sfido ad imparare! • La routine creativa
Artificial Intelligence	<ul style="list-style-type: none"> • Empatia artificiale: comprendersi con i robots • Intelligenza artificiale • L'ecosistema Blockchain
Big Data	<ul style="list-style-type: none"> • L'uso dei big data nella gestione della finanza personale
Comunicazione e Networking	<ul style="list-style-type: none"> • Vendere di più influenzando la decisione del cliente • La comunicazione limbica: come orientare il linguaggio rispetto all'interlocutore • Se siamo entusiasti, entusiasmeremo anche il nostro cliente!! • Catturare l'attenzione del nostro interlocutore • La chiave per comprendere e superare le obiezioni
Coraggio e paura	<ul style="list-style-type: none"> • Rinascere • Realizzare i propri sogni senza paura • Il successo è un viaggio, non una destinazione • Un nuovo viaggio dell'eroe • Accettare l'insicurezza per superare i propri limiti • Non ce la farò mai. Eppure ce l'ho fatta • Cambiare per rimanere se stessi

Figura 136 - Video ispirazionali

Area Tematica	Titolo
Cyber Security	<ul style="list-style-type: none"> • Privacy e Big Data: il GDPR non è uno strumento adeguato • Reati informatici e tecniche di cyber investigation: la giustizia predittiva • La privacy come bene collettivo • Aerei, Treni, Navi ed Hacking • Auto intelligenti e Cybersecurity • Domotica e Smart City • Manager e Cyberspionaggio • Come clonare le Carte Contactless • Crisi Cyber: quali azioni per la prevenzione • Social Media E Databreach • Dove nasce il diritto alla privacy?
Design Thinking	<ul style="list-style-type: none"> • Ma sei sicuro di aver capito cosa sia il Design Thinking? • Design thinking: libero spazio a prospettive diverse e creatività • Design Thinking: un approccio creativo alla soluzione dei problemi • Coraggio, curiosità ed empatia sono la base del Design Thinking • L'innovazione richiede metodo e strategia • Pensare, Sperimentare, Agire.

Figura 137 - Video ispirazionali

Area Tematica	Titolo
Digital Mindset	<ul style="list-style-type: none"> • Agile è un mindset • Perché le organizzazioni falliscono la trasformazione agile • Agile fa rima con smart working • Arrivare a chiunque, con un clic. • Didattica digitale e gamification per progettare percorsi d'apprendimento • Umanesimo digitale • Ripensare l'organizzazione • Rinascimento esponenziale • Espandere i confini del proprio business attraverso il digitale • Il Narciso Militante • La Terra è Piatta • La User Experience funziona? SI! • Trovare buone idee nella direzione sbagliata • Il lato oscuro del digitale
Digital Organization	<ul style="list-style-type: none"> • Customer Centricity • Essere Digitali • Organizzazioni liquide, persone solide • Dallo smart working al working smart • Apprendimento 4.0 • Il passato insegna come fare Innovazione • Il business corre veloce • Esploratori digitali • Mind the Gap, Fill the Gap • Far crescere l'impresa con il Growth Hacking Marketing • Growth Hacking Marketing: come sviluppare una customer journey • Growth Hacking Marketing: come sviluppare un framework di contenuti • Growth Hacking Marketing e strategie digitali • Growth Hacking Marketing: l'analisi dei dati • Growth Hacking Marketing: l'importanza del Revenue • Growth Hacking Marketing e strategie social

Figura 138 - Video ispirazionali

Area Tematica	Titolo
Digital Trasformation	<ul style="list-style-type: none"> • Tecnologia e nuove competenze: così si vince la sfida della Digital Transformation • Il digitale crea valore • Il ruolo del Chief Digital Officer nell'organizzazione • Chi è il Digital Tailor? • La Trasformazione digitale non è solo Innovazione • Ma nel mio settore è diverso... • Le implicazioni della "cittadinanza digitale" • Le tre Rivoluzioni Digitali
Energia e motivazione personale	<ul style="list-style-type: none"> • Il programma della mia vita • Saper ricominciare: una competenza chiave nel XXI • L'imprevisto è dietro l'angolo • Il talento è sopravvalutato? • Cosa determina il nostro destino? • Qual è la tua scusa? • Le 5 "C" dell'obiettivo • Concentrazione e focus • Non è mai troppo tardi per cambiare • Motivazioni e obiettivi • Accettare l'imprevisto per trasformarlo in un'opportunità • Raggiungere l'eccellenza
Engagement e motivazione delle persone	<ul style="list-style-type: none"> • Group genius: l'intelligenza collettiva al servizio dell'organizzazione • Gamification: l'arte dell'imparare divertendosi • La self determination theory e l'importanza della motivazione • L'industria del game

Figura 139 - Video ispirazionali

Area Tematica	Titolo
Etica & Impresa	<ul style="list-style-type: none"> • L'importanza dei valori per l'impresa • Vivere i valori nell'impresa
Gestione degli stakeholders	<ul style="list-style-type: none"> • La complessità al servizio della semplicità
Gestione del cambiamento	<ul style="list-style-type: none"> • New Ageing: l'invecchiamento da diminuzione ad evoluzione • I punti di forza di Kung Fu Panda • È più rischioso cambiare o rimanere fermi? • L'urgenza del cambiamento • Pensa positivo • Io sono fatto così! • I tre elementi della personalità • Una buona idea puoi regalarla se la moneta di scambio è il successo • La centralità delle soft skills
Gestione dello stress	<ul style="list-style-type: none"> • Quando il capo è un micro manager • Mi preoccupa dunque sono • Fai un bel respiro...!! • Decidere di ...respirare! • Equilibrio e priorità • Riconoscere lo stress • I rimedi anti stress
High-performing teams	<ul style="list-style-type: none"> • Le caratteristiche di un team di successo

Figura 140 - Video ispirazionali

Area Tematica	Titolo Video
Human + machine : la workforce aumentata	<ul style="list-style-type: none"> • Human + Machine: di quali skills avremo bisogno? • La tecnologia e il futuro del lavoro • Il lato umano della tecnologia • Il mondo ibrido
Il leader coach	<ul style="list-style-type: none"> • Essere un buon leader • Il senso di responsabilità come leva di successo del team • Motivare è riuscire • I significati stanno nelle persone • Un leader diventa impopolare quando... • Gli Atteggiamenti di eccellenza
Il potere del networking	<ul style="list-style-type: none"> • Le donne sanno fare rete? • L'arte della relazione • Come creare relazioni di valore • Dedicare tempo al networking • Ogni incontro può trasformarsi in un'opportunità
Il processo decisionale	<ul style="list-style-type: none"> • Ambiguità: problema o risorsa? • Che cos'è l'intuizione? • Agile & DevOps • Nuovi modelli di leadership • La burocrazia è velocità

Figura 141 - Video ispirazionali

Area Tematica	Titolo Video
Innovazione	<ul style="list-style-type: none"> • Il driver inaspettato dell'Innovazione • La cultura dell'errore • IKEA e il tavolino LACK • Leadership e Innovazione: perché una non può fare a meno dell'altra • L'approccio Open Innovation +B164 come leva strategica per la creazione di valore • L'ossimoro dell'innovazione • La formula dell'innovazione • Dobbiamo innovare! Dobbiamo Cambiare! • Arte, creatività e Innovazione
Intelligenza emotiva	<ul style="list-style-type: none"> • Le emozioni di base sono 5 ed è facile riconoscerle • Empatia: la ricetta segreta nel business (e non solo) • Sentire e Ascoltare: l'empatia come chiave del successo • Puntare sempre al miglioramento personale • Chi gestisce le nostre emozioni?
Intelligenza sociale	<ul style="list-style-type: none"> • Empatia: una chiave per le interazioni umane • Sul balcone e nella danza • Leader si nasce o si diventa? • I troll della comunicazione in squadra • L'importanza di dare feedback • Chiedere feedback aiuta a migliorarsi

Figura 142 - Video ispirazionali

Area Tematica	Titolo
Lavorare in un contesto multiculturale	<ul style="list-style-type: none"> • Dalla torta al contesto: a cosa serve la comunicazione interculturale • Dal Louvre alla Thailandia: i molteplici significati di un sorriso • Capire le ragioni alla base di un comportamento è fondamentale per mantenere l'obiettività • Se Aristotele non legge Cartesio cortocircuiti di comunicazione interculturale • La pazienza è fondamentale quando si lavora con Russia • Mio cognato il vichingo: culture egalitarie e gerarchiche. • La cultura incide sullo stile di leadership?
L'organizzazione nel mondo VUCA	<ul style="list-style-type: none"> • Nuovi modelli organizzativi • Le organizzazioni hanno bisogno di silos • Innovazione fa rima con semplificazione
Millenials e Gen Z: istruzioni per l'uso	<ul style="list-style-type: none"> • Dai Baby Boomers ai Millenials e Gen Z: bisogni, attese, valori • Millenials@work: aspettative e realtà all'interno delle organizzazioni • Millenials: i miti da sfatare • Lo S.T.I.L.E dei Millenials • I Post Millenials: la Gen Z ovvero i Centennials
Negoziazione	<ul style="list-style-type: none"> • Nemawashi la gazza ladra vola in Giappone
Nuovi modelli di Leadership	<ul style="list-style-type: none"> • Esiste una leadership al femminile? • Sei un leader inclusivo? • Il cuore dell'organizzazione sono le persone • Cerchiamo Leadership, non Leaders!! • Leadership e filosofia • La leadership va oltre l'identità di genere

Figura 143 - Video ispirazionali

Area Tematica	Titolo
Onboarding del manager	<ul style="list-style-type: none"> • Come fallire il lancio di una nuova strategia e sopravvivere • Leader...in azione • La correlazione tra felicità e produttività
Orientamento al servizio	<ul style="list-style-type: none"> • L'importanza della misurazione
Pensiero sistemico	<ul style="list-style-type: none"> • Le risorse della metafora per il project management • L'impatto di un investimento in formazione imprenditoriale • Comprendere la complessità del mondo • Steve Jobs e la capacità di unire i puntini
Personal Branding	<ul style="list-style-type: none"> • Non hai mai una seconda occasione per fare una buona prima impressione. • Online siamo noi stessi • Fai di te stesso un brand
Resilienza	<ul style="list-style-type: none"> • Essere resilienti, essere se stessi! • Dalla resilienza all'antifragilità • Non mollare mai... • L'importanza degli stress test nella scelta delle persone • Dipende tutto da noi • Ristrutturazione cognitiva • Resilienza: è tutta una questione di testa • Allenarsi alla resilienza

Figura 144 - Video ispirazionali

Area Tematica	Titolo
Responsabilità sociale dell'impresa	<ul style="list-style-type: none"> • Driven by Purpose: dall'impresa di profitto all'impresa sociale • Può la filosofia prendersi cura dell'impresa?
Social Influence	<ul style="list-style-type: none"> • Chi sono i "veri" guru?
Social Media & Communication	<ul style="list-style-type: none"> • Comunicazione: un'arte semplice • I social media siamo noi! • In viaggio con Facebook
Social trends	<ul style="list-style-type: none"> • Grandi chef, protagonisti del presente • Dimmi cosa mangi e ti dirò chi sei • Il mondo dell'editoria tra cartaceo e web
Sostenibilità	<ul style="list-style-type: none"> • Parità di genere e sostenibilità del pianeta • Investire in imprenditoria femminile • Leadership al femminile: appunti dal mondo del Venture Capital • Activism
Spirito creativo	<ul style="list-style-type: none"> • L'arte di bilanciare ignoranza e conoscenza • Creatività fa rima con produttività • Siamo tutti creativi • La società liquida rivoluziona anche i nostri desideri • Il principio di Serendipità • Inquietudine Generativa • L'imprenditorialità si impara (e si insegna) a scuola • Cosa si può e cosa ha senso fare

Figura 145 -Video ispirazionali

Area Tematica	Titolo
Spirito di iniziativa & sfida allo status quo	<ul style="list-style-type: none"> • Pazienti Innovatori • Contaminazioni Positive • Uscire dalla zona di comfort
Sviluppo delle persone	<ul style="list-style-type: none"> • Cosa motiva le persone? • Leaders o managers? • La fortuna di incontrare un buon capo non va sprecata • Persone di talento o talento delle persone? • La cultura del coaching in azienda
Un nuovo "workscape"	<ul style="list-style-type: none"> • La fine del management • Cos'è Agile veramente? • No Business Agility, no Digital Transformation! • Why Agile is eating the world • Agile e Innovazione • Il lavoro nel futuro • Dallo smart working allo smart work life
Valore alla differenza	<ul style="list-style-type: none"> • Il talento delle donne • Diversity & Inclusion al di là degli slogan • Parità di genere: viva l'uguaglianza ma valorizzando le differenze • Il NOI potenzia l'IO? • Valorizzare la diversità per realizzare una vera integrazione culturale
Visioning	<ul style="list-style-type: none"> • Vedere ciò che ancora non esiste • Il caso e l'incertezza sono parte del successo...e vanno previsti

Figura 146 -Video ispirazionali

3.4.1.5 Elenco corsi rilasciati (applicativi)

Per la parte applicativa del SIM verranno erogati corsi di diversi livelli riguardanti le seguenti tematiche:

- Geo data processing;
- Geo data viewer;
- Machine Learning & Deep Learning;
- GDPR e DPIA.

I corsi sono rivolti a tutti gli utenti, più o meno esperti, che utilizzeranno la piattaforma SIM.

Nelle seguenti schede per ciascun corso viene esposta una breve descrizione dello stesso, gli

Core designer: fondamenti di geo data processing		
Descrizione		
<p>Lo strumento messo a disposizione degli utenti del SIM è una piattaforma collaborativa e condivisa grazie alla quale è possibile permettere a tutti di prendere visione dei dati e delle loro analisi, di gestirli, osservarli e su essi basare le proprie decisioni. All'interno della piattaforma è possibile impostare in modo semplice e intuitivo i flussi per la preparazione e pulizia dei dati, il tutto in modalità zero code grazie alla semplice e intuitiva interfaccia grafica, utilizzabile anche da figure con un background non strettamente tecnico analitico. Il corso base di core designer ha come obiettivo quello di far comprendere i concetti fondamentali del geo data processing (progetto, flusso, set di dati...), i flussi di lavoro semplici all'interno dell'intelligence platform con gli strumenti visivi e le migliori pratiche attraverso la progettazione di un workflow.</p>		
Obiettivi del corso	Destinatari e durata	
Comprensione dei concetti fondamentali del geo data processing (progetto, flusso, set di dati...)	Tutti gli utenti che utilizzano la piattaforma di geo data processing	300 minuti (5h)
Comprensione dei flussi di lavoro semplici all'interno dell'intelligence platform con gli strumenti visivi		
Condivisione dei propri risultati tramite grafici e dashboard		
Comprensione delle migliori pratiche attraverso la progettazione di un workflow, senza la parte ML		
Certificazione Core Designer		

obiettivi previsti, i destinatari d'uso e la durata stimata.

Advanced Designer: strumenti visivi e pipelines		
Descrizione		
<p>L'utente del SIM avrà la possibilità di affinare le sue abilità e diventare un esperto degli strumenti visivi per la creazione di modelli di machine learning e di pipeline di dati.</p>		
Obiettivi del corso	Destinatari e durata	
Creazione, valutazione e ottimizzazione dei modelli ML	Utenti che dovranno fare un uso più avanzato della piattaforma di geo data processing	600 minuti (10h)
Distribuzione e applicazione del modello		
Comprensione e spiegazione del modello creato tramite gli strumenti di Responsible AI		
Analisi dei dati con lo strumento Statistiche interattive		
Creazione di pipeline di dati avanzate		
Ottimizzazione del flusso con variabili e modalità di compilazione		
Automatizzazione delle pipeline di dati con scenari e implementazione di regole con metriche e controlli		
Certificazioni ML Practitioner & Advanced Designer		

Machine Learning & Deep Learning
Descrizione

L'obiettivo di questo corso è approfondire lo strumento del Machine Learning e Deep Learning all'interno del data platform per permettere un'elaborazione più sofisticata del dato attraverso modelli complessi.

Obiettivi del corso	Destinatari e durata	
Padroneggiare il machine learning con Python	Utenti esperti del SIM (programmatore, sviluppatori e data scientist) che trattano una grande mole di dati nei settori di machine learning e deep learning	11h50min
Imparare il funzionamento dei modelli di machine learning più diffusi		
Conoscere la differenza tra modelli supervisionati e non supervisionati		
Eseguire predizioni e classificazioni partendo dai dati		
Eseguire l'analisi di un dataset per estrapolare informazioni utili		
Utilizzare il machine learning su problemi reali		
Scegliere e ottimizzare un modello di machine learning		
Eseguire clustering per raggruppare automaticamente dati simili		

Developer: integrazioni di codice oltre gli strumenti visivi

Descrizione

Data engineer e data scientist saranno in grado di cooperare per creare flussi di analisi e rendere disponibile la documentazione. Gli utenti avranno inoltre la possibilità non solo di condividere i propri progressi e rimanere informati sullo stato di avanzamento dei progetti, ma anche di sviluppare in un unico ambiente un progetto completo che tenga in considerazione l'esperienza e le competenze di tutti i diversi ruoli aziendali.

Obiettivi del corso	Destinatari e durata	
Incorporare il codice nei progetti	Utenti esperti che utilizzano la piattaforma di geo data processing	600 minuti (10h)
Gestire il codice tra progetti e istanze		
Creare plug-in per i colleghi che non codificano		
Certificazione Developer		

GeoViewer base

Descrizione

Attraverso questo corso verranno acquisite le conoscenze basilari necessarie per affrontare con successo i dati geospaziali. Sarà possibile acquisire abilità nella manipolazione dei dati vettoriali e nell'arte di modificarli o crearne di nuovi. Si comprenderà come effettuare la georeferenziazione sia dei dati vettoriali che raster. Alla fine del corso l'utente sarà in grado di utilizzare le funzioni base della visualizzazione cartografica.

Obiettivi del corso	Destinatari e durata	
Capire cosa è un GeoViewer	<ul style="list-style-type: none"> • Professionisti • Impiegati della Pubblica Amministrazione 	360min (6 h)
Comprendere la differenza tra i vari formati di dati		
Creare poligono, linee punti nel rispetto delle regole topologiche		

Comprendere la differenza tra i diversi sistemi di proiezione	<ul style="list-style-type: none"> • Studenti di discipline tecniche e non • Personale addetto alla gestione dei dati cartografici 	
---	--	--

GeoViewer: competenze tecniche e cartografiche

Descrizione

L'obiettivo di questo percorso di formazione è offrire ai partecipanti una serie di conoscenze teoriche e una cultura tecnica e specialistica relative ai Sistemi Informativi Geografici (ad es. pianificazione, progettazione, sviluppo paesaggistico, territoriale e urbanistico), oltre a fornire l'apprendimento di diversi software applicativi.

Obiettivi del corso

Destinatari e durata

Acquisire le informazioni utili nell'uso del software per la mappatura e la visualizzazione delle relazioni tra geografia e dati

Acquisire la capacità di creare un elaborato cartografico

Utilizzare dati da georiferire direttamente sul territorio, utilizzando una base cartografica ridotta e personalizzata

Portare a conoscenza l'utilizzo e la consultazione delle tematiche sulla piattaforma del SIM

Utilizzare un sistema di informazione Geografica Open Source, che permetta di far confluire dati (vettoriali e raster) provenienti da diverse fonti in un unico progetto di analisi territoriale

Gestire immagini satellitari, foto aeree, dati da droni UAV, modelli altimetrici, ecc., per poi essere analizzati e trasformati in informazione geospaziale accurata

L'attività formativa è rivolta a tutti coloro che, per necessità e/o per lavoro, hanno bisogno di fruire e utilizzare i dati cartografici

20 h

GDPR – General Data Protection Regulation

Descrizione

Per la natura specifica dei dati gestiti all'interno del SIM e considerata lo scambio continuo di dati tra numerosi enti, l'obiettivo del corso sul Regolamento Generale sulla Protezione dei Dati è spiegare in modo chiaro e organizzato come tale regolamento impatta la gestione della protezione dei dati nel SIM.

Il GDPR stabilisce "cosa" deve essere fatto per garantire la protezione dei dati, mentre la sicurezza informatica si concentra su "come" mettere in pratica queste misure. Questo corso fornisce le conoscenze necessarie a tutti coloro che devono gestire dati personali. Evitare errori, superficialità o, peggio ancora, abusi, è fondamentale per proteggere le attività degli enti.

Obiettivi del corso

Destinatari e durata

Acquisire maggiore consapevolezza di cosa sta accadendo in Europa in materia di Privacy

Questo corso è indirizzato a tutti

120 minuti (2h)

Acquisire le nozioni necessarie per operare in sicurezza secondo quanto richiesto dal GDPR per il trattamento dei dati	gli enti che devono trattare in modo consapevole e corretto i dati personali	
Individuare caratteristiche ed elementi essenziali del GDPR		
Migliorare la comprensione del GDPR e sue applicazioni e trasgressioni		
Conoscere i requisiti, le regole da seguire e le sanzioni previste		
Essere in grado di effettuare un accurato Data Protection Impact Assessment (DPIA)		

3.5 Collaudo delle componenti

Il collaudo è un processo essenziale per verificare la funzionalità, l'affidabilità, la sicurezza e le prestazioni delle componenti del SIM. Questo tipo di collaudo si concentra sulla verifica approfondita di ogni aspetto della componente del SIM rilasciata, comprese le sue funzionalità, l'usabilità e la capacità di rispondere alle esigenze degli utenti.

A seconda della tipologia di test necessario saranno utilizzati ambienti opportunamente configurati. Ove possibile il collaudo funzionale, integrato e di regressione sarà eseguito con il supporto dei test automatici. Il collaudo verrà svolto in un ambiente dedicato.