

Bando per progetti di Ricerca Industriale e Sviluppo Sperimentale nei domini dell'Intelligenza Artificiale e della Robotica

EMC4Ports

Relazione finale

Codice progetto: raise_2023_029_EMC4Ports. CUP J53D23020150005

Nome esteso del progetto: Environmental Monitoring Centre for Ports

Capofila: Relatech SpA

Partner: SITEM srl, PM10 srl, DragFlow Sud srl, Istituto Internazionale delle Comunicazioni

Costi ammessi totali: 493.285,00 €

Finanziamento totale concesso: 347.801,68 €

Panoramica generale del progetto

Il progetto **EMC4Ports ("Environmental Monitoring Center for Ports")** realizza un ecosistema tecnologico a basso impatto ambientale per il monitoraggio di acqua e aria nelle aree antistanti e interne alle infrastrutture portuali, al fine di rilevare criticità, fornire allerte e supportare la gestione di emergenze e la mitigazione dei danni ambientali nel breve/medio periodo.

Il sistema integra sensoristica IoT, connettività LoRaWAN e data analytics. L'architettura include un battello modulare dotato di sensori per parametri acqua/aria, un'installazione a terra per la rilevazione di parametri aria, una rete wireless per la trasmissione dati e una stazione di terra con software di analisi e simulazione. Il sistema offre funzionalità predittive, rilevamento anomalie, dashboard e modelli per la dispersione degli inquinanti. Il progetto coinvolge un consorzio di cinque aziende specializzate in tecnologie digitali avanzate e progettazione di sistemi integrati e interoperabili.

Il partenariato, molto ben bilanciato per complementarietà e multidisciplinarietà, è costituito da 5 aziende di comprovata esperienza nel contesto specifico, sia applicativo sia tecnologico, dello Spoke 4. In particolare: i) esperti con una visione d'insieme delle caratteristiche degli ecosistemi acquatici e marini per mettere a sistema la capacità di comprendere gli effetti delle componenti naturali e antropiche e la relazione socio economica rispetto alle attività umane (biologi, fisici, tecnici): *IIC, DRAG, PM*; ii) ingegneri specializzati in tecnologie digitali e in sistemi di monitoraggio di ultima generazione per il monitoraggio in mare (IoT, AI, modellazione e simulazione, reti di comunicazione), la comprensione dei limiti tecnici delle tecnologie attualmente in utilizzo e la progettazione di modalità e sistemi innovativi per la soluzione dei problemi: *Relatech, SITEM, PM*. Le sinergie che tra le aziende coinvolte hanno consentito di usufruire di conoscenze tecnico scientifiche specifiche necessarie per lo svolgimento di alcune particolari attività che rappresentano dei passaggi cruciali per una positiva realizzazione dell'iniziativa progettuale.

Di seguito una descrizione delle aziende del partenariato e del loro ruolo specifico nel progetto EMC4Ports:

Relatech SpA, capofila del progetto, è una società specializzata in soluzioni avanzate per la trasformazione digitale delle imprese, offre servizi in ambito Digital Customer Experience, Intelligenza Artificiale, Big Data, Blockchain, IoT, Cybersecurity e Industria 4.0. Relatech SpA ha iniziato il progetto come Gruppo SIGLA S.r.l., azienda genovese ad elevata specializzazione ed esperienza in ambito ICT, confluita a seguito di fusione per incorporazione in Relatech S.p.A.. Il ruolo di Relatech SpA nel progetto, oltre alla coordinazione tecnica ed amministrativa in quanto azienda capofila, includeva la WP Leadership delle linee di attività **WP1** "Analisi preliminare del contesto e definizione degli scenari" e **WP5** "Management e valorizzazione dei risultati" oltre che la partecipazione alle linee di attività **WP2** "Progettazione dell'ecosistema tecnologico", e definizione architettura di integrazione, **WP3** "EMC4Ports - Sviluppo ed integrazione", e **WP4** "Dimostrazione e validazione", in particolare per le attività di analisi, progettazione e dimostrazione del Data Analytics

Engine e Decision Support System per l'analisi delle condizioni di stress ambientali (acqua e aria) e l'individuazione di correlazioni fra i dati provenienti dalle diverse fonti sensoristiche-

Sitem S.r.l. è una micro-impresa con 9 addetti fondata a Genova nel 1999, che vanta solida esperienza nel campo del Test & Measurement ossia nello sviluppo e integrazione sistemi di acquisizione ed elaborazione dati, sistemi di misura, monitoraggio (anche remoto) per applicazioni di monitoraggio ambientale e di processo. Tra i principali mercati di riferimento vi sono il settore energetico, navale, ferroviario, automobilistico fornendo soluzioni custom a medie e grandi aziende operanti sia sul mercato nazionale che internazionale. All'interno del progetto EMC4Port, Sitem ha messo in campo le sue competenze nell'acquisizione dati e nell'integrazione tra i sistemi coinvolti. In particolare il contributo di Sitem al progetto è stato nella definizione, sviluppo e integrazione dell'infrastruttura IoT per la raccolta dati e l'integrazione sul sistema di analisi dati. In particolare **WP2** "Progettazione dell'ecosistema tecnologico e definizione architettura di integrazione", avendo in carico i task T2.1 "Analisi dei requisiti dell'architettura IoT" e contribuendo al T2.4 "Architettura di integrazione"; **WP3** "Sviluppo ed integrazione", come leader del WP, sviluppando il task 3.1 "Ottimizzazione e deploy di EMC4Ports" e contribuito al task 3.2 "System integration e factory tests"; e **WP4** "Dimostrazione e validazione" lavorando al task 4.2 "Sperimentazione/Dimostrazione, Validazione".

PM_TEN (Physical Methods and Technologies for Environmental Needs) è una PMI innovativa, nata come spin-off delle attività di ricerca in campo ambientale condotte in più di venti anni nel Dipartimento di Fisica dell'Università di Genova. L'azienda si muove sul mercato da alcuni anni, operativamente a partire dall'inizio dell'anno 2013, ma i suoi membri possono vantare una esperienza nel settore anche più lunga e significativa. L'impresa si rivolge innanzitutto ad Enti pubblici che hanno, a vario livello, responsabilità nella tutela ambientale e sono deputati, attraverso i loro organi tecnici, al controllo della qualità ambientale, e a soggetti privati, in particolare aziende di servizi e di impiantistica che richiedono, per la loro attività, studi di impatto ambientale e/o di valutazione di parametri meteorologici, piccole e medie imprese attive nella produzione e caratterizzazione dei materiali. Il ruolo di PM_TEN nell'ambito di progetto è stato relativo alla gestione e messa in opera dei sistemi di acquisizione di dati ambientali del comparto aria e allo sviluppo e implementazione dei modelli di propagazione degli inquinanti in atmosfera e in acqua. Nello specifico PM_TEN ha avuto i seguenti ruoli: Coordinamento WP2, Responsabilità sviluppo T1.2 e T2.2, e partecipazione attiva al **WP1, WP3, WP4 e WP5**

Dragflow Sud S.r.l. è un'azienda con sede a Reggio Calabria che si è rapidamente affermata nel settore dei sistemi per dragaggio e ripascimento. L'azienda è specializzata in soluzioni robuste e versatili nonché servizi innovativi e sostenibili per la manutenzione di porti commerciali e turistici, ripascimento delle spiagge, manutenzione di dighe e bacini artificiali e operazioni di scarico delle chiatte. Dragflow Sud srl è, inoltre, impegnata nel campo della tutela dell'ambiente e ha sviluppato

Bando per progetti di Ricerca Industriale e Sviluppo Sperimentale nei domini dell'Intelligenza Artificiale e della Robotica -
relazione finale di progetto - pagina 3 di 43

un battello altamente innovativo per la raccolta di plastica in mare, unitamente alla rimozione di idrocarburi dalla superficie marina. Tale sistema è stato oggetto di studio iniziale nell'ambito del progetto "Battelli innovativi per la raccolta di plastica in mare", realizzato in collaborazione con l'Università Mediterranea di Reggio Calabria e finanziato dalla regione Calabria mediante il Programma Operativo Regione Calabria Fesr-Fse 2014-2020 - Azione 1.1.5 "Sostegno all'avanzamento tecnologico delle imprese attraverso il finanziamento di linee pilota e azioni di validazione precoce di prodotti e di dimostrazione su larga scala", percorso INGEGNO. Nell'ambito di EMC4Ports l'azienda ha messo a disposizione le proprie competenze e il know-how acquisito per equipaggiare il battello con la sensoristica individuata perchè fosse utilizzato come piattaforma mobile di acquisizione dati in ambito portuale, utilizzato con finalità di controllo e monitoraggio. Dragflow Sud srl ha avuto i seguenti ruoli: nell'ambito del **WP1**, leader del task 1.3 "Definizione KPI per test e validazione", nell'ambito del **WP2**, leader del task 2.4 "Architettura di integrazione"; nell'ambito del **WP3** ha contribuito al task 3.1 "Ottimizzazione e deploy di EMC4Ports"; nell'ambito del **WP4**, coordinamento del WP e leader del task 4.1 "Installazioni ed attrezzaggio dei siti pilota"; e infine nell'ambito del **WP5** ha contribuito all'elaborazione del materiale di presentazione del progetto e disseminazione, nonché all'organizzazione degli incontri con gli stakeholders.

L'Istituto Internazionale delle Comunicazioni (IIC), attivo dal 28 dicembre 1962 e fondato su iniziativa del Comune di Genova, è un'associazione senza scopo di lucro costituita tra istituzioni locali, enti di ricerca, imprese del territorio e persone fisiche. Nel corso del tempo IIC ha realizzato manifestazioni congressuali, seminari, incontri di studio, pubblicazioni, attività studio, ricerca e disseminazione sotto il duplice profilo tecnico ed economico, in risposta alle esigenze dei propri Soci. L'attività di IIC, oltre agli studi e ricerche di settore, alla realizzazione di analisi di mercato, economiche e territoriali, si caratterizza anche per la partecipazione a progetti nel settore dei trasporti, delle infrastrutture, della logistica e delle tecnologie finanziati dalla Comunità Europea e da istituzioni nazionali e regionali.

Nell'ambito di EMC4Ports, IIC ha messo a disposizione la propria esperienza e network di conoscenze per l'accesso e la relazione con aziende ed enti del territorio genovese finalizzati alle attività di interviste e incontri con stakeholders, studi e valutazioni mirati ai test di progetto in ambito portuale genovese e relativa validazione da parte degli enti competenti.

Risultati raggiunti

Per raggiungere i suoi scopi, il progetto ha perseguito due obiettivi specifici. Il primo obiettivo consisteva nell'analisi e nello sviluppo dell'ecosistema tecnologico, che comprende diverse componenti:

- *una Infrastruttura IoT* integrata con lo standard LoRaWAN per l'acquisizione dei dati provenienti dai sensori posti a bordo dell'imbarcazione per monitorare i parametri ambientali nelle aree portuali.
- *un'Infrastruttura mobile* costituita da un battello di natura modulare configurato in modo da diventare, a seconda delle esigenze, una stazione mobile per campagne di raccolta dei dati ambientali, ma anche utilizzabile per piccoli interventi all'interno di aree protette quali bacini portuali;
- *un Sistema di Supporto alle Decisioni* in grado di fornire agli operatori portuali informazioni e raccomandazioni in tempo reale su fenomeni critici per la valutazione dell'impatto ambientale,, fornire previsioni nel breve/medio termine e supportare nella scelta di decisioni informate. Questo sistema di supporto alle decisioni comprende un modulo di previsione della propagazione degli inquinanti in aria e acqua ed un Data Analytics Engine per l'analisi delle condizioni di stress ambientali e l'individuazione di correlazioni fra i dati.

Il secondo obiettivo del progetto EMC4Ports consiste nella validazione e dimostrazione dell'ecosistema in un ambiente operativo industrialmente rilevante tramite una campagna di raccolta dati in ambiente portuale.

Di seguito una descrizione più in dettaglio dei singoli risultati tecnico-scientifici:

Infrastruttura mobile

L'infrastruttura mobile alla base dell'ecosistema tecnologico sviluppato nell'ambito del progetto EMC4Ports, descritta in dettaglio nel D1.1 "EMC4Ports: progetto dell'architettura e specifiche tecniche per lo sviluppo del prototipo", è costituita da un battello modulare nato per la raccolta di plastica e assorbimento di idrocarburi. Nell'ambito di EMC4Ports, sfruttandone la modularità e la versatilità, il battello è stato opportunamente configurato per diventare una stazione mobile per campagne di raccolta dati ambientali (nel caso in esame alcuni parametri relativi alla qualità dell'aria e dell'acqua). Oltre ad ottimizzarne le caratteristiche di base, sono stati progettati e realizzati opportuni supporti per i sensori, in particolare: a) per la sonda multiparametrica, collocata tra gli scafi del battello, nello spazio, lasciato appositamente vacante, tra la vasca di raccolta dei rifiuti e la consolle, è stato impiegato un supporto in PVC di lunghezza pari a 3m per permettere alla sonda di raggiungere la profondità necessaria per il campionamento e contestualmente per proteggerla durante la navigazione, dotato di opportuno sistema di fissaggio al telaio e ai moduli galleggianti; b) per il sensore relativo alla qualità dell'aria è stato impiegato un supporto in alluminio fissato al telaio

del battello nella zona di prua in posizione tale da evitare potenziali turbolenze generate dal T-top della postazione di guida e di interferire con la visibilità dell'operatore; c) per il sensore relativo alla qualità dell'aria installato a terra in ambito portuale è stato impiegato un supporto in alluminio con predisposizione per fissaggio ad una recinzione esistente in prossimità del filo banchina, modificabile per eventuale installazione a terra con opportuna zavorra.

Sensoristica IoT e trasmissione dati

L'infrastruttura IoT implementata nell'ambito del progetto, consta di diversi elementi e sfrutta tecnologie diverse. Questo sistema è composto principalmente dei seguenti elementi:

- Sensori per il rilevamento dei parametri aria
- Sonda per l'acquisizione dei parametri delle acque
- Una infrastruttura server-gateway LoRaWAN

I sensori per l'acquisizione dei dati aria sono due sensori BlueSky Air Quality Monitor, forniti con alimentazione a batteria e pannello fotovoltaico. I sensori predisposti sia nella postazione di terra che in quella in mare, comunicano attraverso rete dati mobile LTE, il backend del produttore tramite il quale è possibile gestire i sensori, visualizzarne i dati raccolti. Tale infrastruttura backend mette a disposizione un set di API REST che permettono l'interrogazione da un agente terzo per la raccolta e successiva elaborazione dei dati acquisiti.

La sonda multiparametrica SMx-485 per la raccolta dei dati acqua, permette di raccogliere fino a 7 diversi parametri: livello idrometrico, temperatura, conducibilità, ossigeno disciolto, ise, torbidità e pH. La sonda opportunamente connessa ad un trasmettitore LoRaWAN in grado di convertire il segnale restituito dalla sonda attraverso il protocollo modbus, comunica ad una frequenza di un dato al minuto, i 7 parametri al server LoRaWAN installato su una macchina preposta. La comunicazione avviene attraverso un ricevitore gateway LoRa installato a terra in prossimità della banchina di ormeggio del battello. Il gateway dotato di una scheda sim per l'utilizzo della rete mobile, riceve i dati inviati dalla sonda e li trasmette tramite la rete WAN al server configurato nelle sue impostazioni.

Modelli di propagazione degli inquinanti

La catena modellistica previsionale per lo studio della propagazione degli inquinanti rilevati dai sensori posizionati su stazione fissa e da quelli installati sul battello ha riguardato sia la matrice aria che la matrice acqua. Per entrambi i flussi si è adottato un approccio lagrangiano, alimentato dagli stessi dati meteorologici generati da un unico preprocessore. Questo è basato sul codice WRF (Weather Research and Forecasting), con una catena inizializzata con dati del sistema operativo GFS e due livelli di nidificazione, garantendo una risoluzione adeguata alle esigenze del progetto: il dominio Europa, con risoluzione spaziale di 10 km e temporale oraria, e il dominio Italia, con

risoluzione spaziale di 3.3 km e temporale oraria. Sono state sviluppate le procedure di downscaling per calcolare i parametri di stabilità da fornire al modello di dispersione.

Il modello utilizzato per la simulazione della dispersione in aria è Sprayweb, basato su un approccio lagrangiano, rappresenta la nube come particelle virtuali seguite nello spazio e nel tempo in base alle condizioni meteorologiche locali. Questa metodologia consente di descrivere in modo accurato i processi di trasporto e turbolenza, superando i limiti di una rappresentazione puramente euleriana su griglia fissa. Il modello è stato configurato sull'area del Porto di Reggio Calabria, caratterizzata da condizioni meteo-climatiche peculiari e intensa attività antropica. Durante le attività di progetto, sono state verificate le funzionalità del modello sia in termini di affidabilità delle simulazioni sia di capacità di rispondere alle esigenze di analisi e monitoraggio degli inquinanti in ambiente portuale.

Per lo studio della propagazione in mare è stato invece utilizzato il modello GNOME (General NOAA Operational Modeling Environment), sviluppato dalla NOAA per la simulazione del trasporto e della dispersione di sostanze in ambiente marino. GNOME, anch'esso lagrangiano, rappresenta le sostanze come particelle virtuali influenzate da correnti, vento e turbolenza. Questo approccio consente di descrivere in modo realistico la dinamica degli inquinanti in acqua, tenendo conto dei processi fisici che ne influenzano la dispersione e la permanenza nell'ambiente. Il modello è stato implementato sull'area del Porto di Reggio Calabria per analizzare la dispersione di contaminanti liquidi o oleosi in scenari operativi ed emergenziali. Durante le attività del progetto, il modello è stato testato per scenari di breve durata, utili alla gestione immediata di eventi accidentali.

Dal punto di vista operativo, i modelli sono stati implementati sulle macchine di calcolo messe a disposizione da PM_TEN dove sono state sviluppate e installate le procedure in grado di adattare il formato di restituzione dei risultati delle simulazioni alle specifiche richieste dalla piattaforma di visualizzazione dell'ecosistema.

Data Analytics Engine

I dati raccolti dalla sensoristica, insieme alle elaborazioni dei modelli previsionali vengono raccolti ed inviati alla stazione di terra, dove viene fornito un sistema di supporto alle decisioni, il cui nucleo centrale è un Data Analytics Engine, un software

Il Data Analytics Engine è principalmente accessibile a due tipi di utenza:

- Primo un cosiddetto "utente finale" del sistema di supporto alle decisioni. Tale utente è esperto di dominio (ad esempio analisi di condizioni ambientali)
- Secondo, un "utente configuratore" con competenze in materia di data science e analisi dati, profilo di utente esperto programmazione software

Il ruolo dell'utente finale consiste nel fornire all'utente configuratore informazioni dettagliate riguardo al tipo di scenari che è interessato ad analizzare, al tipo di analisi e risultati attesi, mentre l'utente configuratore ha la responsabilità di predisporre le funzionalità di data science e di creare delle dashboard per l'utente finale per la visualizzazione dei risultati delle analisi effettuate sui dati

raccolti. Il Data Analytics Engine permette la configurazione di diverse fonti dati dalle quali il sistema estrae dati utili alle proprie elaborazioni ed analisi. In primo luogo dati provenienti dalla sensoristica installata sul battello e in ambiente portuale e i risultati delle elaborazioni dei modelli previsionali. Il sistema però è anche in grado di integrare eventuali dati provenienti da eventuali fonti esterne quali possono essere API pubbliche o database messi a disposizione dall'utente specifico del sistema.

Una volta che i dati sono memorizzati nel data store di sistema, questi sono disponibili per l'elaborazione attraverso strumenti di data analytics. Il tipo di elaborazione ed analisi dei dati sarà guidato dalle necessità espresse dall'utente specifico, mentre l'implementazione sarà realizzata dall'utente esperto utilizzando gli strumenti specifici messi a disposizione: oltre a funzioni specifiche per l'accesso e l'elaborazione delle fonti dati emc4port, il sistema fornisce un'interfaccia basata su notebooks python tramite i quali è possibile utilizzare tutte le più comuni librerie python per data-science e machine learning. Infine, i risultati sono a loro volta memorizzati nel data store per la successiva visualizzazione tramite dashboards. Queste traducono informazioni complesse in formati facilmente comprensibili come grafici, tabelle e metriche chiave, senza necessità di competenze tecniche avanzate o conoscenze specifiche di data science o data analytics.

Il progetto EMC4Ports è partito da un TRL4, impiegando tecnologie, non integrate, progettate e testate in laboratorio o in ambiti applicativi non industrialmente rilevanti e con condizioni, specifiche del contesto del progetto, non riproducibili. Durante il progetto tali soluzioni sono state integrate e ottimizzate per rendere la piattaforma un hub per il monitoraggio dei parametri aria/acqua nelle aree costiere a ridosso dei porti rispondendo alle esigenze sempre più rilevanti di miglioramento in termini di efficienza operativa, sicurezza e sostenibilità dei porti.

Il prototipo sviluppato in EMC4Ports è stato testato e validato in ambiente industrialmente rilevante, in particolare all'interno dello specchio acqueo del Porto di Reggio Calabria, eseguendo test in un'area significativa per l'ottenimento di risultati di reale importanza operativa e rappresentativa delle possibili condizioni reali per una futura implementazione industriale, raggiungendo, pertanto, un livello di maturità tecnologica pari a TRL6.

Impatto del progetto

Le aziende del partenariato investono, da anni, nelle attività di Ricerca e Sviluppo, consapevoli delle forti potenzialità insite nell'industrializzazione dei prodotti sviluppati proprio attraverso il lavoro di ricerca. Per questo, EMC4Ports favorisce ulteriormente, grazie all'uso delle tecnologie validate, importanti sbocchi sia su mercati già presidiati (SIGLA/Relatech: monitoraggio ambientale, infrastrutture critiche; SITEM: monitoraggio distribuito; PM sistemi integrati sensori-modelli per il monitoraggio ambientale; IIC: studi analisi, promozione, comunicazione e disseminazione) sia su nuovi mercati attualmente non indirizzati aumentando la clientela potenziale (DRAG: monitoraggio ambientale con particolare riferimento a quello marino attraverso l'esplorazione delle potenzialità dell'IoT).

Impatto sociale ed ambientale

Il progetto EMC4Ports punta a contribuire alla tutela ambientale e alla valorizzazione delle aree costiere e portuali, supportando obiettivi di sostenibilità ambientale consentendo il monitoraggio continuo e capillare di parametri ambientali come salinità, pH, concentrazioni di inquinanti e livelli di rumore. Questo monitoraggio continuo, combinato con i modelli e le analisi del progetto, fornisce una comprensione più completa e globale dell'impatto dell'ecosistema, in particolare per quanto riguarda i cambiamenti climatici e le attività umane. I dati raccolti e la loro analisi facilitano l'identificazione di tendenze e anomalie, fornendo ai decisori le informazioni necessarie per interventi correttivi e di mitigazione tempestivi. L'impiego, inoltre, di un'infrastruttura mobile a propulsione elettrica e di pannelli fotovoltaici per la produzione dell'energia necessaria ai fabbisogni di bordo (ricarica batterie di alimentazione motore e alimentazione sensoristica) permette di abbattere completamente le emissioni di CO₂ e di minimizzare gli impatti causati da potenziali sversamenti accidentali di carburante durante la navigazione. Il progetto è in linea con il principio "Do No Significant Harm" (DNSH), mirando specificamente a proteggere le risorse marine, prevenire e ridurre l'inquinamento e ripristinare la biodiversità e la salute degli ecosistemi, con il 100% delle sue risorse dedicate alla transizione ecologica.

Impatto economico

Il progetto EMC4Ports è in grado di generare un impatto economico attraverso la potenziale commercializzazione delle soluzioni sviluppate e la valorizzazione della proprietà intellettuale esistente. L'ecosistema tecnologico sviluppato, che include sistemi di monitoraggio innovativi e capacità di analisi dati, è concepito come un pacchetto di prodotti e servizi potenzialmente commercializzabile che il partenariato potrà proporre per espandere e consolidare la propria presenza nel settore del monitoraggio ambientale. Per il battello modulare, elemento centrale del progetto, sono stati già avviati gli iter di certificazione e di brevettazione rappresentando un asset intellettuale tangibile. Tra le possibilità future vi sono potenziali accordi commerciali strategici per massimizzare la valorizzazione industriale dei risultati della ricerca, sfruttando le competenze complementari del partenariato. Si segnala come potenziale impatto economico anche la capacità

introdotta dall'ecosistema di riduzione dei costi di gestione e risposta alle emergenze. Grazie alla capacità predittiva e di analisi del sistema, le autorità portuali potranno infatti ottimizzare risorse e tempi di intervento.

Contributo agli obiettivi del PNRR

In generale, EMC4Ports apporta un contributo diretto agli obiettivi del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR), in particolare nell'ambito della Missione 4, focalizzata sulla transizione digitale ed ecologica. Il progetto promuove intrinsecamente la trasformazione digitale attraverso lo sviluppo di un hub tecnologico avanzato che integra Internet of Things (IoT), Intelligenza Artificiale (AI) e Data Analytics per il monitoraggio portuale. Ciò si allinea esplicitamente con la sfida dei "Porti intelligenti e sostenibili" dello Spoke 4 di RAISE.

Il progetto risponde a diverse sfide specifiche dello Spoke 4 tra cui la realizzazione di strumenti di AI e ML per la gestione di dati per le previsioni delle condizioni meteo-marine in prossimità di aree portuali, lo sviluppo di modelli di previsione della propagazione degli inquinanti, e lo sviluppo di un ecosistema di applicazioni compatibili con una rete LoRaWAN aperta per la gestione del traffico di dati IoT in area portuale:

- **SPOKE 4, SFIDA 2, SFIDA SPECIFICA 4 (S4.S2.SS4):** Realizzazione di strumenti di AI e ML per la gestione/validazione/utilizzo di dati geofisici per le previsioni delle condizioni meteo-marine in prossimità di aree portuali; la sfida consiste nel migliorare modelli previsionali meteo-marini esistenti in particolare per quanto riguarda l'integrazione/assimilazione dei dati acquisiti in prossimità delle zone portuali e nello sviluppare strumenti di AI e ML per previsioni a breve termine di fenomeni anche estremi a partire dai dati storici disponibili e utilizzando sorgenti eterogenee.
- **SPOKE 4, SFIDA 2, SFIDA SPECIFICA 5 (S4.S2.SS5):** Sviluppo di modelli di previsione della propagazione degli inquinanti nell'ambiente portuale.
- **SPOKE 4, SFIDA 2, SFIDA SPECIFICA 7 (S4.S2.SS7):** Progettazione e sviluppo di un ecosistema IT di applicazioni compatibili con una rete LoRaWAN open-scalable per la raccolta, la localizzazione e la gestione del traffico IoT multiutente e multidisciplinare nell'area portuale; tale ecosistema dovrà includere un server LoRaWAN nelle sue componenti software e hardware al fine di garantire accesso e memorizzazione dei dati acquisiti, di fornire una interfaccia di gestione della rete, di integrare algoritmi di data analytics.

Parallelamente, il focus sulla protezione delle risorse marine, la prevenzione e riduzione dell'inquinamento contribuisce direttamente agli obiettivi del Green Deal Europeo e agli investimenti PNRR per la tutela degli habitat marini.

Impatto scientifico e tecnologico

Il progetto rappresenta un avanzamento nello sviluppo e nell'applicazione di un approccio integrato sensori-modello, specificamente rivolto al monitoraggio delle matrici aria-acqua in ambito portuale. Questa innovazione consente di raccogliere dati ambientali di alta qualità, che non solo supportano

le attività di gestione e tutela degli ecosistemi, ma costituiscono anche una risorsa per la comunità scientifica e per future ricerche interdisciplinari. L'utilizzo di stazioni mobili equipaggiate con sensori di nuova generazione contribuisce inoltre alla validazione e al miglioramento continuo delle tecniche di monitoraggio ambientale.

Altri potenziali impatti

Oltre ai contributi menzionati, EMC4Ports ha la potenzialità di generare diversi impatti più ampi, favorendo ambienti portuali più resilienti e sicuri tramite il supporto decisionale per situazioni critiche come sversamenti accidentali o eventi di inquinamento, e contribuendo a migliorare la risposta alle emergenze e le attività di mitigazione. EMC4Ports funge da piattaforma per la ricerca e il trasferimento tecnologico verso diversi stakeholders potenzialmente interessati. Una maggiore trasparenza promossa dalla maggiore disponibilità di i dati ambientali, stimola un dialogo costruttivo con cittadini e associazioni ambientaliste, potenzialmente promuovendo la riqualificazione e alla valorizzazione delle aree portuali, rendendole più attrattive per investimenti sostenibili e migliorandone l'immagine.

Sul piano formativo, EMC4Ports promuove la creazione di competenze tecniche specialistiche rivolte a operatori portuali, autorità locali e professionisti della gestione ambientale. Il progetto favorisce la formazione di nuove figure professionali capaci di operare all'intersezione tra monitoraggio ambientale, modellistica numerica e gestione del rischio, rafforzando così la capacità di risposta e la resilienza delle comunità portuali. In questo modo, EMC4Ports non solo innova dal punto di vista tecnologico, ma contribuisce anche alla crescita del capitale umano, elemento fondamentale per garantire la sostenibilità e la diffusione delle soluzioni sviluppate nel lungo periodo.

Lessons learned

Uno degli aspetti fondamentali del progetto è stata la validazione in ambiente industrialmente rilevante. Per questo, è stata avviata subito l'interlocuzione con i siti pilota già individuati (Reggio Calabria e Genova), porti con caratteristiche e volumi di traffico diversi, rappresentativi di differenti esigenze applicative. Parallelamente è iniziato l'iter di iscrizione del battello nei registri necessari e l'autorizzazione alla navigazione nei porti indicati. Il processo di certificazione e di iscrizione nei RRNNMM, requisito per la messa a mare, previsto in 4–5 mesi, ha subito ritardi per un vuoto normativo sui requisiti di sicurezza, in particolare sugli estinguenti per batterie al litio/LiFePO₄. In attesa di emissione della circolare da parte dell'ente competente, ossia il Comando Generale delle Capitanerie di Porto attesa per novembre 2024 e vista l'urgenza dettata dalle attività dimostrative previste per gennaio 2025, è stata predisposta una richiesta di Deroga per Installazione Batterie al Litio, inviata al Comando Generale delle Capitanerie di Porto, il quale ha richiesto la sottomissione al RINA di relazioni tecniche inerenti possibili meccanismi di estinzione incendi da applicare al caso in esame, unitamente ad altri elaborati tecnici relativi all'impianto elettrico di bordo. Parallelamente alla redazione ed invio di tale documentazione, è stata approfondita la possibilità di poter operare con autorizzazione specifica in attesa di ottenere la certificazione. In virtù dell'iscrizione dell'imbarcazione nei registri navi in costruzione (RNC) della Capitaneria di Porto di Reggio Calabria è stata richiesta autorizzazione per effettuare delle prove di navigazione ai sensi dell'art.16 D.P.R. 8 Novembre 1991 n.435, concessa dall'Autorità Marittima per un periodo di 60 giorni, acquisito parere favorevole dell'ente tecnico di certificazione navale RINA. Ciò ha consentito di svolgere le attività programmate e raggiungere gli obiettivi, ripianificando durata e frequenza delle uscite in mare entro il periodo disponibile.

Nel contesto delle azioni intraprese dal progetto, emerge la consapevolezza delle competenze distintive che hanno animato il partenariato e le opportunità per future evoluzioni. Il progetto ha beneficiato di un consorzio diversificato di attori: Relatech con la sua esperienza in ICT, AI e data analytics, SITEM con la sua expertise in sistemi di acquisizione e trasmissione dati, PM_TEN specializzata in modellistica previsionale e algoritmi di machine learning, Dragflow Sud che ha fornito l'innovativo battello modulare e supporto logistico, e IIC per le analisi di contesto e la diffusione dei risultati. Queste competenze complementari sono state fondamentali per lo sviluppo dell'ecosistema tecnologico. Nonostante l'ampio spettro di competenze, un'osservazione costruttiva per sviluppi futuri riguarda l'assenza nel consorzio di un vero e proprio soggetto che funga da "utente finale", in grado di apportare una conoscenza di dominio specifica per un caso d'uso o un'area particolare. Il sistema EMC4Ports è stato concepito per essere una soluzione altamente generica e adattabile, non limitata a uno specifico scenario applicativo, ma configurabile per rispondere a diverse esigenze di monitoraggio ambientale in vari contesti portuali.

Le necessità e i requisiti della soluzione proposta sono stati approfonditi attraverso un dialogo proattivo con alcuni stakeholder, in particolare le Autorità di Sistema Portuali e le Capitanerie di Porto, e contatti intrattenuti con altri stakeholder, ma è emersa la consapevolezza che per le future implementazioni o evoluzioni del progetto, sarebbe opportuno considerare il coinvolgimento

diretto di un partner che rappresenti direttamente la figura dell'utente finale. Questo permetterebbe una collaborazione ancora più attiva e intensa, andando oltre gli input forniti dagli stakeholder durante gli incontri, che per quanto si siano rivelati utili e fondamentali nella fase attuale, rimangono comunque limitati dalla disponibilità di tempo messa a disposizione volontariamente dai soggetti contattati. La presenza di un tale soggetto nel partenariato in future evoluzioni potrebbe facilitare un feedback continuo e approfondito, consentendo una calibrazione e ottimizzazione ancora più precise del sistema in base alle esigenze operative quotidiane e alla comprensione delle dinamiche specifiche del dominio, accelerando ulteriormente il trasferimento tecnologico e la valorizzazione industriale dei risultati.

Dal punto di vista tecnico-scientifico, il progetto ha evidenziato l'importanza di sviluppare e testare sistemi integrati per la gestione delle problematiche ambientali in ambito portuale, combinando modellistica previsionale e reti di acquisizione dati multicanale. L'esperienza maturata ha permesso ai partners di affrontare sfide complesse, come l'eterogeneità dei dati raccolti e la necessità di protocolli comuni per la gestione delle informazioni. La collaborazione tra i partner ha favorito l'adozione di soluzioni innovative, come l'integrazione di diverse fonti meteorologiche e oceanografiche, migliorando l'affidabilità delle simulazioni e la capacità di adattamento alle specificità locali dei siti pilota. Un aspetto rilevante è stato il processo di selezione e validazione delle soluzioni tecniche e modellistiche più adeguate, che ha richiesto un bilanciamento tra precisione, costi computazionali e facilità di integrazione con le infrastrutture esistenti. Le conoscenze acquisite rappresentano oggi un patrimonio condiviso, utile per l'estensione del sistema ad altri contesti portuali e per l'integrazione con nuove tecnologie di monitoraggio. In sintesi, il progetto ha dimostrato che la sinergia tra modellistica avanzata e sistemi di acquisizione dati flessibili costituisce una base solida per lo sviluppo di strumenti di supporto alle strategie di mitigazione, gestione delle emergenze e pianificazione ambientale a lungo termine.

L'esperienza progettuale ha permesso al partenariato di approfondire le sfide e le opportunità legate all'implementazione di infrastrutture IoT in contesti portuali complessi e dinamici. La scelta di tecnologie di comunicazione wireless, come LoRaWAN, si è rivelata strategica per garantire la trasmissione affidabile dei dati anche in presenza di copertura LTE discontinua e per integrare sensori distribuiti su vaste aree. L'adozione di un sistema backend on-premise per la gestione dei dispositivi e dei dati ha offerto maggiore flessibilità e possibilità di personalizzazione, facilitando l'integrazione con sistemi informatici già esistenti. Tuttavia, questa scelta ha evidenziato la necessità di adottare misure di resilienza e ridondanza per mitigare i rischi di downtime e perdita di dati, aspetti che sono stati affrontati con soluzioni pratiche come l'uso di UPS e storage ridondanti. Il progetto ha inoltre sottolineato l'importanza di sviluppare competenze trasversali sulle diverse tecnologie e protocolli di comunicazione, per poter gestire efficacemente l'eterogeneità dei sistemi coinvolti. In prospettiva, l'esperienza maturata suggerisce che la flessibilità e l'interoperabilità delle infrastrutture IoT sono elementi chiave per aumentare la visibilità sui fenomeni ambientali e supportare analisi e decisioni in tempo reale nei porti e in altri contesti complessi.

Sostenibilità e follow-up

L'ecosistema tecnologico prodotto da EMC4Ports risponde a un'esigenza chiara e significativa nei settori marittimo e portuale. La proposta di valore del progetto mira a migliorare l'efficienza operativa, la sicurezza e la sostenibilità dei porti. Il sistema sviluppato è concepito come un pacchetto di prodotti e servizi che il partenariato può potenzialmente proporre per espandere e consolidare i propri mercati di riferimento, previa la definizione di accordi commerciali adeguati, nel rispetto della proprietà intellettuale e sfruttando la forte complementarità delle parti coinvolte.

Il prototipo è stato testato e validato in un ambiente di rilevanza industriale, raggiungendo un livello di maturità tecnologica (TRL) pari a 6, che ne indica la prontezza per una potenziale implementazione industriale.

Il progetto EMC4Ports si è concentrato sullo sviluppo di un ecosistema tecnologico versatile e adattabile, progettato per un futuro adattamento a diversi casi d'uso.

L'infrastruttura mobile principale del progetto, un'imbarcazione modulare, si basa su innovazioni precedenti, essendo stata originariamente progettata per la raccolta della plastica e la rimozione degli idrocarburi dalla superficie del mare, dimostrando una capacità intrinseca per applicazioni multifunzionali. Questa natura modulare garantisce la replicabilità dell'ecosistema in diversi contesti, i quali potrebbero richiedere ottimizzazioni specifiche a causa delle diverse caratteristiche fisiche e infrastrutturali.

L'architettura modulare e scalabile del Data Analytics Engine e della soluzione software adottata per il sistema di supporto alle decisioni, basata su tecnologie moderne come Kubernetes, storage Delta/S3, Apache Kafka per le comunicazioni interne e Spring Cloud Data Flow per l'ingestione dei dati: questa progettazione consente una possibile scalabilità a carichi di lavoro maggiori rispetto a quelli per cui il sistema è stato sviluppato correntemente, e l'integrazione di diverse fonti di dati, inclusi dati di ulteriori sensori, output di modelli di propagazione degli inquinanti e dati esterni provenienti da API pubbliche (ad esempio, dati meteorologici) o database forniti dagli utenti (ad esempio, dati sul traffico portuale). La capacità del sistema di integrarsi con flussi di dati aggiuntivi ne migliora significativamente le capacità analitiche e fornisce una comprensione più completa dei fenomeni ambientali.

Lo sviluppo di catene di simulazione che a partire da domini ampi descritti su larga scala arrivano alla descrizione di dettaglio del dominio di interesse si adatta perfettamente alla replicazione in altri contesti, che può essere facilmente ottenuta innestando nuovi moduli nell'infrastruttura già implementata e in opera. L'adozione di un approccio modellistico integrato modelli-sensori applicato su diverse matrici (aria e acqua) garantisce l'applicabilità dell'ecosistema con un ampio spettro di finalità.

Il progetto ha perseguito attivamente iniziative di disseminazione e valorizzazione più ampie, tra cui la partecipazione a importanti eventi come Ecomondo 2024, dove gli obiettivi e i progressi del progetto sono stati presentati a un pubblico ampio e qualificato, favorendo opportunità di

networking, e l'organizzazione di workshop per facilitare l'interazione positiva con gli stakeholder, incoraggiandoli a contribuire con le loro competenze specifiche all'espansione e allo sviluppo delle linee guida definitive del progetto. Queste iniziative mirano a stimolare l'uso e l'ulteriore sviluppo delle tecnologie oltre l'ambito immediato del progetto, sfruttando le potenzialità intrinseche del sistema.

Durante tutto il progetto, si è rivelato fondamentale il coinvolgimento delle autorità locali, tra cui l'Autorità di Sistema Portuale dello Stretto e la Capitaneria di Porto di Reggio Calabria, nonché l'Autorità di Sistema Portuale del Mar Ligure Occidentale e la Capitaneria di Porto di Genova.

Il progetto EMC4Ports è intrinsecamente allineato agli obiettivi e alle sfide dell'ecosistema RAISE. In particolare, EMC4Ports risponde direttamente a diverse sfide specifiche dello Spoke 4. Le attività di EMC4Ports hanno la possibilità di integrarsi con il know-how di RAISE, mirando all'introduzione di livelli avanzati di automazione, allo sviluppo di tecnologie innovative per la raccolta dati e all'ideazione di processi più intelligenti e ottimizzati.

Gestione finanziaria

Le spese effettivamente sostenute nel corso del progetto non hanno subito variazioni di rilievo rispetto a quanto preventivato nel piano iniziale di progetto.

Tra i vari partners si rilevano solamente variazioni marginali di spesa, con spostamenti tra categorie di costo e/o tipologie di spesa o spostamenti temporali rispetto al cronoprogramma iniziale, che non hanno però significativamente influito sul budget complessivo finale:

SIGLA/Relatech

Per quanto riguarda SIGLA/Relatech si evidenziano le seguenti variazioni rispetto al piano iniziale di progetto, già comunicate in fase di mid-term review: In fase di proposta era stata inclusa una spesa per SIGLA/Relatech, per un Contratto di ricerca con l'Università di Padova (UNIPD) per lavorare sugli aspetti di Cybersecurity legati al progetto. La motivazione alla base della consulenza dipendeva dal fatto che al momento della proposta l'azienda non disponeva internamente delle competenze necessarie per effettuare le analisi richieste. A seguito della acquisizione di Gruppo SIGLA da parte di Relatech SPA, azienda che propone la Cybersecurity come uno dei temi centrali della propria offerta, ora queste competenze sono presenti all'interno del gruppo, per cui le attività previste per il menzionato contratto di ricerca (10000 Euro) sono state sostituite con l'impiego di personale interno al gruppo. Un'ulteriore spesa prevista per hardware (3000 Euro) inizialmente pianificata per l'acquisto di risorse hardware per l'hosting del data analytics engine è stata reindirizzata verso risorse interne per l'utilizzo e mantenimento di risorse sul cloud aziendale disponibile in Relatech. Per quanto riguarda i costi di personale, va segnalato che parte del lavoro negli ultimi due trimestri è stato svolto da personale impiegato nella sede di Sesto San Giovanni (MI) (riportato nella sezione Consultivo altre regioni).

SITEM

Per quanto riguarda Sitem si evidenziano minime variazioni di budget a consuntivo delle sole spese per attività di Sviluppo Sperimentale: per ciò che riguarda le spese personale si è avuto un minore impegno dovuto all'impiego di strumentazione che, sebbene più cara (variazione positiva di tale voce rispetto al budget) ha effettivamente consentito una più facile integrazione. Nel complesso, le due variazioni si sono di fatto compensate.

PM10

Per quanto riguarda PM_TEN si segnala un incremento nelle spese di acquisto della strumentazione per il rilevamento della qualità dell'aria, giustificata dalla scelta di optare per l'acquisto di due dispositivi (uno in più rispetto al previsto) per acquisire i dati di contesto da installazione fissa. L'impatto in termini economici è stato un aumento di Euro 2.200 nelle spese di strumentazione, quasi integralmente compensato da una diminuzione nelle spese di personale.

DRAGFLOW

Quanto al budget definitivo di Dragflow Sud srl si evidenzia una minima variazione di budget in relazione alle spese di personale (+200€ complessive) dovute alle ore impiegate per gli approfondimenti resisi necessari per lo studio della normativa vigente in ambito marittimo/navale e per le interlocuzioni con gli enti preposti al rilascio delle autorizzazioni per operare in assenza di certificazione. Tale variazione positiva di budget è stata compensata da una variazione negativa, di eguale importo (-200€), in relazione alle spese sostenute per le consulenze attivate.

IIC

Per quanto riguarda IIC le variazioni rispetto al piano iniziale di progetto riguardano i seguenti punti:

Nel WP1 (RI), come già comunicato in fase di mid-term review, aumento delle spese di personale di € 2.088,30 oltre a relativi € 311.70 di costi indiretti, bilanciate da una corrispondente diminuzione di € 2.400 di spese di consulenza, per una complessiva variazione nulla rispetto al budget iniziale.

Nel WP5 (SS) sono stati diminuiti i costi di consulenza per € 4.200 aumentando di pari importo (al netto dei costi indiretti) le spese di personale; gli acquisti (che in sede di budget iniziale dovevano servire in larga parte per i costi relativi all'evento finale, evento che non potrà essere rendicontato in quanto avverrà circa 45 giorni oltre la data di fine progetto) sono stati azzerati spostando il corrispondente importo sui costi di personale (personale che è comunque stato utilizzato per l'organizzazione e coordinamento dell'evento finale). Per il WP5 si ha quindi complessivamente una situazione pari a: maggiori costi di personale per € 6.260,87, minori costi di consulenza per € 2.400,00, minori costi per acquisti per € 3.000,00 e aumento dei costi indiretti per € 939,13, per una variazione complessiva rispetto al budget nulla (€ 0,00).

Comunicazione e disseminazione

La strategia di comunicazione e disseminazione del progetto EMC4Ports è stata concepita per garantire un'ampia visibilità dei risultati e favorire l'interazione con un'ampia gamma di stakeholder, sia tecnici che istituzionali e il pubblico generale.

Fin dalle prime fasi del progetto, è stata creata una presenza online con la pubblicazione di pagine specifiche sui siti web delle aziende del partenariato. Eventi rilevanti e progressi sono stati divulgati tramite comunicati stampa o post su canali social, rafforzando la visibilità del progetto. È stato inoltre sviluppato materiale divulgativo, come volantini e poster informativi, che sono stati esposti in diverse occasioni.

Il progetto EMC4Ports è stato presentato a eventi di settore di rilevanza nazionale e internazionale. In particolare, il progetto è stato presentato alla fiera Ecomondo 2024, tenutasi a Rimini dal 5 all'8 novembre 2024, presso gli stand dei partners di progetto presenti alla fiera, tramite l'esposizione di un poster che illustrava obiettivi e progressi, distribuzione di volantini, l'esposizione di un prototipo di battello mobile, ed a SPS Italia 2025, la fiera per l'industria intelligente, digitale e sostenibile, tenutasi a Parma dal 13 al 15 maggio. Un'ulteriore occasione di disseminazione è stata la partecipazione di SITEM all'evento NI Days 2025, organizzato da National Instruments, dove il progetto EMC4Ports è stato tra le applicazioni presentate.

Un ulteriore elemento della strategia di comunicazione è stato il coinvolgimento degli stakeholder chiave, in particolare Capitanerie di Porto e Autorità di Sistema Portuali. Fin da subito, sono stati avviati incontri con le autorità locali, tra cui la Capitaneria di Porto di Reggio Calabria (20 maggio 2024), la Capitaneria di Porto di Genova (23 maggio 2024), l'Autorità di Sistema Portuale dello Stretto (18 giugno 2024) e l'Autorità di Sistema Portuale del Mar Ligure Occidentale (10 giugno 2024). Questi incontri hanno permesso non solo di presentare le finalità del progetto, ma anche di ricevere indicazioni preziose per l'individuazione delle aree di test e l'iter autorizzativo.

Altri stakeholder identificati come potenzialmente interessati includono enti come ARPA, la Regione e il Comune. E' stato inoltre organizzato un workshop con gli stakeholder, inteso come convegno dal taglio tecnico, finalizzato a illustrare lo svolgimento del progetto, presentare i dati e le rilevazioni effettuate, e raccogliere feedback. L'incontro si è svolto online su piattaforma Google Meet il 07/08/2025, permettendo un momento di incontro con una parte degli stakeholders di progetto per la condivisione delle attività di sviluppo e sperimentazione portate avanti e la possibile indicazione di sviluppi o punti di interesse futuri. Oltre ai partner di progetto, hanno partecipato rappresentanti di AdSP Mar Ligure Occidentale, Capitaneria di Porto di Reggio Calabria e di Genova.

È previsto infine un evento finale di chiusura, successivo al termine formale del progetto (31 agosto), che avrà un carattere più aperto, configurandosi come un convegno tecnico-scientifico rivolto a un pubblico competente e interessato alle innovazioni nel campo dell'ecologia marina in ambito portuale. Dopo diversi incontri di valutazione delle opportunità, si è quindi scelto di fare l'evento finale il giorno 16 ottobre, anche se al di fuori delle tempistiche di progetto. Nella settimana tra il

13 e il 17 Ottobre 2025 a Genova si svolgerà la "Genoa Shipping Week", evento biennale di rilevanza internazionale che richiama una ampia e trasversale quantità di soggetti legati al settore marittimo. Fra i partner si è quindi valutato che un evento conclusivo di disseminazione inquadrato all'interno di tale ambito abbia una visibilità e eventuali ricadute di interesse molto maggiori che non un evento a sé stante. È stata prenotata una delle sale all'interno dei "Magazzini del Cotone", sede che accoglie la maggior parte degli eventi della "Genoa Shipping Week", con relativi strumenti audiovisivi di appoggio. Alla data di stesura del presente documento, l'evento è già stato pubblicizzato come titolo e breve descrizione all'interno del palinsesto del giorno 16 Ottobre 2025 sul sito della manifestazione curato dall'organizzatore complessivo della settimana, Assagenti Genova. Hanno già garantito la presenza sia rappresentanti di Regione Liguria che del Comune di Genova, Capitaneria di Porto di Genova e Autorità di Sistema Portuale Mar Ligure Occidentale, tutti stakeholders di progetto. Sono state quindi impiegate più risorse di personale per l'organizzazione e coordinamento dell'evento rispetto al budget originale di progetto, anche se le spese relative non potranno evidentemente essere rendicontate.

Nel contesto RAISE, il progetto è stato presentato a due Workshops organizzati dallo Spoke 4, il primo tenutosi nei mesi iniziali del progetto il 27 e 28 maggio 2024 presso il Genova Blue District ed il secondo tenutosi verso la fine del progetto il 14, 15 e 16 luglio 2025 presso l'Aula Meridiana dell'Università degli Studi di Genova, in via Balbi 5.

Valutazione critica del processo di finanziamento PNRR

Riguardo il processo di finanziamento, un elemento positivo riscontrato è rappresentato dalla rendicontazione a base trimestrale, che ha favorito una gestione più fluida e prevedibile dei flussi di cassa, consentendo agli enti beneficiari di pianificare con maggiore efficacia le attività e di rispondere tempestivamente alle esigenze finanziarie dei progetti. Questo approccio ha contribuito a rafforzare la trasparenza e il monitoraggio delle risorse, facilitando il rispetto delle tempistiche e degli obiettivi previsti.

Tuttavia, il processo di inserimento dei dati di rendicontazione si è spesso rivelato poco intuitivo e talvolta eccessivamente complesso, soprattutto per realtà di dimensioni ridotte o con minori risorse amministrative. La piattaforma digitale utilizzata, pur rappresentando uno strumento fondamentale per la gestione delle informazioni, ha mostrato margini di miglioramento: in alcune occasioni, interventi di manutenzione tecnica hanno comportato la necessità di reinserire dati già inseriti precedentemente, con ripercussioni sull'efficienza complessiva del processo, aumentando il carico amministrativo e con possibili rallentamenti delle attività progettuali.

Si suggerisce un approccio amministrativo maggiormente “stratificato”, ovvero calibrato in funzione delle caratteristiche specifiche dei beneficiari e dell'entità degli interventi finanziati, con possibili procedure semplificate per le imprese di minori dimensioni o per progetti di importo limitato che potrebbero ridurre significativamente gli oneri burocratici, favorendo una partecipazione più ampia e inclusiva.



Tabelle di sintesi - Quadro tecnico-scientifico del progetto

Linee di attività - una tabella per ogni LdA

Linea di attività **WP1 Analisi preliminare del contesto e definizione degli scenari**

Il Workpackage 1 (WP1) di EMC4Ports, "**Analisi preliminare del contesto e definizione degli scenari**", definisce le prestazioni del sistema e gli scenari d'uso in collaborazione con i siti pilota. Questo è avvenuto basandosi su un'analisi dello stato dell'arte delle tecnologie chiave (IoT-LoRaWAN, modelli previsionali, intelligenza artificiale/machine learning per l'analisi dei dati) e si proponeva inoltre di stabilire criteri adeguati per il sistema e il suo specifico ambito di applicazione.

Il Workpackage è suddiviso in 3 Tasks: Task 1.1, Stato dell'Arte e definizione dei servizi agli utenti, Task 1.2 Analisi degli scenari di validazione della piattaforma e Task 1.3 Definizione KPI per test e validazione.

Le attività di implementazione del workpackage hanno incluso un'analisi preliminare approfondita del contesto applicativo e l'identificazione degli stakeholder chiave, come le Autorità di Sistema Portuale e le Capitanerie di Porto. Sono stati condotti diversi incontri e sopralluoghi tecnici (ad esempio, al Porto di Reggio Calabria) con le autorità locali per definire le aree dimostrative e l'iter autorizzativo. L'ottenimento delle autorizzazioni per le aree operative si è rivelato un processo continuo e complesso, che ha richiesto numerose interazioni e aggiornamenti con le autorità competenti.

Durata prevista in mesi	Durata effettiva in mesi	Mesi uomo previsti	Mesi uomo a consuntivo	Variazione (%)
9	9	7,32	7,82	+7%

Deliverable prodotti e disponibili per LdA

D1.1 "EMC4Ports: progetto dell'architettura e specifiche tecniche per lo sviluppo del prototipo", descrive le varie componenti tra cui il battello modulare, la sensoristica IoT, la tecnologia LoRaWAN, i modelli previsionali e il Data Analytics Engine.

D1.2 "Scenari di validazione e KPI" descrive le prestazioni del sistema e gli scenari d'uso della piattaforma concepita, nonché i Key Performance Indicators (KPIs) individuati.



Linea di attività WP2 Progettazione dell'ecosistema tecnologico, e definizione architettura di integrazione

Gli obiettivi del Workpackage 2 (WP2) "Progettazione dell'ecosistema tecnologico e definizione architettura di integrazione" sono la progettazione dettagliata di tutte le componenti dell'ecosistema EMC4Ports. Nello specifico: Il battello modulare come piattaforma mobile per la raccolta e trasmissione dati, l'infrastruttura relativa alla sensoristica IoT e trasmissione LoRaWan, i modelli previsionali di propagazione degli inquinanti ed il data analytics engine per l'analisi delle condizioni di stress ambientale acqua e aria.

Il workpackage è suddiviso in 4 Tasks: Task 2.1 "Infrastruttura IoT: analisi dei requisiti dell'architettura IoT per l'acquisizione e la fruibilità di dati", Task 2.2: "Configurazione e sviluppo dei modelli previsionali", Task 2.3 "Data Analytics Engine per l'analisi di condizioni di stress ambientale e individuazione di correlazioni fra i dati provenienti dalle diverse fonti sensoristiche" e Task 2.4 "Studio e definizione dell'architettura di integrazione"

Le attività di implementazione hanno portato al completamento della progettazione delle diverse componenti dell'ecosistema tecnologico entro, con una versione intermedia prodotta al mese 8 (milestone MS5) ed una versione finale al termine del progetto.

Oltre alla progettazione e l'architettura delle diverse componenti descritta nel deliverable D1.1, un ulteriore approfondimento sull'infrastruttura IoT è contenuto nel deliverable D2.1 "Descrizione dell'Infrastruttura IoT".

Durata prevista in mesi	Durata effettiva in mesi	Mesi uomo previsti	Mesi uomo a consuntivo	Variazione (%)
16	16	25	23,06	-8%

Deliverable prodotti e disponibili per LdA

D2.1 "Descrizione dell'infrastruttura IoT", contiene un approfondimento dell'infrastruttura IoT e trasmissione di dati su canale LoRaWan.

D2.2 "Definizione dei modelli previsionali" contiene la descrizione della struttura della catena modellistica utilizzata per lo studio della propagazione di inquinante in aria e acqua e una descrizione degli algoritmi di data analytics implementati nella piattaforma



Linea di attività **WP3 EMC4Ports - Sviluppo ed integrazione**

Il Workpackage WP3 si occupa di "Ottimizzazione ed integrazione" e mira all'ottimizzazione e integrazione delle componenti dell'ecosistema tecnologico EMC4Ports, assicurando una adeguata integrazione tra i sistemi a mare e a terra e condurre test per la verifica dei requisiti funzionali e non funzionali definiti nel WP1.

Il Workpackage è suddiviso in due sottotasks Task 3.1 "Ottimizzazione e deploy di EMC4Ports" e Task 3.2 "System integration e factory tests".

La progettazione delle componenti tecnologiche è stata completata entro il Mese 9, con il raggiungimento della milestone MS5 "Ecosistema tecnologico - versione intermedia" (documentata nel D1.1). La prima versione del prototipo, D3.1 "EMC4Ports_v0", è stata completata al Mese 12. include le componenti del battello modulare, la sensoristica IoT, l'infrastruttura di comunicazione e la stazione di terra. Sono stati eseguiti test sui sensori, sui collegamenti hardware e sulla trasmissione LoRa, sia singolarmente che con prove sul campo. Le attività di sviluppo software per il Data Analytics Engine (Task T2.3) hanno compreso l'installazione e la configurazione di un server dedicato, oltre all'esame dei dati per le procedure di ingestione. Il software per i modelli previsionali e il DAE sono incluse nella versione finale del prototipo EMC4Ports_DEF (D3.3) al Mese 18.

Durata prevista in mesi	Durata effettiva in mesi	Mesi uomo previsti	Mesi uomo a consuntivo	Variazione (%)
15	15	18,5	20,16	9%

Deliverable prodotti e disponibili per LdA

D3.1 – "EMC4Ports_v0", versione intermedia del prototipo al mese 12, che include battello modulare, sensoristica IoT, infrastruttura di comunicazione e stazione di terra.

D3.2 "Factory Tests", descrive e documenta i tests effettuati sulla sensoristica ed i test sul campo in un'area marina per verificare la robustezza delle connessioni e il funzionamento dei sensori in condizioni reali.

D3.3 – "EMC4Ports_DEF", versione finale del prototipo dell'ecosistema tecnologico, che include oltre le precedenti i modelli di previsione della propagazione di inquinanti ed il data analytics engine.



Linea di attività **WP4 Dimostrazione e validazione**

Il Workpackage 4 "Dimostrazione e validazione" si poneva come obiettivi di predisporre e configurare i siti pilota per la validazione del prototipo in ambiente operativo industrialmente rilevante, con l'obiettivo di dimostrare la sua validità economica, il raggiungimento degli obiettivi tecnologici e funzionali, e la sua capacità di generare valore.

Il Workpackage è suddiviso nei seguenti task: Task 4.1 "Installazione e attrezzaggio dei siti pilota", e Task 4.2 "Sperimentazione / Dimostrazione, Validazione del prototipo finale in ambiente (industrialmente) rilevante"

Le attività hanno incluso l'identificazione dei siti pilota, la predisposizione dei siti e l'organizzazione logistica, inclusa l'installazione del sensore aria a terra, l'adeguamento delle infrastrutture locali e l'interazione con le autorità e i tecnici gestori dei siti dimostrativi, e l'occupazione temporanea della banchina per il varo del battello. Inizialmente era prevista la campagna di validazione in due siti separati, il Porto di Genova e il Porto di Reggio Calabria. Tuttavia, a causa di vincoli e ritardi legati all'iter di certificazione del battello – non imputabili al team di progetto e dovuti a lacune normative sui requisiti di sicurezza per l'installazione di batterie al litio – non è stato possibile ottenere in tempo utile l'autorizzazione necessaria per operare nel porto di Genova. Di conseguenza, la campagna di raccolta dati è stata condotta esclusivamente nel porto di Reggio Calabria, dove il battello risulta iscritto nei registri delle navi in costruzione.

Durata prevista in mesi	Durata effettiva in mesi	Mesi uomo previsti	Mesi uomo a consuntivo	Variazione (%)
9	9	10	10,61	6%

Deliverable prodotti e disponibili per LdA

D4.1 - Predisposizione dei siti pilota per validazione del prototipo finale in ambiente industrialmente rilevante, il deliverable documenta le attività propedeutiche all'ottenimento delle necessarie autorizzazioni, le aree messe a disposizione dagli enti locali, le attività di attrezzaggio dei siti, il montaggio e l'allestimento della piattaforma mobile attrezzata di sensoristica

D4.2 - Attività dimostrativa e validazione del prototipo finale in ambiente industrialmente rilevante (TRL6) documenta le attività dimostrative, a partire dal varo dell'infrastruttura mobile, fornendo i dettagli della pianificazione, l'individuazione delle aree, la modalità di svolgimento delle attività, i dati raccolti durante la campagna e i test eseguiti sul sistema, nonché le funzionalità della dashboard messa a punto per il supporto ai decisori.



Linea di attività **WP5 Management e valorizzazione dei risultati**

Il Workpackage 5 "Management e valorizzazione dei risultati", ha obiettivi focalizzati sia sul coordinamento del progetto sia sull'impatto e comunicazione dei risultati. Tra gli obiettivi specifici vi sono

(a) da una parte l'assicurare il coordinamento tecnico del progetto, con monitoraggio e coordinamento costanti. la preparazione della documentazione amministrativa e tecnica necessaria per il monitoraggio del budget e la rendicontazione, con l'invio dei report tramite la piattaforma AtWork. Sono stati tenuti incontri periodici a cadenza bisettimanale per monitorare le attività del progetto, affiancati da discussioni tecniche ad-hoc tra i partner quando necessario e

(b) dall'altra attività di disseminazione e comunicazione, con attività rivolte sia a stakeholder specifici (comunicazione verticale) sia al pubblico generale (comunicazione orizzontale): preparazione di materiale divulgativo, pubblicazione di pagine web, comunicati stampa e post su canali sociale, presentazione del progetto ad eventi e partecipazione a incontri e workshop con il duplice scopo di divulgazione e interazione proattiva con gli stakeholder .

Il Workpackage è suddiviso nei Tasks T5.1 "Management e valorizzazione", T5.2 "Organizzazione di workshop e attività di divulgazione" e T5.3 "Soluzione presso gli stakeholders".

Durata prevista in mesi	Durata effettiva in mesi	Mesi uomo previsti	Mesi uomo a consuntivo	Variazione (%)
18	18	5,77	7,31	27%

Deliverable prodotti e disponibili per LdA

D5.1 "Contributo effettivo e potenziale di EMC4Ports", analizza il valore e i benefici che il sistema EMC4Ports può apportare a diversi operatori, sia pubblici che privati, coinvolti nella gestione, sorveglianza e sviluppo delle aree portuali e marittime.

D5.2 "Presentazione dei risultati dell'attività di divulgazione" documenta la strategia di comunicazione e disseminazione del progetto e le azioni intraprese per garantire la visibilità dei risultati e favorire l'interazione con gli stakeholder



Milestone

Milestone di progetto

MS1 Kick-off meeting (LdA WP1)

Il kick-off meeting di progetto si è tenuto il 21 marzo 2024

MS2 Incontro con lo Spoke (LdA WP1)

Un primo incontro con lo Spoke si è tenuto il 15 marzo 2024

MS3 Incontro di coordinamento con siti pilota (LdA WP1)

Diversi incontri sono stati tenuti con i rappresentanti delle autorità portuali (Capitanerie di Porto e Autorità Portuali di Sistema), al fine di presentare il progetto e per la definizione delle aree di test, e per la documentazione necessaria all'ottenimento delle autorizzazioni. In particolare:

-Incontro con Capitaneria di Porto di RC: 20/05/24

-Incontro con Capitaneria di Porto di GE: 23/05/24

-Incontro con AdSP Mar Ligure Occidentale: 10/06/24

-Incontro con AdSP dello Stretto: 18/06/24

-Sopralluogo porto RC per installazione sensore aria in banchina: 20/11/2024

MS4 Ecosistema tecnologico - versione iniziale (LdA WP2)

MS5 Ecosistema tecnologico - versione intermedia (LdA WP3)

MS9 Ecosistema tecnologico - versione finale (LdA WP4)

Le diverse milestones corrispondono alle diverse fasi di definizione e implementazione dell'ecosistema tecnologico: la definizione delle specifiche architetturali e delle componenti, una versione intermedia costituita da primo prototipo che include le componenti battello mobile, infrastruttura IoT e infrastruttura di comunicazione, e il setup della stazione di terra, ed una versione finale che include i modelli previsionali e il data analytics engine. Le diverse fasi di progetto e sviluppo dell'ecosistema tecnologico sono documentati nei deliverable D1.1 "Progetto dell'architettura e specifiche tecniche per lo sviluppo del prototipo", D3.1 "EMC4Ports_v0", e D3.3 "EMC4Ports_DEF"

MS6 Autorizzazione ad operare nei siti pilota (LdA WP4)

MS7 Attrezzaggio sito pilota 1 (LdA WP4)

MS8 Attrezzaggio sito pilota 2 (LdA WP4)

Come documentato in altre sezioni del presente documento e dettagliato nel deliverable “D4.1 - Predisposizione dei siti pilota per validazione del prototipo finale in ambiente industrialmente rilevante”, inizialmente era prevista la campagna di validazione in due siti pilota separati, il Porto di Genova e il Porto di Reggio Calabria. Tuttavia, a causa di vincoli e ritardi legati all’iter di certificazione del battello – non imputabili al team di progetto e dovuti a lacune normative sui requisiti di sicurezza per l’installazione di batterie al litio – non è stato possibile ottenere in tempo utile la certificazione e, di conseguenza, non si è potuto procedere con l’autorizzazione necessaria per operare nel porto di Genova. Di conseguenza, la campagna di raccolta dati è stata condotta esclusivamente nel porto di Reggio Calabria, dove il battello risulta iscritto nei registri delle navi in costruzione e la milestone corrispondente all’attrezzaggio del secondo sito pilota (MS8) cancellata in accordo con lo Spoke. Acquisito parere favorevole dell’ente tecnico di certificazione navale RINA in data 16/05/2025, l’Autorità Marittima ha autorizzato le prove in mare per un periodo di 60 giorni (i.e. fino al 15/07/2025). Quanto alle attività di attrezzaggio, sono state richieste all’Autorità di Sistema Portuale dello Stretto l’autorizzazione per procedere all’installazione del sensore per la qualità dell’aria in zona portuale e l’autorizzazione per occupare temporaneamente un’area in banchina per effettuare le operazioni di montaggio e allestimento prima del varo. Il sensore di misura a terra è stato installato in data 14/01/2025, a seguito di autorizzazione da parte dell’AdSP dello Stretto ricevuta in data 10/12/2024. Le operazioni di montaggio e allestimento dell’infrastruttura mobile per la campagna dimostrativa sono state eseguite a partire dal 20/05/2025 nell’area concessa dall’AdSP dello Stretto per un periodo di tempo di 48 ore.

MS10 Workshop/attività di divulgazione/disseminazione (LdA WP5)

MS11 Workshop/attività di divulgazione/disseminazione (LdA WP5)

Le attività di divulgazione e disseminazione hanno avuto luogo durante tutta la durata del progetto. La presenza online è stata garantita con la pubblicazione di pagine sui siti web dei partners, comunicati stampa o post su canali social. E' stato sviluppato materiale divulgativo, come volantini e poster informativi, e sono stati organizzati diversi eventi ed incontri di presentazione del progetto e dei suoi risultati, tra i quali:

- Presentazione del progetto agli stakeholders istituzionali propedeutici agli incontri di coordinamento con i siti pilota come documentato alla milestone MS3
- Presentazione del progetto ai Workshop con lo Spoke tenutasi il 27 e 28 Maggio 2024 e dal 14 al 16 Luglio 2025
- Un incontro online il 27 agosto 2025 con stakeholder potenzialmente interessati, dal taglio tecnico, finalizzato a illustrare lo svolgimento del progetto, presentare i dati e le rilevazioni effettuate, e raccogliere feedback.

E' previsto infine un evento finale di disseminazione dei risultati del progetto, come descritto nella sezione "Comunicazione e disseminazione". Oltre agli eventi menzionati, il progetto è stato presentato a diversi eventi di settore di rilevanza nazionale e internazionale, tra cui Ecomondo 2024, tenutasi a Rimini dal 5 all'8 novembre 2024, ed a SPS Italia 2025, con l'esposizione di un poster che illustra obiettivi e progressi, distribuzione di volantini e, nel caso di Ecomondo, l'esposizione di un prototipo di battello mobile.

MS12 Conclusione attività dimostrativa (LdA WP4)



Come documentato nel deliverable “D4.2 - Attività dimostrativa e validazione del prototipo finale in ambiente industrialmente rilevante (TRL6)”, le attività di dimostrazione e validazione si sono svolte nel porto di Reggio Calabria dal 26/05/2025 (data di varo dell’infrastruttura mobile attrezzata) al 15/07/2025 (data di scadenza dell’autorizzazione temporanea per le prove in mare). Nell’arco dei 60 giorni disponibili sono state effettuate uscite giornaliere (nei giorni feriali) di circa 1h30’ ciascuna campionando dati inerenti la qualità dell’acqua e dell’aria durante la navigazione seguendo il percorso concordato con l’Autorità Marittima e nel rispetto delle prescrizioni. I dati trasmessi sono stati elaborati e utilizzati per la validazione dei modelli, nonché resi disponibili sulla dashboard messa a punto come strumento di supporto alle decisioni. Le attività si sono formalmente concluse in data 18/07/2025 con l’alaggio dell’infrastruttura mobile e successivo smontaggio, sgomberando l’area occupata in banchina in data 22/07/2025.

Tabelle di sintesi - Quadro economico-finanziario consuntivo

Quadro economico-finanziario consuntivo complessivo del progetto

(verificare coerenza con Atto di Concessione e cronoprogramma di progetto aggiornato)

Categoria di costo	Budget (EUR)	Consuntivo (EUR)	Variazione (%)	Variazione (EUR)
Personale	315.900,00	331.978,17	5%	16.078,17
Materiali, attrezzature e licenze	74.000,00	72.330,49	-2%	-1.669,51
Servizi di consulenza specialistica	56.000,00	39.200,00	-30%	-16.800,00
Indiretti	47.385,00 €	49.795,18 €	5%	2.410,18 €

Categoria di costo	Budget Liguria (EUR)	Consuntivo Liguria (EUR)	Variazione Liguria (%)	Variazione Liguria (EUR)
Personale	245.900,00 €	248.170,17 €	1%	2.270,17 €
Materiali, attrezzature e licenze	14.000,00 €	12.330,00 €	-12%	-1.670,00 €
Servizi di consulenza specialistica	46.000,00 €	29.400,00 €	-36%	-16.600,00 €
Indiretti	36.885,00 €	37.223,98 €	1%	338,98 €

Categoria di costo	Budget Mezzogiorno (EUR)	Consuntivo mezzogiorno (EUR)	Variazione Mezzogiorno (%)	Variazione Mezzogiorno (EUR)
Personale	70.000,00 €	70.200,00 €	0%	200,00 €
Materiali, attrezzature e licenze	60.000,00 €	60.000,49 €	0%	0,49 €
Servizi di consulenza specialistica	10.000,00 €	9.800,00 €	-2%	-200,00 €
Indiretti	10.500,00 €	10.530,00 €	0%	30,00 €

Categoria di costo	Budget altre regioni (EUR)	Consuntivo altre regioni (EUR)	Variazione altre regioni (%)	Variazione altre regioni (EUR)
Personale	0,00 €	13.608,00 €	N/A	13.608,00 €
Materiali, attrezzature e licenze	0,00 €	0,00 €	0%	0,00 €
Servizi di consulenza specialistica	0,00 €	0,00 €	0%	0,00 €
Indiretti	0,00 €	2.041,20 €	N/A	2.041,20 €

Giustificare eventuali scostamenti dal punto di vista economico-finanziario e gli eventuali impatti sul progetto

Ripartizione geografica costi - percentuale consuntivo complessiva di progetto

Liguria: 66% | Mezzogiorno: 31% | Altre regioni: 3%

La ripartizione geografica da bando è rispettata SI [X] NO []

(si ricorda che è sufficiente rispettare la ripartizione a livello complessivo di progetto; spiegare eventuali discrepanze, con particolare attenzione a percentuali inferiori agli obblighi da bando)

Si ricorda che:

In caso di impresa singola - l'impresa dovrà soddisfare i seguenti requisiti:

- presenza di un'Unità Locale in Liguria presso la quale dovranno essere sostenuti almeno il 50% dei costi eleggibili complessivi del progetto;
- presenza di un'Unità Locale nel Mezzogiorno presso la quale dovranno essere sostenuti almeno il 30% dei costi eleggibili complessivi del progetto.

In caso di partenariati - il partenariato dovrà soddisfare i seguenti requisiti:

- presenza di almeno un'impresa con un'Unità Locale in Liguria;
- presenza di almeno un'impresa con un'Unità Locale nel Mezzogiorno;
- almeno il 30% dei costi eleggibili complessivi del progetto dovranno essere sostenuti nel Mezzogiorno;
- almeno il 50% dei costi eleggibili complessivi del progetto dovranno essere sostenuti dalla/dalle imprese con Unità Locale in Liguria.

Per "unità locale" si intende un immobile, in cui il soggetto realizza abitualmente attività di produzione di beni o servizi, in cui sia stabilmente collocato il personale e le attrezzature che verranno utilizzate per la realizzazione del progetto.

Ripartizione Ricerca Industriale e Sviluppo Sperimentale costi - percentuale consuntivo complessiva di progetto

Ricerca Industriale (complessivo di progetto)

Categoria di costo	Contributo concesso da Atto di Concessione (EUR)	Consuntivo (EUR)	Variazione (%)	Variazione (EUR)
Personale	223.493,00 €	233.955,30 €	5%	10.462,30 €
Materiali, attrezzature e licenze	40.000,00 €	40.000,00 €	0%	0,00 €
Servizi di consulenza specialistica	44.000,00 €	31.400,00 €	-29%	-12.600,00 €
Indiretti	33.523,95 €	35.091,75 €	5%	1.567,80 €

Sviluppo Sperimentale (complessivo di progetto)

Categoria di costo	Contributo concesso da Atto di Concessione (EUR)	Consuntivo (EUR)	Variazione (%)	Variazione (EUR)
Personale	92.407,00 €	98.202,87 €	6%	5.795,87 €
Materiali, attrezzature e licenze	34.000,00 €	32.330,49 €	-5%	-1.669,51 €
Servizi di consulenza specialistica	12.000,00 €	7.800,00 €	-35%	-4.200,00 €
Indiretti	13.861,05 €	14.703,79 €	6%	842,74 €

Giustificare eventuali scostamenti dal punto di vista economico-finanziario e gli eventuali impatti sul progetto

Quadro economico-finanziario consuntivo per ogni partner del progetto

Dato per partner (aggiungere una tabella per ogni partner)

Partner: Relatech SpA							
Categoria di costo	Budget (EUR)	Consuntivo (EUR)	Variazione (%)	Variazione (EUR)	Consuntivo (EUR Liguria)	Consuntivo EUR (Mezzogiorno)	Consuntivo (altre regioni)
Personale	74.389,00 €	85.671,00 €	15%	11.282,00 €	72.063,00 €	0,00 €	13.608,00 €
Materiali, attrezzature e licenze	3.000,00 €	0,00 €	-100%	-3.000 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Servizi di consulenza specialistica	10.000,00 €	0,00 €	-100%	-10.000 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Indiretti	11.158,35 €	12.850,65 €	15%	1.692,30 €	10.809,45 €	0,00 €	2.041,20 €
Spesa complessiva del partner Liguria (EUR) - budget	98.547,35 €		Spesa complessiva del partner Liguria (EUR) - consuntivo			82.872,45 €	
Spesa complessiva del partner mezzogiorno (EUR) - budget	0,00 €		Spesa complessiva del partner mezzogiorno (EUR) - consuntivo			0,00 €	
Spesa complessiva del partner altre regioni (EUR) - budget	0,00 €		Spesa complessiva del partner altre regioni (EUR) - consuntivo			15.649,20 €	

Partner: SITEM Srl							
Categoria di costo	Budget (EUR)	Consuntivo (EUR)	Variazione (%)	Variazione (EUR)	Consuntivo (EUR Liguria)	Consuntivo EUR (Mezzogiorno)	Consuntivo (altre regioni)
Personale	64.511,000 €	62.668,00 €	-3%	-1.843,00€	62.668,00 €	0,00 €	0,00 €
Materiali, attrezzature e licenze	3.000,00 €	5.130,00 €	71%	2.130,00 €	5.130,00 €	0,00 €	0,00 €
Servizi di consulenza specialistica	0,00 €	0,00 €		0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Indiretti	9.676,65 €	9.400,20 €	-3%	-276,45 €	9.400,20 €	0,00 €	0,00 €
Spesa complessiva del partner Liguria (EUR) - budget	77.187,65 €		Spesa complessiva del partner Liguria (EUR) - consuntivo			77.198,20 €	
Spesa complessiva del partner mezzogiorno (EUR) - budget	0,00 €		Spesa complessiva del partner mezzogiorno (EUR) - consuntivo			0,00 €	
Spesa complessiva del partner altre regioni (EUR) - budget	0,00 €		Spesa complessiva del partner altre regioni (EUR) - consuntivo			0,00 €	

Partner: PM10 Srl							
Categoria di costo	Budget (EUR)	Consuntivo (EUR)	Variazione (%)	Variazione (EUR)	Consuntivo (EUR Liguria)	Consuntivo EUR (Mezzogiorno)	Consuntivo (altre regioni)
Personale	74.000,00 €	72.090,00 €	-2.6%	-1.910,00 €	72.090,00 €	0,00 €	0,00 €
Materiali, attrezzature e licenze	5000,00 €	7.200,00 €	+44%	+2.200 €	7.200,00 €	0,00 €	0,00 €
Servizi di consulenza specialistica	0,00 €	0,00 €	-	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Indiretti	11.100,00	10.813,50 €	-2.6%	-286,50 €	10.813,50 €	0,00 €	0,00 €
Spesa complessiva del partner Liguria (EUR) - budget	90.100,00 €		Spesa complessiva del partner Liguria (EUR) - consuntivo			90.103,50 €	
Spesa complessiva del partner mezzogiorno (EUR) - budget	0,00 €		Spesa complessiva del partner mezzogiorno (EUR) - consuntivo			0,00 €	
Spesa complessiva del partner altre regioni (EUR) - budget	0,00 €		Spesa complessiva del partner altre regioni (EUR) - consuntivo			0,00 €	

Partner: DragFlow Sud Srl							
Categoria di costo	Budget (EUR)	Consuntivo (EUR)	Variazione (%)	Variazione (EUR)	Consuntivo (EUR Liguria)	Consuntivo EUR (Mezzogiorno)	Consuntivo (altre regioni)
Personale	70.000,00 €	70.200,00 €	0,29%	+200,00 €	0,00 €	70.200,00 €	0,00 €
Materiali, attrezzature e licenze	60.000,00 €	60.000,49 €	0,00%	+0,49 €	0,00 €	60.000,49 €	0,00 €
Servizi di consulenza specialistica	10.000,00 €	9.800,00 €	-2,00%	-200,00 €	0,00 €	9.800,00 €	0,00 €
Indiretti	10.500,00 €	10.530,00 €	0,29%	+30,00 €	0,00 €	10.530,00 €	0,00 €
Spesa complessiva del partner Liguria (EUR) - budget	0,00 €		Spesa complessiva del partner Liguria (EUR) - consuntivo			0,00 €	
Spesa complessiva del partner mezzogiorno (EUR) - budget	150.500,00 €		Spesa complessiva del partner mezzogiorno (EUR) - consuntivo			150.530,49 €	
Spesa complessiva del partner altre regioni (EUR) - budget	0,00 €		Spesa complessiva del partner altre regioni (EUR) - consuntivo			0,00 €	

Partner: Istituto Internazionale delle Comunicazioni							
Categoria di costo	Budget (EUR)	Consuntivo (EUR)	Variazione (%)	Variazione (EUR)	Consuntivo (EUR Liguria)	Consuntivo EUR (Mezzogiorno)	Consuntivo (altre regioni)
Personale	33.000,00 €	41.349,17 €	+25,3%	8.349,17 €	41.349,17 €	0,00 €	0,00 €
Materiali, attrezzature e licenze	3.000,00 €	0,00 €	-100%	-3.000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Servizi di consulenza specialistica	36.000,00 €	29.400,00 €	-18,3%	-6.600,00 €	29.400,00 €	0,00 €	0,00 €
Indiretti	4.950,00 €	6.200,83 €	+25,3%	+1.250,83 €	6.200,83 €	0,00 €	0,00 €
Spesa complessiva del partner Liguria (EUR) - budget	76.950,00 €		Spesa complessiva del partner Liguria (EUR) - consuntivo			76.950,00 €	
Spesa complessiva del partner mezzogiorno (EUR) - budget	0,00 €		Spesa complessiva del partner mezzogiorno (EUR) - consuntivo			0,00 €	
Spesa complessiva del partner altre regioni (EUR) - budget	0,00 €		Spesa complessiva del partner altre regioni (EUR) - consuntivo			0,00 €	

Ripartizione Ricerca Industriale e Sviluppo Sperimentale costi - percentuale consuntivo per ogni partner del progetto

Dato per partner (aggiungere una tabella per ogni partner)

Relatech

Ricerca Industriale (complessivo di progetto)

Categorie di costo	Contributo concesso da Atto di Concessione (EUR)	Consuntivo (EUR)	Variazione (%)	Variazione (EUR)
Personale	49.335,00 €	58.104,00 €	18%	8.769,00 €
Materiali, attrezzature e licenze	0,00 €	0,00 €	0%	0,00 €
Servizi di consulenza specialistica	10.000,00 €	0,00 €	-100%	-10.000,00 €
Indiretti	7.400,25 €	8.715,60 €	18%	1.315,35 €
tot RI	66.735,25 €	66.819,60 €	0,13%	84,35 €

Sviluppo Sperimentale (complessivo di progetto)

Categorie di costo	Contributo concesso da Atto di Concessione (EUR)	Consuntivo (EUR)	Variazione (%)	Variazione (EUR)
Personale	25.054,00 €	27.567,00 €	10%	2.513,00 €
Materiali, attrezzature e licenze	3.000,00 €	0,00 €	-100%	-3.000,00 €
Servizi di consulenza specialistica	0,00 €	0,00 €	0%	0,00 €
Indiretti	3.758,10 €	4.135,05 €	10%	376,95 €
tot SS	31.812,10 €	31.702,05 €	-0,35%	-110,05 €

Per quanto riguarda SIGLA/Relatech si evidenziano le seguenti variazioni rispetto al piano iniziale di progetto, già comunicate in fase di mid-term review: In fase di proposta era stata inclusa una spesa per SIGLA/Relatech, per un Contratto di ricerca con l'Università di Padova (UNIPD) per lavorare sugli aspetti di Cybersecurity legati al progetto. La motivazione alla base della consulenza dipendeva dal fatto che al momento della proposta

l'azienda non disponeva internamente delle competenze necessarie per effettuare le analisi richieste. A seguito della acquisizione di Gruppo SIGLA da parte di Relatech SPA, azienda che propone la Cybersecurity come uno dei temi centrali della propria offerta, ora queste competenze sono presenti all'interno del gruppo, per cui le attività previste per il menzionato contratto di ricerca (10000 Euro) sono stato sostituite con l'impiego di personale interno al gruppo. Un'ulteriore spesa prevista per hardware (3000 Euro) inizialmente pianificata per l'acquisto di risorse hardware per l'hosting del data analytics engine è stata reindirizzata verso risorse interne per l'utilizzo e mantenimento di risorse sul cloud aziendale disponibile in Relatech. Per quanto riguarda i costi di personale, va segnalato che parte del lavoro negli ultimi due trimestri è stato svolto da personale impiegato nella sede di Sesto San Giovanni (MI) (riportato nella sezione Consultivo altre regioni).

SITEM

Ricerca Industriale (complessivo di progetto)

Categorie di costo	Contributo concesso da Atto di Concessione (EUR)	Consuntivo (EUR)	Variazione (%)	Variazione (EUR)
Personale	45.158,00 €	45.161,00 €	0,01%	3,00 €
Materiali, attrezzature e licenze	0,00 €	0,00 €	0%	0,00 €
Servizi di consulenza specialistica	0,00 €	0,00 €	0%	0,00 €
Indiretti	6.773,70 €	6.774,15 €	0,01%	0,45 €
tot RI	51.931,70 €	51.935,15 €	0,01%	3,45 €

Sviluppo Sperimentale (complessivo di progetto)

Categorie di costo	Contributo concesso da Atto di Concessione (EUR)	Consuntivo (EUR)	Variazione (%)	Variazione (EUR)
Personale	19.353,00 €	17.507,00 €	-10%	-1.846,00 €
Materiali, attrezzature e licenze	3.000 €	5.130,00 €	71%	2.130,00€
Servizi di consulenza specialistica	0,00 €	0,00 €		0,00 €
Indiretti	2.902,95 €	2.626,05 €	-10%	-276,90 €
tot SS	25.255,95 €	25.263,05	0,03%	7,10 €

Per SITEM si evidenzia una riduzione a consuntivo delle spese di personale per attività di SS dovute all'impiego di strumentazione che, sebbene più cara (variazione positiva di tale voce rispetto al budget) ha effettivamente consentito una più facile integrazione.

PM10

Ricerca Industriale (complessivo di progetto)

Categorie di costo	Contributo concesso da Atto di Concessione (EUR)	Consuntivo (EUR)	Variazione (%)	Variazione (EUR)
Personale	54.000,00 €	53.406,00 €	-1.1%	-594,00 €
Materiali, attrezzature e licenze	0,00 €	0,00 €		0,00 €
Servizi di consulenza specialistica	0,00 €	0,00 €		0,00 €
Indiretti	8.100,00 €	8.010,90 €	-1.1%	-89,10 €
tot RI	62.100,00 €	61.416,90 €	-1.1%	-683,10 €

Sviluppo Sperimentale (complessivo di progetto)

Categorie di costo	Contributo concesso da Atto di Concessione (EUR)	Consuntivo (EUR)	Variazione (%)	Variazione (EUR)
Personale	20.000,00 €	18.864,00 €	-6.58%	-1.316,00 €
Materiali, attrezzature e licenze	5.000,00 €	7.200,00 €	+44%	+2.200,00 €
Servizi di consulenza specialistica	0,00 €	0,00 €	-	-
Indiretti	3.000,00 €	2.802,96 €	-6.58%	-170,40 €
tot SS	28.000,00 €	28.866,96 €	+2.45%	+866,96 €

DRAGFLOW

Ricerca Industriale (complessivo di progetto)

Categorie di costo	Contributo concesso da Atto di Concessione (EUR)	Consuntivo (EUR)	Variazione (%)	Variazione (EUR)
Personale	47.000,00 €	47.196,00 €	0,42%	196,00 €
Materiali, attrezzature e licenze	40.000,00 €	40.000,00 €	0%	0 €
Servizi di consulenza specialistica	10.000,00 €	9.800,00 €	-2,00%	-200,00 €
Indiretti	7.050,00 €	7.079,40 €	0,42%	29,40 €
tot RI	104.050,00 €	104.075,40 €	0,02%	25,40 €

Sviluppo Sperimentale (complessivo di progetto)

Categorie di costo	Contributo concesso da Atto di Concessione (EUR)	Consuntivo (EUR)	Variazione (%)	Variazione (EUR)
Personale	23.000,00 €	23.004,00 €	0,02%	4,00 €
Materiali, attrezzature e licenze	20.000,00 €	20.000,49 €	0,00%	0,49 €
Servizi di consulenza specialistica	0,00 €	0,00 €	-	0,00 €
Indiretti	3.450,00 €	3.450,60 €	0,02%	0,60 €
tot SS	46.450,00 €	46.455,09 €	0,01%	5,09 €

Per Dragflow Sud srl si evidenzia una minima variazione di budget in relazione alle spese di personale (+200€ complessive) dovute alle ore impiegate per gli approfondimenti resisi necessari per lo studio della normativa vigente in ambito marittimo/navale e per le interlocuzioni con gli enti preposti al rilascio delle autorizzazioni per operare in assenza di certificazione. Tale variazione positiva di budget è stata compensata da una variazione negativa, di eguale importo (-200€), in relazione alle spese sostenute per le consulenze attivate.

IIC

Ricerca Industriale (complessivo di progetto)

Categorie di costo	Contributo concesso da Atto di Concessione (EUR)	Consuntivo (EUR)	Variazione (%)	Variazione (EUR)
Personale	28.000,00 €	30.088,30 €	+7,5%	+2.088,30 €
Materiali, attrezzature e licenze	0,00 €	0,00 €	0%	0,00 €
Servizi di consulenza specialistica	24.000,00 €	21.600,00 €	-10%	-2.400,00 €
Indiretti	4.200,00 €	4.511,70 €	+7,4%	+311,70 €
tot RI	56.200,00 €	56.200,00 €	0%	0,0 €

Sviluppo Sperimentale (complessivo di progetto)

Categorie di costo	Contributo concesso da Atto di Concessione (EUR)	Consuntivo (EUR)	Variazione (%)	Variazione (EUR)
Personale	5.000,00 €	11.260,87 €	+125,2%	+6.260,87 €
Materiali, attrezzature e licenze	3.000,00 €	0,00 €	-100%	-3.000 €
Servizi di consulenza specialistica	12.000,00 €	7.800,00 €	-35%	-4.200 €
Indiretti	750,00 €	1.689,13 €	+125,2%	+939,13 €
tot SS	20.750 €	20.750 €	0%	0,00 €

Per IIC le variazioni in RI, già approvate in sede di mid-term review, sono state causate da spostamento di budget tra consulenza e costi di personale principalmente per prolungamento di attività (tipicamente gestite dal personale IIC) legate a ritardi da parte di enti esterni, tutto all'interno del WP1.

Le variazioni in SS invece sono interamente legate al WP5 e all'attività di comunicazione e disseminazione. Sono stati azzerati i costi di acquisti dedicati all'evento di fine progetto (perchè non rendicontabile in quanto avverrà in data oltre la chiusura della rendicontazione del progetto stesso), diminuiti i costi di consulenza e sono aumentati di conseguenza i costi del personale per le attività organizzative correlate all'evento stesso in quanto inserito all'interno di una manifestazione internazionale di elevato richiamo per il settore di interesse. L'impatto complessivo

delle variazioni, sia per RI che per SS, è nullo. Alla data di redazione del presente documento, l'impegno finanziario di IIC (sia per acquisti che per personale) si è rivelato maggiore di quanto previsto a budget ma non rendicontabile.