

Le attività dell'Agenzia Spaziale Italiana nel settore della Navigazione Marittima

Ing. Mauro Cardone

Agenzia Spaziale Italiana

Infrastrutture, Sistemi e Servizi GNSS per il settore Marittimo

Ordine degli Ingegneri di Roma

Roma, 17 aprile 2024



Ordine degli Ingegneri
della Provincia
di Roma



Agenzia Spaziale Italiana

Contenuto della presentazione

Si tratteranno i seguenti temi:

- ASI e il settore marittimo
- La nuova frontiera dell'automazione marittima
- Conclusioni





ASI e il settore marittimo

Lo spazio per le applicazioni marittime

L'integrazione di sistemi innovativi, basati su tecnologia satellitare e terrestre per la **navigazione marittima** e la **gestione portuale**, fornisce una grande opportunità di **sviluppo tecnologico** con forti ricadute **sociali**.

Lo sviluppo di servizi per la navigazione marittima supporta l'**e-Navigation**, una strategia sviluppata dall'International Maritime Organization (IMO) volta a migliorare sia l'organizzazione e scambio di informazioni tra navi e terra, sia la sicurezza marittima, sia a proteggere l'ambiente marino.

I Benefici



Il trasporto marittimo automatizzato sarà uno degli sviluppi più importanti del settore marittimo nel futuro

Migliorare la sicurezza nelle aree portuali sia per la tutela dei cittadini e lavoratori, sia rispetto a possibili azioni criminose

- Risparmio carburante
- Ottimizzazione rotte
- Gestione dei servizi e delle operazioni portuali
- Monitoraggio inquinanti

Utenti Finali

Soggetti Pubblici
Autorità Portuali
Capitanerie di Porto
Autorità doganali



Soggetti privati
armatori, aziende per il trasporto e logistica, compagnie assicurative

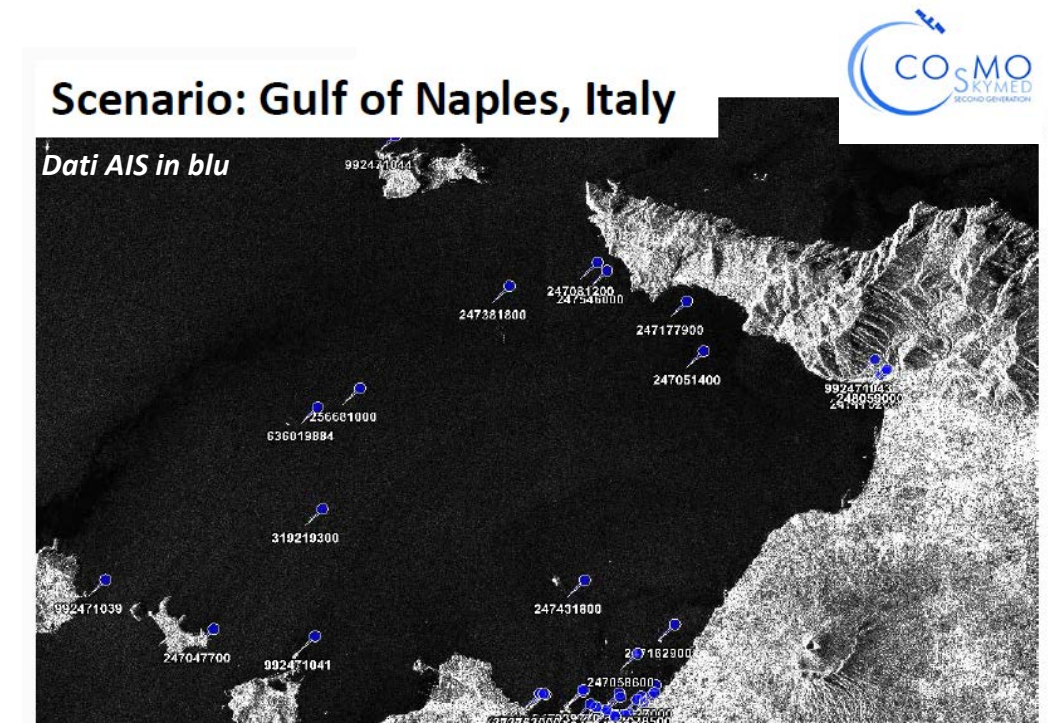
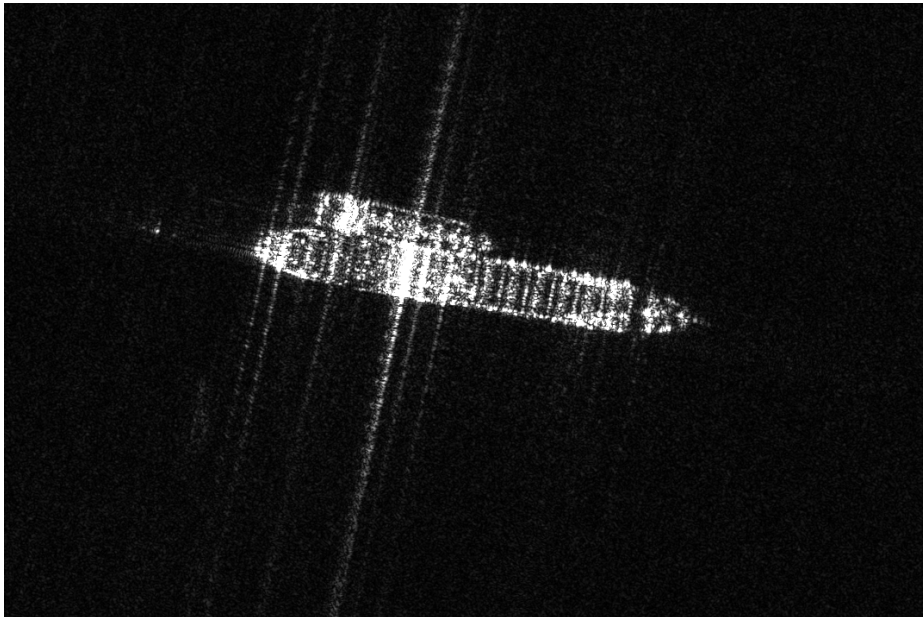


Sorveglianza del traffico marittimo

L'uso integrato delle tecnologie satellitari per la navigazione, le telecomunicazioni e l'osservazione della Terra può contribuire alla sorveglianza del traffico marittimo, aumentando il livello di sicurezza e favorendo la prevenzione degli illeciti.

Utilizzo combinato di dati AIS (Automatic Identification System) e di immagini satellitari SAR COSMO-SkyMed per la *detection* di navi e il riconoscimento di imbarcazioni «non autorizzate», ad es. pescherecci illegali, traffico di migranti, etc..

Esempio di nave cargo identificata con dati SAR ad alta risoluzione



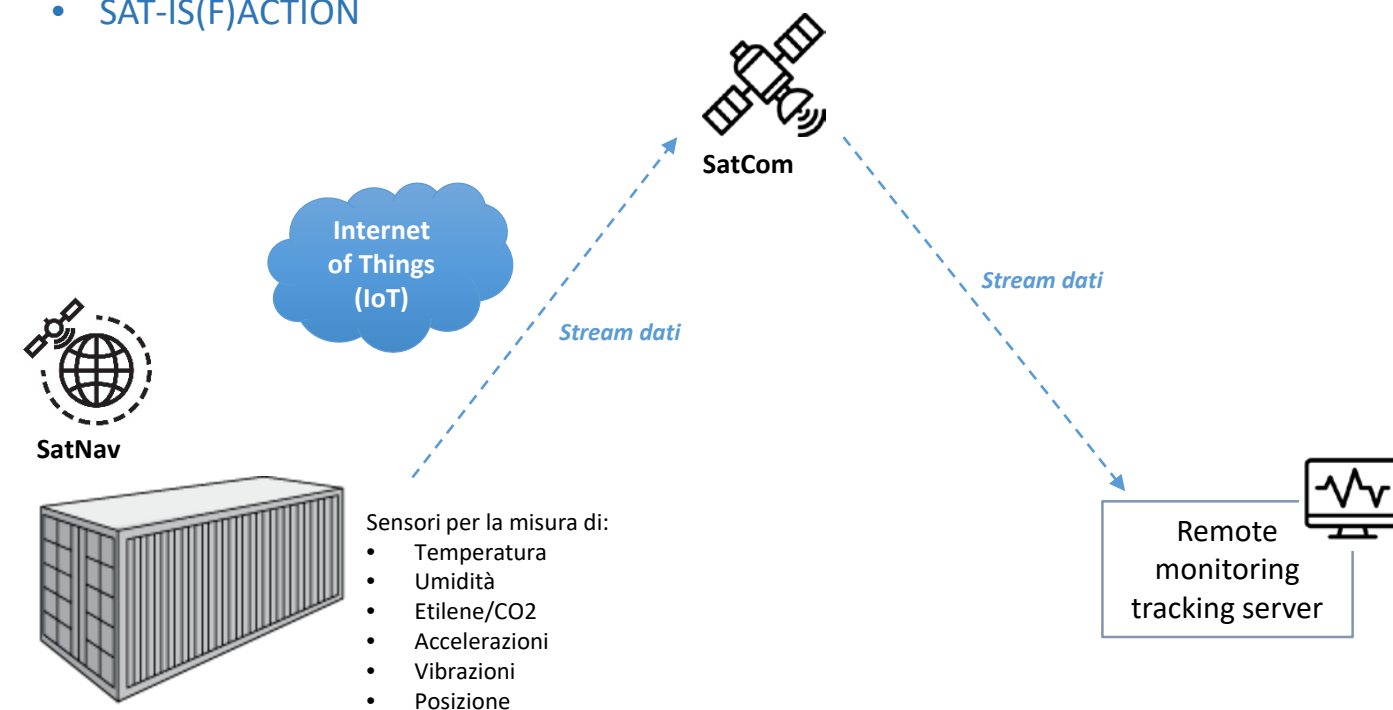
Connettività satellitare a servizio del trasporto merci

Il monitoraggio continuo dei container viene effettuato per verificare le condizioni ambientali e la qualità delle merci trasportate attraverso la raccolta di dati da specifici sensori.

L'uso del satellite permette di realizzare una continuità del servizio dal porto fino al mare aperto, anche durante viaggi intercontinentali.

Progetti finanziati da ASI attraverso ESA:

- 5GSensor@sea
- SAT-IS(F)ACTION



Ricadute sul **mercato** con **commercializzazione** del servizio

Utenti **privati** interessati: operatori della logistica, produttori di container, compagnie assicurative

Monitoraggio ambientale: *oil spill*

Disastro ambientale della piattaforma petrolifera Deepwater Horizon (20 aprile 2010): massiccio sversamento di petrolio nelle acque del Golfo del Messico in seguito a un incidente riguardante il Pozzo Macondo che si trova a oltre 1.500 m di profondità.



Image © Steadfast TV

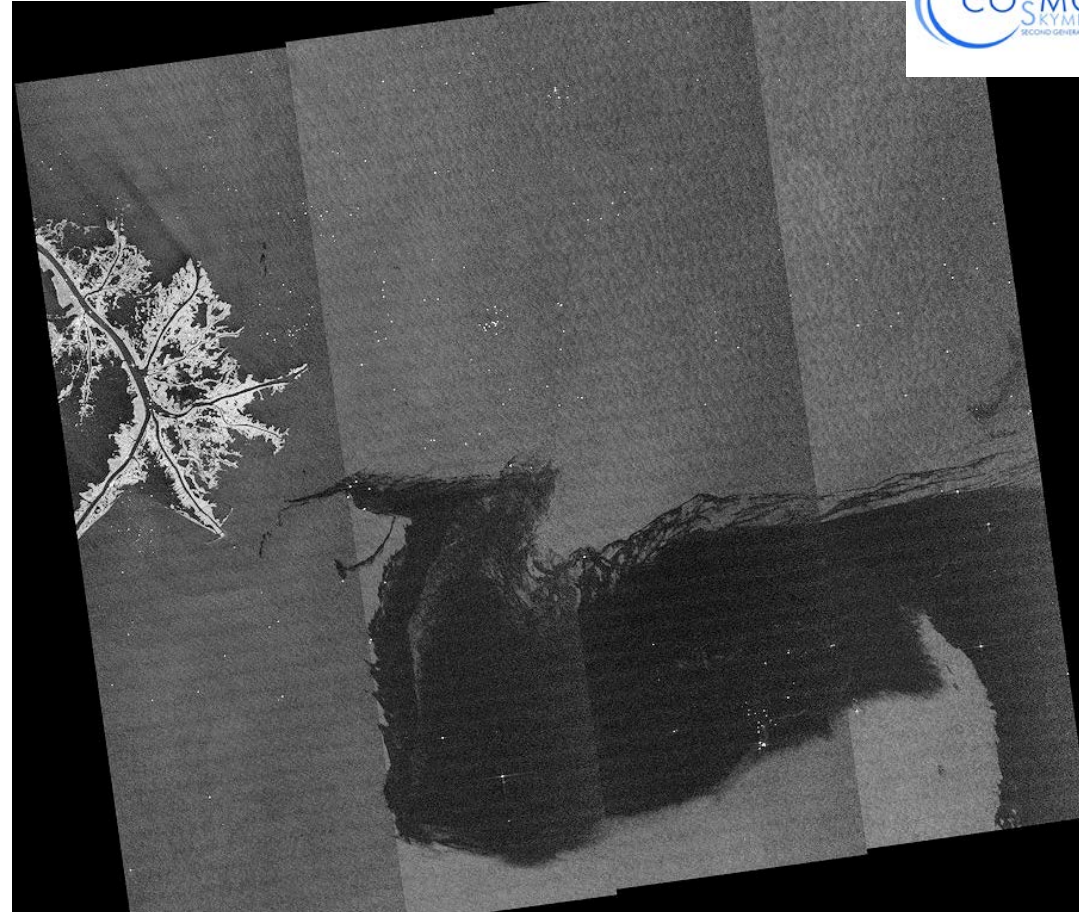


Immagine COSMO-SkyMed 3 ScanSAR Wide.

Il satellite italiano **COSMO-SkyMed** ha permesso di osservare la vasta area affetta dal disastro. Numerose imbarcazioni intervenute per contenere lo sversamento sono identificabili sull'immagine.

Data ed ora di acquisizione:

April 29, 2010 12:09 UTC

ASI-PORTI: Gestione portuale integrata con accesso al porto assistito da satellite

- **Inizio Progetto:** Dicembre 2020
- **Durata:** 24 mesi
- **Siti di test:** Venezia e Napoli
- **Enti coinvolti:** Capitanerie di Porto, Autorità Portuali
- **Contraente industriale:** Engineering Ingegneria Informatica S.p.a. (sub-co SpaceExe)



L'obiettivo del Progetto è stato lo sviluppo ed implementazione di **soluzioni innovative per la gestione portuale, basate sulla navigazione satellitare** (in special modo sui servizi di Galileo) e **integrate** (per es. con l'utilizzo dei dati di sistemi quali VTS, AIS, per il monitoraggio delle condizioni meteomarine, etc.).

Le linee base del progetto sono state:

- dimostrazione delle capacità del sistema GALILEO di soddisfare i requisiti di prestazione indicati dalle normative IMO per l'introduzione nel World Wide Radio Navigation System (WWRNS) nelle diverse operazioni Portuali
- studio e implementazione prototipale di un sistema centralizzato di allerta ed allarme per le operazioni portuali
- utilizzo del segnale AIS per la trasmissione di informazioni complementari che possano essere utili per l'ottimizzazione delle prestazioni, migliorare gli aspetti decisionali ed aumentare la sicurezza in aree interne al porto o prossime ad esso

Attività di **Ricerca e Sviluppo** per un dimostratore sperimentale GNSS

Sistema Integrato

Segmento di bordo

basato su sistema **GNSS** + utilizzo del segnale AIS per la trasmissione delle correzioni differenziali GNSS

Segmento di terra

gestione delle operazioni portuali, augmentation GNSS, funzioni di allerta e allarme (safety)



GSAB: Grimaldi Satellite Assisted Berthing



Obiettivo: Grimaldi è il leader del progetto GSAB destinato a mettere a punto e testare il primo sistema di guida assistita con tecnologia satellitare per gestire le manovre di attracco di navi Pure Car & Truck Carrier (PCTC) di grandi dimensioni.

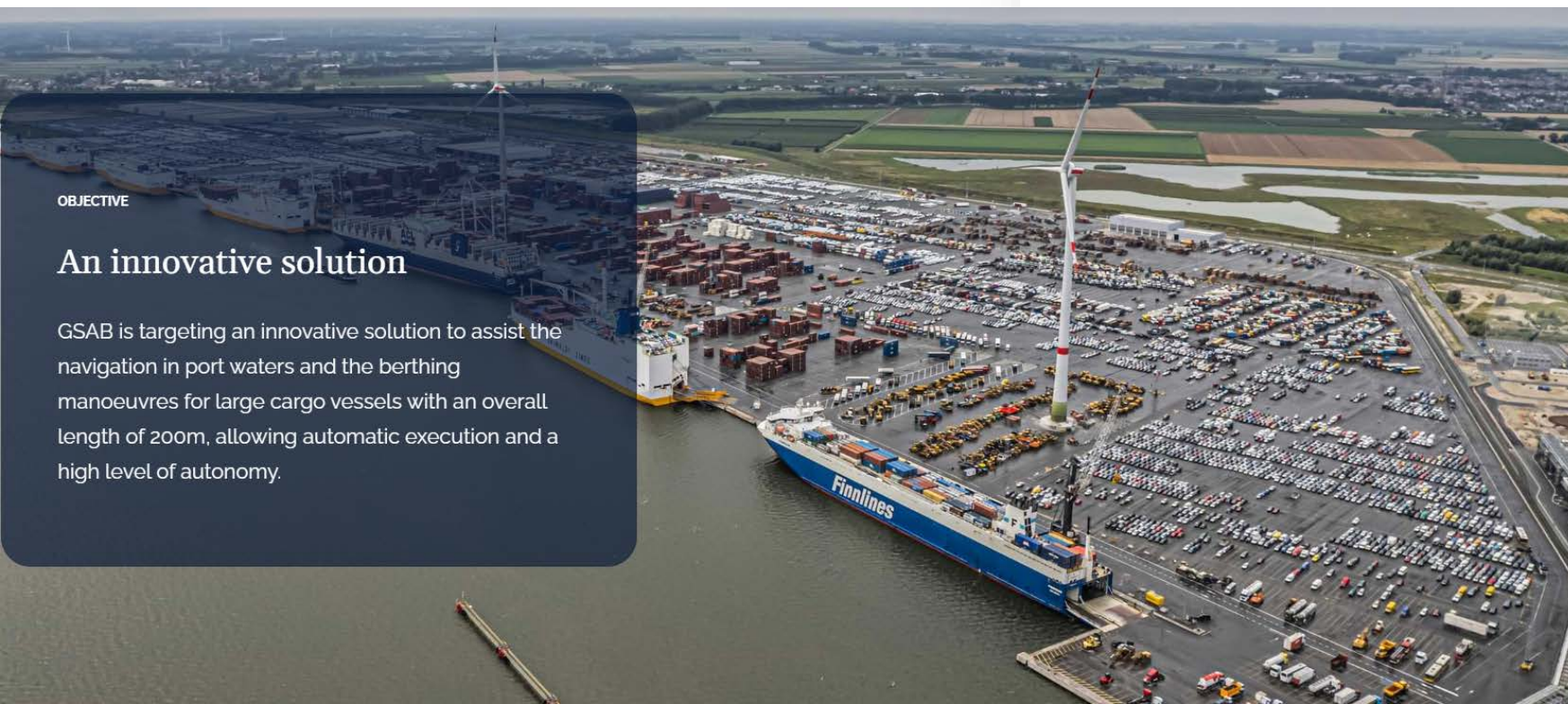
GSAB, introducendo le ultime innovazioni sulle tecnologie multi-sensore satellitari, contribuirà a migliorare l'efficienza delle manovre nel porto e ad aumentare la sicurezza riducendo le emissioni di CO2 in linea con la strategia di un trasporto marittimo più verde e più sicuro.



OBJECTIVE

An innovative solution

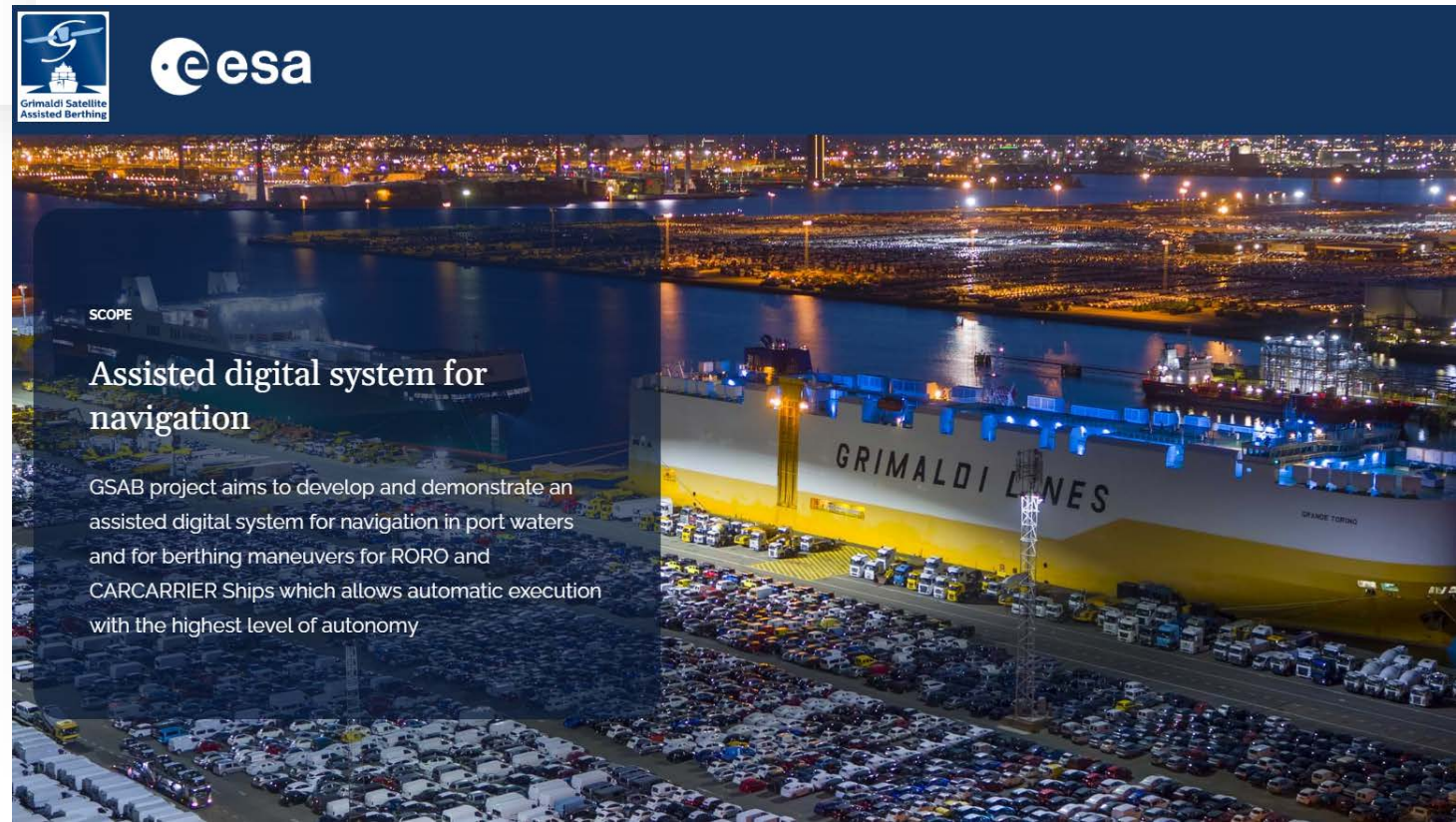
GSAB is targeting an innovative solution to assist the navigation in port waters and the berthing manoeuvres for large cargo vessels with an overall length of 200m, allowing automatic execution and a high level of autonomy.



GSAB



- Inizio: 08/09/2022, fase 1 conclusa, durata: 18 Mesi.
- La prima fase è stata dedicata alla progettazione delle attrezzature e relative prove di laboratorio e pre-installazione del sistema a bordo della nave.
- La seconda fase sarà dedicata all'attracco assistito e sarà attivata a partire da marzo 2024. Essa prevede i test in campo reale che si svolgeranno nel porto di Anversa presso il terminal Grimaldi (Antwerp Euroterminal) e l'analisi e validazione degli stessi test per pianificare le ulteriori fasi necessarie alla messa in servizio. Per i test operativi, per la prima volta verrà utilizzata una delle grandi navi ro-ro del gruppo partenopeo.
- Progetto autorizzato e finanziato da ASI nell'ambito del programma NAVISP-element 2 di ESA



5G MASS

5G MASS: 2022 - 2024

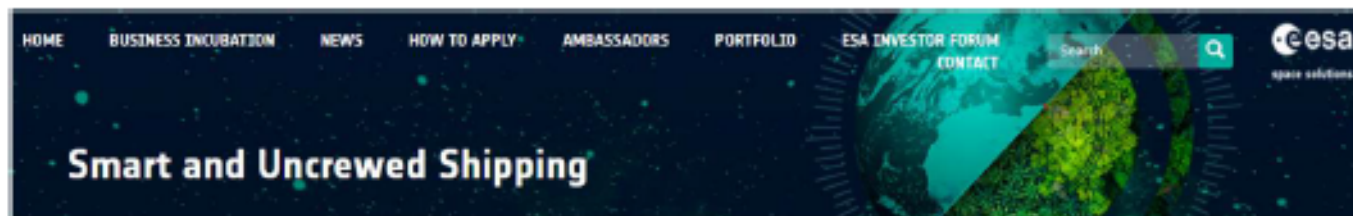


Under the supervision of the IT Coast Guard



© CNIT - all rights reserved

- Submitted to ESA “Smart and Uncrewed Shipping” Call for Proposals:
 - supported by ASI; [BASS program]
 - led by TIM as prime contractor;
 - framed into ESA/ITCG SMTF.
- Objectives:
 - integration of on-board, land-based and nomadic equipment with technological solutions already available from the ICT landscape;
 - standardization and replicability;
 - field trials and risk assessment;
 - definition of the end user requirements and valorization of the acquired skills.



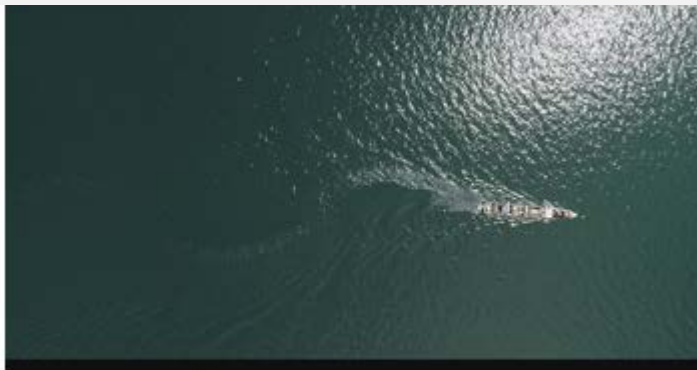
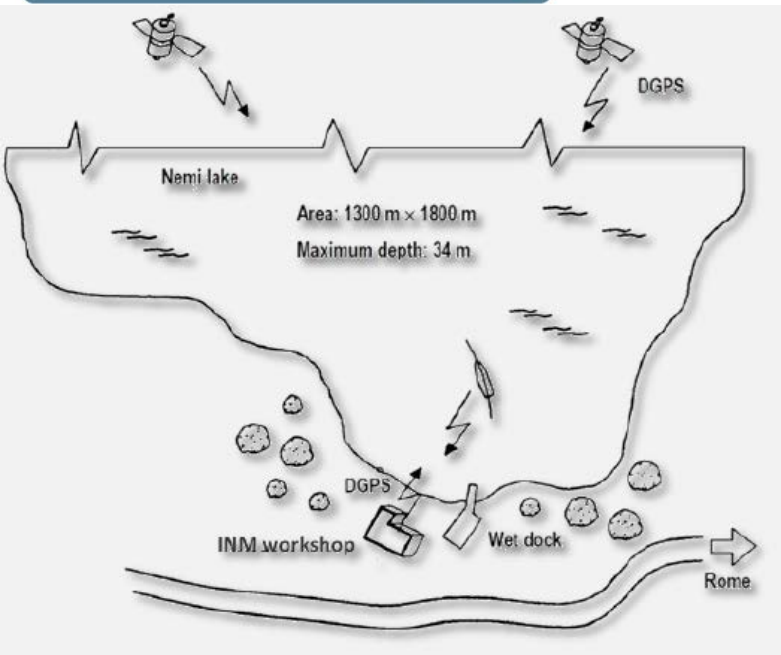
5G MASS



- Analysis on a manoeuvre with number of detections and calculation of minimum distance from the obstacles.
- The results will be compared with the AIS genuine and interpolated data to show the higher accuracy that can be achieved by the 5G MASS system.



I-MASTER
Italian Maritime Autonomous Surface ships TEst Range



Zig-zag test (bird eye view)

Il progetto I-MASTER (Italian - MAss - TEst - Range) è guidato dal CNR-INM e include come sottocontraenti Engineering e Spaceex.

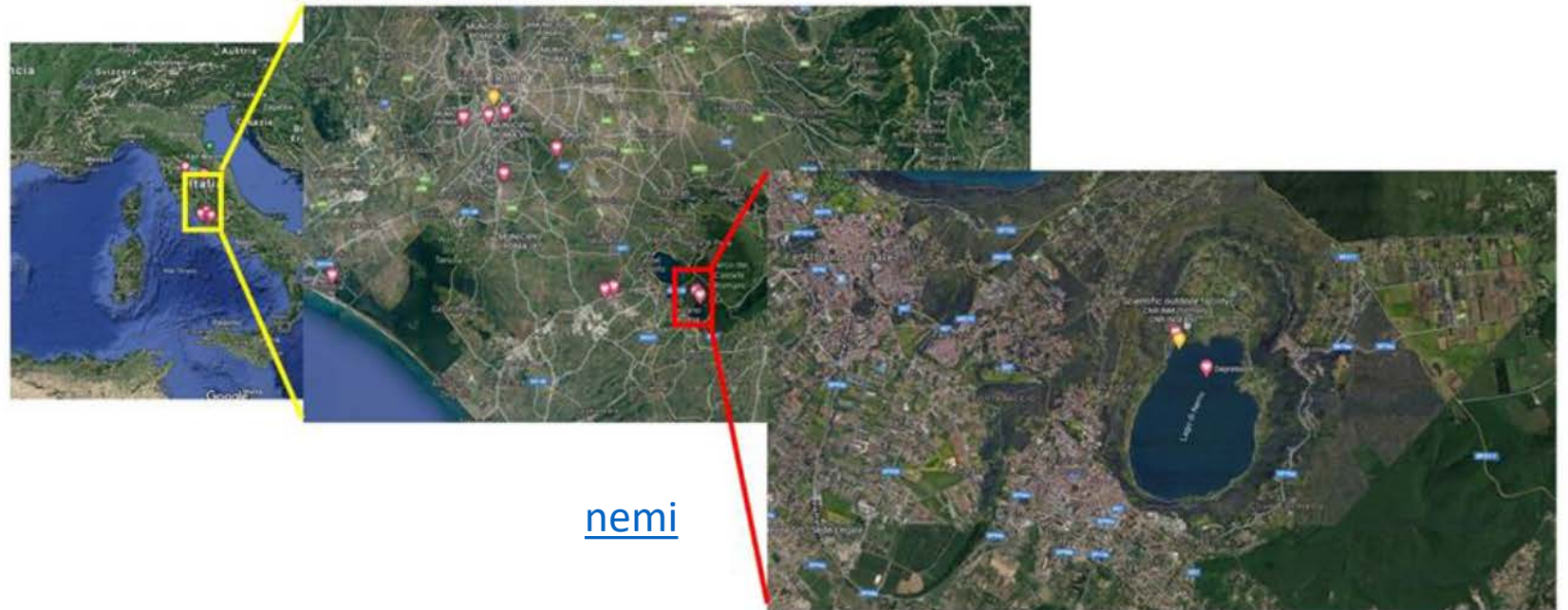
Lo scopo del progetto è quello di costruire un sito di prova presso il lago di Nemi per testare e convalidare nuovi modelli di imbarcazioni, dispositivi, sottosistemi, apparati e procedure per il MASS.

Obiettivo di I-MASTER è anche il perseguimento della cooperazione internazionale, il contributo alla diffusione delle migliori pratiche comuni e delle tecnologie nazionali nel settore MASS.



ISTITUTO DI INGEGNERIA DEL MARE
INSTITUTE OF MARINE ENGINEERING

The CNR-INM's outdoor facility
on the volcanic lake of NEMI



- The CNR-INM Institute scientific topics
- **The Outdoor Facility**
- Experimental activities at the Nemi Lake (Manoeuvrability)
- Future activities as MASS test area

[nemi](#)



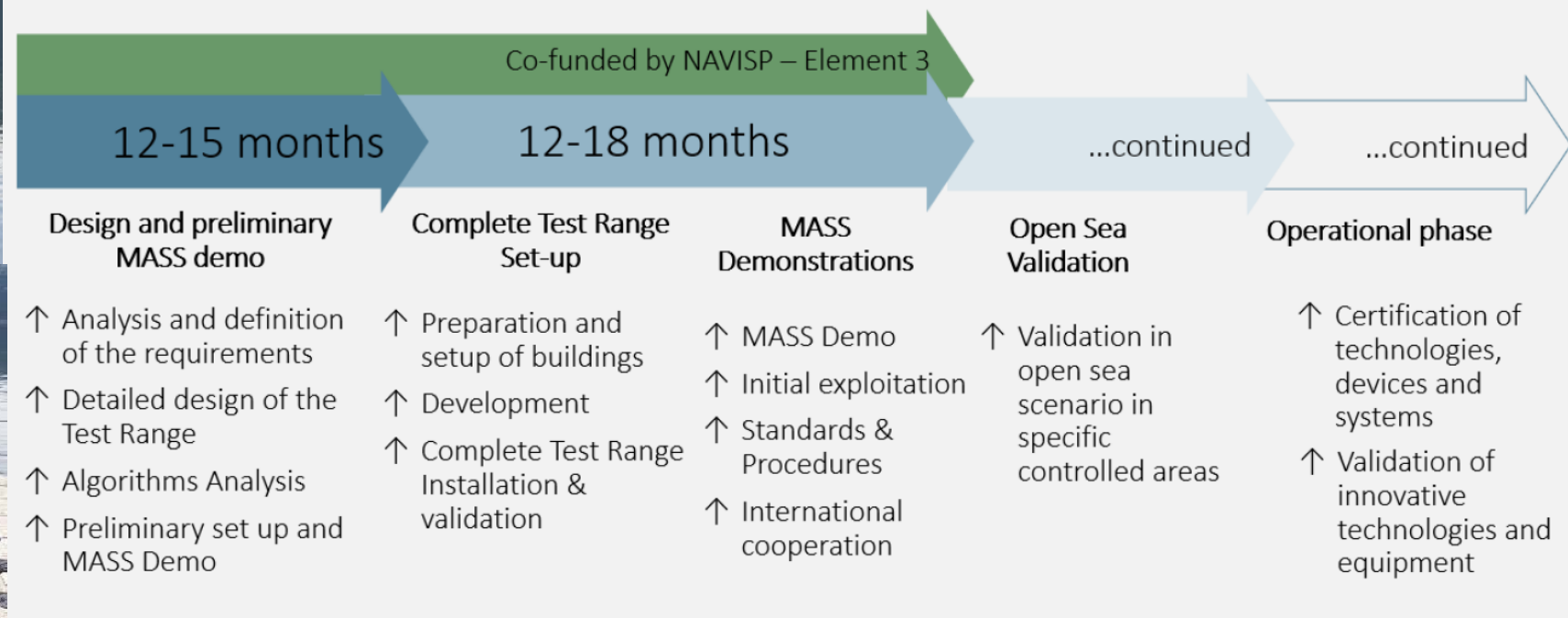
I-MASTER

Italian Maritime Autonomous Surface ships TEst Range

Il progetto è suddiviso in due fasi:

- Fase 1 (12 mesi). Già autorizzata, comprende il progetto e la dimostrazione preliminare con MASS di livello 3
- Fase 2 (18 mesi), comprende la realizzazione completa del sito di prova per MASS fino al livello 4

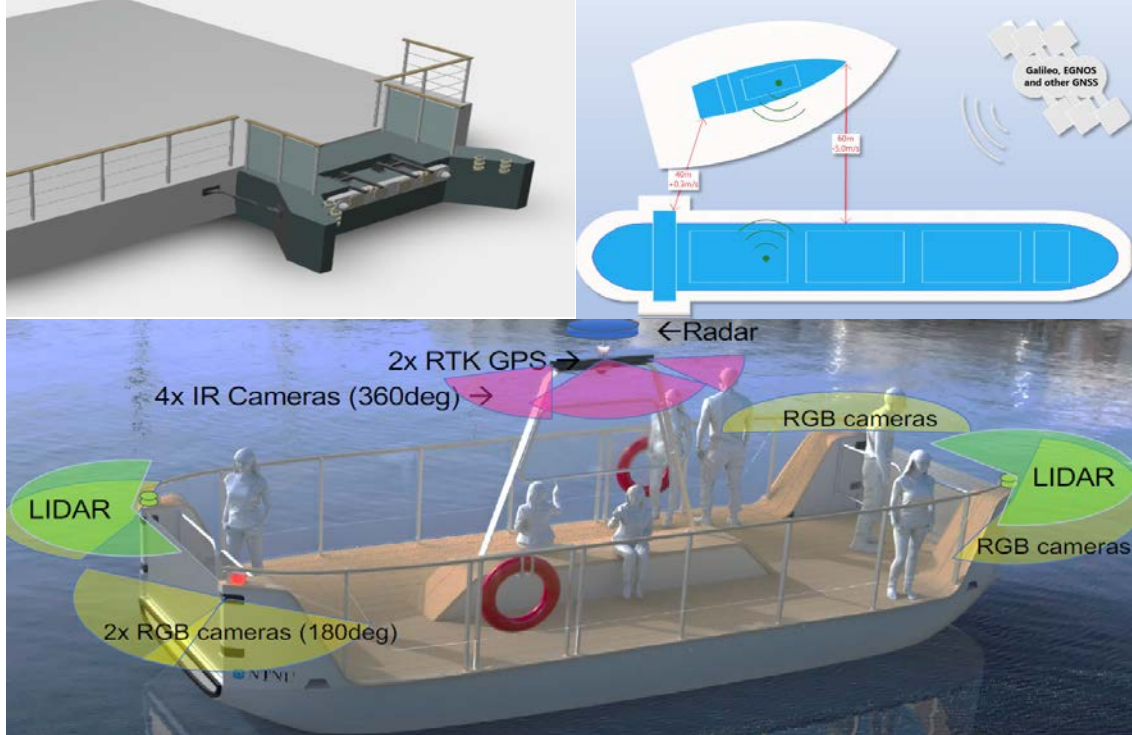
Il progetto è sostenuto e finanziato all'ASI nel quadro del programma elemento 3 di NAVISP (ESA).



La nuova frontiera dell'automazione marittima



Sistemi di navigazione per la guida autonoma marittima



Charlie USV (2008)



www.autonomous-ship.org



Trondheimsfjorden: World's first test site for autonomous ships

L'evoluzione del trasporto marittimo

- Il trasporto marittimo si trova attualmente ad affrontare **nuove sfide**, quali l'aumento significativo dei volumi di trasporto, requisiti ambientali più rigorosi e l'incipiente carenza di personale marittimo.
- Per rispondere a queste nuove sfide, IMO (International Maritime Organization) sta sviluppando una **strategia di innovazione tecnologica** che include elementi quali E-navigation, Multi-system Shipborne Receiver (MSR) e l'automazione marittima.
- In particolare, l'automazione marittima, l'uso sempre più intensivo del GNSS e **le altre nuove tecnologie** quali 5G/6G, comunicazioni satellitari, cloud, UAV, block chain, IOT, digital twin/GIS e osservazione della terra porteranno benefici importanti nei settori applicativi marittimi.
- Per quanto riguarda il GNSS, **la sua penetrazione nelle navi dovrebbe raddoppiare nel prossimo decennio**, dal 20% al 40%, poiché le navi da diporto faranno sempre più ricorso al GNSS, oltre alle navi mercantili (che sono già dotate di ricevitori GNSS) per coprire le applicazioni di navigazione e posizionamento (AIS, Automatic Identification System).
- Uno dei nuovi concetti dirompenti che hanno il potenziale di rispondere a queste sfide è **la navigazione autonoma della nave**.

L'automazione del trasporto marittimo

- **USV/AUV (Unmanned Surface Vehicles/Autonomous Surface Vehicles) e MASS (Maritime Autonomous Surface Ship)** costituiscono alcuni degli sviluppi più importanti del settore marittimo nel futuro.
- In particolare, come nel campo stradale o degli UAV, è ampiamente previsto che **il trasporto marittimo diventerà sempre più automatizzato**, e quindi la tecnologia navale autonoma è già in fase di sviluppo e di dimostrazione in molti paesi in tutto il mondo.
- Tralasciando i primi impieghi specifici militari di USV, gli studi dedicati all'automazione nel campo marittimo per scopi civili coprono, infatti, **ormai più di due decenni**.
- Il primo esempio documentato è costituito dal veicolo del MIT del 1996 chiamato **Artemis** e dedicato alla batimetria automatizzata.
- **Attualmente, si stima che il mercato delle navi autonome dovrebbe crescere a un tasso veloce nel prossimo futuro.** Secondo il rapporto della BIS Research il mercato navale autonomo, in termini di volume, dovrebbe crescere al tasso del 26,7% durante il periodo 2024-2035 e generare cumulativamente un fatturato di 3,48 miliardi di dollari entro il 2035.

Benefici dell' automazione del trasporto marittimo

Il trasporto marittimo autonomo è capace di apportare benefici diretti per l'utenza secondo le seguenti direzioni:

- **Green and Smart Ports.** L'automazione consentirà operazioni navali più efficaci e competitive, riducendo nel contempo ulteriormente l'impatto ambientale delle navi, specialmente nei porti.
- **Maritime Sustainability.** *L'oceano e il mare sono uno spazio strategico e la base di risorse per la sopravvivenza degli esseri umani e lo sviluppo sostenibile della società.* Navi automatiche di superficie e sottomarine potranno eseguire in maniera semplice e continua il monitoraggio delle zone costiere, dell'inquinamento delle acque, dell'inquinamento acustico prodotto dai trasporti marittimi, delle aree marine protette e delle infrastrutture costiere.
- **Security and Safety.** Navi automatiche potranno essere impiegate per sorvegliare il traffico marittimo, per prevenire frodi nella pesca, l'immigrazione illegale e i crimini ambientali, pattugliare i mari in operazioni duali ed eseguire operazioni di SAR *secondo il paradigma 3D (dull, dirty and dangerous).*

Nel futuro prossimo la navigazione sarà sempre più autonoma



MSC 100 Dec 3-7 2018 Agenda 100-5



Livello uno: nave con processi automatizzati e supporto decisionale

I marittimi sono a bordo per operare e controllare i sistemi e le funzioni di bordo. Alcune operazioni possono essere automatizzate e, a volte, non supervisionate ma con i marittimi a bordo pronti a prendere il controllo.

MASS 1

Livello due: nave controllata a distanza con marittimi a bordo

La nave è controllata e gestita da un'altra posizione. I marittimi sono disponibili a bordo per prendere il controllo e far funzionare i sistemi e le funzioni di bordo.

MASS 2

Livello tre: nave controllata a distanza senza marinai a bordo

La nave è controllata e gestita da un'altra posizione. Non ci sono marittimi a bordo.

MASS 3

Livello quattro: nave completamente autonoma

Il sistema operativo della nave è in grado di prendere decisioni e determinare le azioni da solo.

MASS 4

Classe d'uso di ASV : monitoraggio ambientale, trasporto, sorveglianza, SAR, monitoraggio fondali con ASV+AUV...



ASV

L' approccio dell' ASI

Il primo esempio documentato è costituito dal veicolo del MIT del 1996 chiamato **Artemis** e dedicato alla batimetria automatizzata.

In Italia si ricorda il lavoro pionieristico condotto dal gruppo del **prof. Caccia** del Consiglio Nazionale delle Ricerche–Istituto di Studi sui Sistemi Intelligenti per l'Automazione (CNR-ISSIA, Genova ora CNR-INM) che nel 2005 realizzò i primi catamarani a guida autonoma (**Charlie e SESAMO**) per il monitoraggio ambientale.

In questo contesto l'ASI mira a sviluppare un sistema di localizzazione marittimo integrato in un prototipo MASS di livello 4 (fully autonomous) senza personale a bordo, che potrà essere testato nel sito di prova di navi autonome presso CNR-INM di Nemi, in corso di realizzazione con progetto Europeo I-MASTER (Italian MASs TEst Range) del NAVISP–elemento tre, approvato recentemente da ASI e già partito nel Marzo 2024) in modo da avere **un approccio olistico nazionale alla tecnologia MASS**.

L'obiettivo strategico di questa iniziativa è di **innalzare la consapevolezza e accrescere le competenze tecnologiche della filiera italiana** nel campo della navigazione autonoma capitalizzando il lavoro del CNR-ISSIA e i successivi studi in modo da raggiungere il livello delle nazioni più avanzate del settore, quali i paesi scandinavi (si citano come esempi nel settore Rolls Royce, Kongsberg, DNV GL, Norwegian University of Science and Technology (NTNU)).

Tale obiettivo sarà raggiunto **mettendo a punto il componente essenziale della localizzazione di bordo** che sarà impiegato secondo le prescrizioni IMO per l'automazione marittima.



Oggetto del bando ASI per il MASS 4

Il progetto del GNC per ASV

- Fondamentale per realizzare ASV è il sistema di Guida, Navigazione e Controllo (GNC).
- **NAVIGAZIONE** – Il sistema di Navigazione consente la valutazione completa dello stato del veicolo e dei suoi dintorni basandosi sui dati dei sensori.
- **GUIDA** - Sulla base delle informazioni sullo stato fornite dal sistema di navigazione, l'obiettivo della guida è quello di pianificare e generare possibili percorsi dal punto di partenza alla destinazione con la capacità di evitare ostacoli e rispettare le regole marittime COLREGs (1972).
- **CONTROLLO** - Questo modulo determina le necessarie forze di controllo affinché una nave segua il percorso impostato dal pianificatore, considerando lo stato attuale della nave rilevato dal GNSS e dagli altri sensori di percezione.





LOCBM

ASI bandisce il lotto 3 la realizzazione di un sistema di posizionamento di precisione di tipo multi-sensore, ad alta integrità e certificabile per le imbarcazioni marittime (**LOCBM-Localizzatore di Bordo di tipo Marittimo**) adatto per la localizzazione di una nave autonoma di livello quattro (ASV).

Il progetto del localizzatore LOCBM

- Il progetto riguarda la realizzazione del localizzatore GNSS come elemento essenziale del sistema di Navigazione di un ASV.
- Esso dovrà, come minimo:
 - rispettare i requisiti di prestazione secondo gli standard IMO A.915 (22) e A.1046(27), Resolution MSC.233(82) [Galileo] e Resolution MSC.112(73)[GPS].
 - definire l'architettura del localizzatore secondo il concetto di fusione multisensore di MSR (IMO Circ. 1575) e le linee guida del "Multi-system shipborne radionavigation receiver equipment", come descritto dalle Resolution MSC.401 (95) e MSC.432 (98),
 - beneficiare dei sistemi di augmentation marittimi [NRTK, PPP-AR o PPP-RTK],
 - implementare il controllo dell'integrità [risoluzioni A.915 (22), A.1046(27) e standard IEC serie 1 (GPS) e 3 (Galileo)],
 - mitigare gli effetti del multipath marino,
 - usare di tecniche di ML/DL per il posizionamento,
 - garantire la resistenza allo spoofing/jamming/meaconing.

**Conclu
sioni**



Blue economy. Per una navigazione efficiente

- Con una costa di 8.700 chilometri e la sua posizione strategica nel Bacino del Mediterraneo, l'Italia è la terza "**blue economy**" in Europa.
- L'intera blue economy, **con il trasporto marittimo come segmento più importante**, ha generato circa 143 miliardi di euro, pari al 9 % del PIL italiano, coinvolge 228k imprese e impiega 914k addetti (Relazione annuale Confitarma 2023).
- L'importanza del settore marittimo e del mare è stata recentemente evidenziata dall'istituzione del nuovo **Ministero per le Politiche del Mare e del Sud**.
- **Il trasporto marittimo è indispensabile ed è la spina dorsale del sistema commerciale internazionale e della nostra economia**, poiché la stragrande maggioranza di tutte le merci tra l'Europa e l'estero sono trasportate su grandi navi.
- A livello globale, **oltre l'80% del volume internazionale di merci viene trasportato via mare**, con una tendenza al rialzo: tra il 1990 e il 2015, il trasporto marittimo è infatti aumentato di oltre il 150%, dimostrando la crescente importanza del settore.
- Di conseguenza, **l'efficienza dei porti ha un impatto diretto sull'economia dei paesi** che se ne servono.

Navigazione marittima sostenibile e sicura

- Occorre affrontare le sfide associate all'impatto ambientale del trasporto marittimo sull'ambiente.
- L'Organizzazione Marittima Internazionale delle Nazioni Unite (IMO) ha fissato un obiettivo ambizioso per il trasporto marittimo nel 2018: **ridurre le emissioni di CO2 del trasporto marittimo del 40% entro il 2030 e le emissioni di gas serra del 50% entro il 2050**, entrambi rispetto all'anno di riferimento del 2008.
- Inoltre, servono nuovi sistemi più sicuri per svolgere compiti **ripetitivi, in ambienti ostili o pericolosi** secondo il paradigma 3D *“dull, dirty, or dangerous”*.

La strategia dell'ASI nel campo del trasporto marittimo

- ASI promuove la navigazione via satellite per **aumentarne la sostenibilità, l'efficienza e la sicurezza del trasporto marittimo.**
- **Le tecniche di assistenza all'ormeggio con posizionamento satellitare e la navigazione autonoma nei porti possono ridurre il costo ed aumentare l'efficienza della movimentazione della navi in porto.** Per quanto riguarda l'aumento della produttività nei porti, l'ASI ha promosso i progetti ASI-porti, 5G-MASS e GSAB al fine di efficientare la movimentazione di merci e passeggeri nei porti Italiani grazie alla tecnologia GNSS. ASI prevede di autorizzare le fasi successive di 5G-MASS e GSAB
- Per affrontare la sfida del trasporto marittimo **sostenibile e sicuro** l'uso della **navigazione autonoma** si rivela una delle tecnologie abilitanti. ASI considera la navigazione autonoma essenziale e come tale promuove il test bed I-MASTER e LOCBM per MASS 4.



Grazie per
l'attenzione

Q&A

Per ulteriori
informazioni

Mauro Cardone
mauro.cardone@asi.it