



**UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CATANIA**  
**FACOLTA' DI MEDICINA E CHIRURGIA**  
**Dipartimento di Bio-Medicina Clinica e Molecolare**  
**Dottorato di Ricerca in Patologia ed Ematologia Clinica, Sperimentale e**  
**Computazionale**  
**— XXV CICLO —**  
*Coordinatore: Chiar.mo Prof. Alfredo Ferro*

---

---

**Dott. Salvatore Bellia**

**LA TUTELA DELLA SALUTE DEI LAVORATORI**  
**MARITTIMI: IL PROGETTO SEAMED**

—————  
**Tesi di Dottorato**  
—————

**Relatore:**  
**Chiar.mo Prof. Alfredo Ferro**

**Correlatore:**  
**Chiar.ma Prof.ssa Livia Manzella**

---

---

**Anno Accademico 2011-2012**

## I N D I C E

<b>INTRODUZIONE</b> .....	<b>3</b>
<b>GLI OPERATORI DEL SETTORE MARITTIMO</b> .....	<b>6</b>
CENNI STORICI .....	<b>6</b>
ASSISTENZA SANITARIA .....	<b>8</b>
RISCHI PROFESSIONALI DEL COMPARTO MARITTIMO .....	<b>10</b>
NORMATIVA SULLA SICUREZZA DEI LAVORATORI DEL MARE .....	<b>16</b>
SORVEGLIANZA SANITARIA .....	<b>18</b>
<b>IL PROGETTO S.E.A.MED.</b> .....	<b>21</b>
DESCRIZIONE DEL PROGETTO .....	<b>23</b>
ARCHITETTURA DEL SISTEMA .....	<b>25</b>
<b>KIT ELETTROMEDICALE</b> .....	<b>33</b>
<b>DISCUSSIONE E CONCLUSIONI</b> .....	<b>39</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>42</b>

## INTRODUZIONE

---

Il comparto professionale degli operatori del settore marittimo si distingue da tutte le altre attività lavorative per le sue caratteristiche peculiari di tipo economico e sociale, ma anche e soprattutto per problematiche importanti e talvolta uniche relative alla Sicurezza sul Lavoro.

Infatti, secondo i dati diffusi dall'International Labour Office (ILO), la pesca è una delle attività più pericolose in assoluto, con circa 25 mila decessi l'anno tra i pescatori nel mondo. In Europa, sottolinea l' Eurostat, è considerata tra le lavorazioni a maggior rischio infortunistico, dato supportato dall'Agenzia Europea per la Salute e Sicurezza nei Luoghi di Lavoro che ritiene la pesca l'attività economica più pericolosa, con un' incidenza di infortuni superiore di ben 2,4 volte alla media dell' Unione Europea<sup>1</sup>.

Inoltre le attività connesse alla pesca e in generale al settore marittimo prevedono per il lavoratore, oltre alla problematica già citata degli infortuni, anche un' esposizione a rischi professionali decisamente superiore e più vasta della maggior parte delle lavorazioni.

Gli operatori del mare infatti sono soggetti a situazioni di notevole fatica e stress lavorativo, sono esposti a rumore e vibrazioni, amianto, radiazioni, agenti biologici e chimici, lavoro notturno, variazioni improvvise del microclima ed a un notevole rischio da movimentazione manuale dei carichi, inoltre presentano una maggiore incidenza di abitudini voluttuarie scorrette (fumo, alcol) e una tendenza all' invecchiamento precoce, in funzione del carattere usurante delle attività svolte<sup>2,3</sup>.

A quanto già accennato va aggiunta la difficoltà di raggiungere i luoghi di lavoro della gente del mare in caso di emergenza, poiché soltanto le imbarcazioni di grossissime dimensioni possiedono personale medico o una struttura di supporto con strumentazione adeguata, mentre la maggior parte dei lavoratori si trovano privi di assistenza, con rischio di decesso o menomazioni gravi a seguito di incidenti, problemi di salute o malori<sup>4</sup>.

Tutelare la salute dei lavoratori marittimi e rendere la navigazione sicura rappresentano quindi un dovere innanzitutto morale, in funzione degli svariati rischi professionali che caratterizzano questa attività, ma diventa anche un mezzo per i governi di tutto il mondo per proteggere gli ingenti interessi economici ad essa legati e l'intero indotto, unico mezzo di sostentamento per moltissime famiglie.

Dopo queste premesse, ci è sembrato mancasse nel panorama scientifico nazionale ed internazionale un valido ausilio per il comparto pesca che potesse aiutare i lavoratori a gestire le situazioni di emergenza ed è così nato il Progetto S.E.A.MED. (Satellite Emergency Assistance for MEDiterranean region), inserito nell'ambito dei finanziamenti per la ricerca della Linea Di Intervento 4.1.1.1 - POR FESR SICILIA 2007-2013 "Salute e Scienze della Vita" e volto a realizzare uno strumento prototipale indossabile per l'effettuazione di una diagnosi remota di primo livello in situazioni di emergenza in seguito a incidenti, problemi di salute o malori, rivolto principalmente agli operatori del settore marittimo, ma comunque estendibile a tutte le località prive di supporto medico.

Lo scenario di riferimento principale del progetto è infatti quello della assistenza alla salute di persone in mare. Il sistema è infatti pensato per fornire prevalentemente un supporto remoto di primo intervento medico alle persone che si trovano su imbarcazioni in navigazione, piattaforme off-shore, ecc. soprattutto in quei casi dove non è prevista, a bordo, la presenza di personale medico o sanitario in genere.

In queste situazioni, la presenza a bordo di un kit di supporto alla tele diagnosi e all'assistenza, utilizzabile anche da personale privo di conoscenze mediche, permette, con il supporto remoto di medici specialisti, la formulazione di un quadro clinico della persona incidentata o colta da malore mirata a fornire la più adeguata ed immediata assistenza. Tutto ciò nella consapevolezza che in molti casi la rapidità di intervento può salvare una vita umana o, comunque, ridurre le conseguenze e i relativi costi sociali diminuendo i tempi di

inabilità temporanea (assenza per malattia) e i casi di menomazione permanente (invalidità).

Inoltre, una rapida diagnosi effettuata quando la persona è ancora a bordo dell'imbarcazione, fornisce ulteriori elementi per l'assistenza di secondo livello al paziente, incluso l'eventuale trasporto diretto verso la struttura sanitaria più appropriata.

## GLI OPERATORI DEL SETTORE MARITTIMO

---

### CENNI STORICI

La tutela della salute è stato sempre un problema per i marinai, data la pericolosità della navigazione, sia per come questa veniva svolta nel passato ma anche per le peculiarità della vita in mare.

L'analisi storica del sistema di tutela previdenziale, sanitario e antinfortunistico per il settore dei lavoratori marittimi mostra come sin dal Medioevo siano state messe in atto alcune forme di protezione, come è possibile evidenziare già negli Statuti delle città marinare.

Nel 1781 ad Amalfi fu scritto a cura del giurista Michele de Iorio il primo Codice della Navigazione.

Successivamente i lavoratori marittimi furono tutelati dal Codice del Commercio del 1883. Nel 1898 venne fondato l'attuale INAIL, quale istituto per l'assicurazione obbligatoria contro gli infortuni sul Lavoro, che continuò a comprendere la gente del mare nel settore del commercio.

A Genova, nel 1905, si costituì il "Sindacato Marittimo Italiano", primo sindacato libero di mutua assicurazione, e nello stesso anno nacque a Napoli il "Sindacato Obbligatorio Meridionale", che assicurava gli equipaggi imbarcati sulle navi del Mezzogiorno continentale e della Sicilia. Nel 1918, a Trieste, sorse poi il terzo sindacato, che si chiamava "Giuliano Infortuni". Da questi sindacati prenderanno origine nel 1933 le Casse Marittime che, oltre all'assistenza infortuni e malattie, per quasi mezzo secolo hanno erogato anche quella sanitaria, sia ai marittimi, che agli amministrativi, che alla gente dell'aria, fino a quando, con il D. Lgs. n. 479/1994, dalla fusione delle tre Casse nasce

l'IPSEMA, l' Istituto di Previdenza del Settore Marittimo, ente pubblico previdenziale che aveva il compito precipuo di assicurare ai dipendenti del settore marittimo la tutela in materia di previdenza, infortuni e malattie professionali. Con la legge n. 122 del 30 luglio 2010, l'IPSEMA viene soppresso e le relative funzioni, con decorrenza dal 31 maggio 2010, sono state attribuite all'INAIL.

Oggi l' INAIL Settore Navigazione gestisce in Italia l'assistenza e la previdenza nei confronti dei lavoratori, con la funzione di tutelarne una particolare categoria, i marittimi appunto, che per tipo di attività e condizioni di lavoro sono esposti a svariati fattori di rischio di ordine tecnico-ambientale e di ordine professionale connessi allo stile di vita che caratterizza l'attività di navigazione. L' INAIL Settore Navigazione assume anche l'assicurazione degli infortuni e le malattie degli equipaggi di navi iscritte in compartimenti esteri<sup>5</sup>.

Attualmente l'INAIL Settore Navigazione provvede ad assicurare circa centomila addetti al settore marittimo che esplicano la loro attività presso circa seimila imprese marittime, articolate in diverse categorie: passeggeri, carico, rimorchiatori e naviglio ausiliario, diporto e pescherecci.

- **Passeggeri:** la categoria comprende le navi da traffico iscritte nelle matricole delle navi maggiori, munite di ruolo equipaggio, con caratteristiche, dotazioni e sistemazioni riservate all'equipaggio tali da essere abilitate alla navigazione di altura ed impiegate in attività di trasporto, prevalentemente di persone.
- **Carico:** comprende le navi da traffico iscritte nelle matricole delle navi maggiori, munite di ruolo equipaggio, con caratteristiche, dotazioni e sistemazioni riservate all'equipaggio tali da essere abilitate alla navigazione di altura ed impiegate in attività di trasporto, prevalentemente di merci.
- **Rimorchiatori:** include i mezzi tecnici adibiti al servizio di rimorchio.

- **Naviglio Ausiliario:** imbarcazioni adibite a svolgere funzioni ausiliarie e destinate a servizi attinenti alla navigazione marittima.
- **Traffico Locale:** navi iscritte nei registri delle navi minori munite di licenza o navi iscritte nelle matricole delle navi maggiori con limitazioni alla navigazione annotate sul ruolo, impiegate in attività di trasporto di persone, merci o misto.
- **Diporto:** la categoria comprende navi e imbarcazioni con qualunque mezzo di propulsione destinate alla navigazione da diporto, effettuata in acque marittime a scopi sportivi o ricreativi, con equipaggio imbarcato con contratto di arruolamento.
- **Pesca Marittima:** comprende le imbarcazioni destinate alla pesca professionale, esercitata da pescatori marittimi e imprese di pesca, iscritti nei registri tenuti dalle Capitanerie di Porto.

## **ASSISTENZA SANITARIA**

L'Assistenza sanitaria al personale navigante e ai loro familiari viene effettuata attraverso le Unità Sanitarie Provinciali che fornisce prestazioni di medicina generale, medicina specialistica e prestazioni diagnostiche.

In ogni caso il Ministero della salute assicura l'assistenza sanitaria in Italia e all'estero al personale imbarcato o in attesa di imbarco appartenente alle categorie previste dall'art. 2 del DPR 620/80. Le categorie di beneficiari sono:

- cittadini italiani e stranieri ed apolidi che compongono l'equipaggio di navi, natanti e galleggianti della marina mercantile italiana e di piattaforme o che siano comunque imbarcati su detti mezzi per il servizio degli stessi;
- marittimi italiani, stranieri e apolidi, che siano in attesa di imbarco in territorio



- italiano per taluno degli impieghi di cui alla precedente lettera a), purchè risultino per contratto a disposizione dell'armatore;
- lavoratori italiani imbarcati, in base a contratto, su navi, galleggianti e piattaforme battenti bandiera estera qualora non usufruiscano di assistenza sanitaria da parte dell'armatore straniero o di servizi sanitari stranieri ovvero il livello di tali prestazioni sia palesemente inferiore a quello delle prestazioni assicurate con il presente decreto;
  - lavoratori della pesca marittima, autonomi ovvero alle dipendenze di ditte italiane o straniere, con sede operativa di base nel territorio italiano, esclusi quelli iscritti nel registro di cui all'articolo 9 della legge 14 luglio 1965, n. 963, che esercitano la pesca costiera locale e ravvicinata di cui all'art. 9 del D.P.R. 2 ottobre 1968, n. 1639, su navi munite del permesso di pesca costiera, locale e ravvicinata di cui all'art. 12 della legge 14 luglio 1965, n. 963, ed i pescatori di mestiere delle acque interne forniti di licenza di tipo A ai sensi dell'articolo 1 della legge 20 marzo 1968, n. 433;
  - personale di volo di cui all'articolo 732 del codice della navigazione, in costanza di rapporto di lavoro regolato dai contratti collettivi.

Le prestazioni sanitarie vengono fornite dai SASN (Servizi di Assistenza Sanitaria al personale Navigante), poliambulatori situati in tutta Italia all'interno dei quali operano medici convenzionati, sia generici che specialisti, personale sanitario non medico ed amministrativi. Le prestazioni vengono erogate, sia in forma diretta che indiretta, e spaziano dalla medicina generale e specialistica all'assistenza farmaceutica.

I due Uffici principali sono il SASN di Genova, che gestisce le sezioni territoriali del nord e del centro Italia, e il SASN di Napoli, che gestisce quelle del sud e delle Isole.

I servizi offerti dagli ambulatori SASN sono riservati a specifiche categorie di beneficiari che abbiano presentato domanda di iscrizione. Negli ambulatori si effettuano

oltre alle visite, esami diagnostici di tipo strumentale ma anche interventi di piccola chirurgia; nello specifico:

- prestazioni medico generiche;
- prestazioni specialistiche nelle branche mediche di angiologia, oculistica, otorinolaringoiatria, ginecologia, cardiologia, urologia, neurologia, ortopedia, dermatologia, psicologia, pneumologia;
- prestazioni diagnostiche ecografiche, mammografiche, radiologiche, citoscopiche, analisi e prelievi;
- prestazioni medico-legali per il personale marittimo (visite biennali di idoneità alla navigazione, visite preventive d'imbarco e relativa emissione dei giudizi di idoneità o inidoneità al lavoro)
- prestazioni medico-legali per il personale aeronavigante (emissione del giudizio di idoneità o inidoneità al volo e visite periodiche per rinnovo licenze aeronautiche)

## **RISCHI PROFESSIONALI DEL SETTORE MARITTIMO**

Come detto, il lavoro in mare è una delle attività più pericolose in assoluto, con decine di migliaia di decessi ogni anno, ed è considerata tra quelle a maggior rischio infortunistico<sup>4,5,6,7</sup>, ma soprattutto comporta per i lavoratori un' esposizione a rischi professionali decisamente superiore e più vasta della maggior parte delle lavorazioni.

Gli operatori del mare infatti sono soggetti a situazioni di notevole fatica e stress lavorativo, sono esposti a rumore e vibrazioni, amianto, radiazioni, agenti fisici, biologici e chimici, lavoro notturno, variazioni improvvise del microclima ed a un notevole rischio da movimentazione manuale dei carichi, inoltre presentano una maggiore incidenza di

abitudini voluttuarie scorrette (fumo, alcol) e una tendenza all' invecchiamento precoce, in funzione del carattere usurante delle attività svolte<sup>2,3</sup>.

Analizzeremo di seguito i singoli rischi:

### **1) STRESS LAVORATIVO/FATICA**

I lavoratori del mare devono costantemente sopportare situazioni di stress: orari di lavoro irregolari, turni notturni, eccessivi carichi di lavoro, troppi rischi professionali, bassi profitti, intemperie, ecc. Queste condizioni comportano per il lavoratore livelli elevati di stress occupazionale ma anche un' elevata fatica di tipo fisico, associata ad una riduzione della veglia, con un incremento dell' incidenza delle patologie stress-correlate (nervose, gastrointestinali, cardiovascolari, muscolo scheletriche, metaboliche, ecc), alcune delle quali vengono ulteriormente aggravate dalla vita di mare; inoltre, la riduzione della veglia causata dagli orari di lavoro e dalla fatica fisica determina un incremento del rischio di infortuni.

### **2) MOVIMENTAZIONE MANUALE DI CARICHI**

Tra le patologie dei lavoratori marittimi, il gruppo in assoluto più numeroso è rappresentato dai disturbi muscolo scheletrici, causati in parte dalla degenerazione fisiologica dell' apparato e soprattutto dalle attività che si svolgono in mare, che espongono il lavoratore a un rischio importante da movimentazione manuale dei carichi.

Questi disturbi sono rappresentati da patologie a carico della schiena, del collo, delle spalle e degli arti superiori e si manifestano in seguito a sforzi protratti nel tempo ed eccessivi carichi di lavoro, che spesso incidono su alterazioni strutturali preesistenti (scoliosi, slivellamento del bacino, cifosi, lordosi, artrosi, ecc)<sup>7,8,9</sup>.

Tra le malattie fondamentali, quelle cioè registrate durante l' imbarco, rappresentano circa il 60% dei casi<sup>2</sup>.

### **3) RUMORE**

Dai dati presenti sulla sorveglianza sanitaria effettuata in questo settore, emerge un importante rischio da rumore causato dai motori delle sale macchine e dalle attrezzature utilizzate per la pesca e il trattamento del pescato.

Nonostante l'obbligo per il Datore di Lavoro di valutare i livelli di rumore ed eventualmente prendere gli opportuni provvedimenti (Dispositivi di Protezione Individuale, Nomina del Medico Competente per l'attivazione della Sorveglianza Sanitaria, formazione e informazione dei lavoratori), nella maggior parte dei casi gli operatori non vengono tutelati, per cui l'incidenza delle ipoacusie da rumore risulta sopra la media.

### **4) VIBRAZIONI**

Le attività correlate alla pesca, in particolare il moto della nave, possono esporre i lavoratori del settore ad un rischio da vibrazioni a basse e medie frequenze, che in realtà non risulta particolarmente elevato, ma che può comunque determinare lo sviluppo di patologie da vibrazioni trasmesse al corpo intero (Whole Body Vibrations); queste condizioni, causate dal sovraccarico meccanico dovuto a fenomeni di risonanza del rachide e dall'eccessiva risposta contrattile dei muscoli paravertebrali, sono principalmente disturbi e patologie del rachide lombare, disturbi cervico-brachiali, disturbi digestivi, effetti sull'apparato riproduttivo, disturbi circolatori, effetti cocleo-vestibolari.

Sebbene siano più rare le lavorazioni che esponano i lavoratori ad un rischio da vibranti ad alta frequenza, le condizioni ambientali determinate dagli effetti di fenomeni vibratorii a bassa frequenza possono rendere particolarmente pericolose le attività che implicano l'utilizzo di strumenti vibranti ad alta frequenza (trapani, percussori, frese), rispetto agli altri contesti lavorativi, dotati di una maggiore staticità.

## **5) MICROCLIMA**

L' esposizione continua a basse temperature, umidità, vento può comportare lo sviluppo di vasculopatie come la Sindrome di Raynaud (anche detta Sindrome del Dito Bianco), un aggravamento delle patologie reumatiche, nonché un incremento del rischio di contrarre malattie infettive, principalmente a carico dell' apparato respiratorio, oculomotore e uditivo.

Inoltre l' igiene a bordo delle navi lascia spesso a desiderare, questo perché gli spazi vengono ridotti al minimo e di conseguenza anche la provvista di acqua. Fino a fine attività i lavoratori non lavano l' interno delle imbarcazioni né le attrezzature, spesso peraltro sporche di sangue, diventando suscettibili di infezione anche in virtù dei tagli e delle ferite minori che spesso si verificano in queste lavorazioni.

Infine, l' eccessiva umidità degli abiti di lavoro, in particolar modo gli stivali, rappresenta terreno fertile per lo sviluppo di micosi e dermatiti.

## **6) ALTRI AGENTI FISICI**

Un importante rischio per questi lavoratori è rappresentato ancora dalla eccessiva esposizione alle radiazioni solari.

Gli operatori del mare infatti subiscono la luce solare sia direttamente che riflessa dall' acqua del mare, con una elevata incidenza di congiuntiviti e altre infezioni oculari, fino allo sviluppo di cataratta dopo anni di esposizione.

Anche l' apparato cutaneo viene colpito da questo fattore di rischio, rendendo frequenti le ustioni di primo e secondo grado e lo sviluppo di tumori della pelle.

Infine, subire la luce solare per diverse ore, spesso senza protezioni e senza un adeguato apporto di liquidi, può comportare il manifestarsi di patologie come il colpo di sole o il colpo di calore che, in assenza di un adeguato trattamento sfociano facilmente nel collasso cardiocircolatorio.

## **7) RADIAZIONI**

Tra gli operatori del mare c'è spesso la necessità di lavorare sotto i raggi del sole, ciò determina gravi rischi per la pelle e per gli occhi, quali la fotocheratocongiuntivite, i danni al cristallino che possono accelerare l'insorgenza della cataratta, il danno retinico di natura fotochimica, la fotoelastosi, la fotocancerogenesi cutanea, l'eritema, le reazioni fototossiche e fotoallergiche.

## **8) AGENTI BIOLOGICI**

Cattive abitudini alimentari, sovraffollamento e scarsa igiene sono responsabili dello sviluppo di patologie come l'Epatite A (HAV), le infezioni gastrointestinali e il tetano.

Gli impianti di condizionamento e l'impianto idrico di bordo diventano veicolo per la trasmissione della Legionellosi, così come gli scali in paesi tropicali aumentano il rischio di malattie infettive quali la malaria e la tubercolosi.

Inoltre gli spazi ristretti e le condizioni di sovraffollamento aumentano il rischio di contagio tra i membri dello stesso equipaggio; i lavoratori marittimi infatti presentano una maggiore incidenza statistica di HIV ed Epatite B (HBV), oltre alle patologie già citate.

## **9) AGENTI CHIMICI**

Diverse attività lavorative presenti nel comparto della pesca possono comportare esposizione a sostanze e preparati chimici.

Tra queste innanzitutto vi sono il rifornimento o l'alimentazione di carburante ed olii lubrificanti, cui i lavoratori sono esposti generalmente senza utilizzo di dispositivi di protezione individuale quali guanti e mascherine; ancora in tutte le attività di manutenzione viene fatto largo uso di molteplici preparati tossici (vernici, diluenti, solventi, antiossidanti, coibentanti, acidi per la disincrostazione o per la manutenzione delle batterie, ecc), anche questo generalmente senza l'ausilio delle adeguate protezioni.

Il rischio per i lavoratori del mare nell'utilizzo di queste sostanze non è soltanto quello da

intossicazione, ma vi è anche un notevole incremento delle possibilità di incidente o infortunio da incendio, ustione e inquinamento ambientale.

#### **10) AMIANTO**

Anche se questo rischio dovrebbe ormai essere stato eliminato da tutte le lavorazioni, per anni la presenza dell' amianto in sala macchine ha determinato una pericolosa esposizione nei lavoratori marittimi che infatti in tempi meno recenti hanno presentato in diversi studi di settore un' incidenza di asbestosi e mesotelioma pleurico maggiore rispetto alla popolazione generale.

Un famoso studio di grande rilevanza per la medicina del lavoro fu quello di Selikoff, che sul finire degli anni '80, analizzò 3324 radiografie del torace di lavoratori marittimi Statunitensi. Dall' analisi dei dati risultò che un terzo del campione presentava anomalie parenchimali o pleuriche, o entrambe; inoltre tali condizioni aumentavano proporzionalmente alla durata della permanenza in nave ed erano maggiori tra i marittimi che avevano lavorato in sala macchine rispetto ai lavoratori di altri reparti<sup>10</sup>.

#### **11) ABITUDINI SCORRETTE**

Gli elevati rischi professionali, così come gli orari di lavoro irregolari, i turni notturni, gli eccessivi carichi di lavoro, i bassi profitti e molte altre condizioni presenti nelle attività correlate al comparto della pesca determinano nei lavoratori del settore marittimo lo sviluppo di varie e molteplici alterazioni a carattere psicosociale, dallo stress occupazionale all' ansia alla depressione, che si traducono in un incremento delle abitudini voluttuarie scorrette, quali il consumo di alcolici, tabacco e droghe.

## **NORMATIVA SULLA SICUREZZA DEI LAVORATORI DEL MARE**

Il quadro legislativo del settore della pesca è abbastanza complesso perché inserito all'interno di un contesto normativo internazionale, comunitario, nazionale e regionale. Ognuno di questi livelli disciplina il comparto, sia perché le attività marittime si svolgono anche al di fuori dei confini nazionali, sia perché tali lavorazioni hanno più volte messo a rischio il patrimonio faunistico delle aree in cui le attività vengono svolte, determinando la necessità di una normativa di tutela anche ambientale.

In Italia esiste una distinzione tra la pesca marittima e quella in acque interne; la prima inoltre è ulteriormente suddivisa in costiera, mediterranea e oltre gli stretti. A sua volta la pesca costiera viene distinta in locale (entro le 6 miglia) e ravvicinata (entro le 20 miglia).

Per quello che riguarda la normativa di tutela della salute e della sicurezza dei lavoratori del mare, l'argomento ha origine assai antiche; basti pensare che i primi atti legislativi risalgono al medioevo, così come grande importanza fu data ai tempi delle Repubbliche Marinare. In tempi relativamente più recenti, già nel 1882 fu il Codice del Commercio ad istituire il diritto alla tutela del marinaio che contrae malattia o è ferito durante l'esercizio della propria attività.

Il corpo legislativo moderno risale invece agli anni 90, innanzitutto con l'emanazione del D.Lgs n° 626 del 1994 (Attuazione delle Direttive Comunitarie riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori durante il lavoro), primo vero tentativo del Legislatore di adeguare le normative della sicurezza, ai tempi risalenti agli anni '50, alle più rigide e aggiornate disposizioni internazionali.

Nel 1998, con il D.Lgs 485, il Governo assume la delega in materia di sicurezza del lavoro per quello che riguarda il settore portuale marittimo, emanando nell'anno successivo i tre decreti più importanti per il comparto, ancora oggi in vigore: il D.Lgs 271/99 (Adeguamento della normativa sulla sicurezza e salute dei lavoratori marittimi a



bordo delle navi mercantili da pesca nazionali), il D.Lgs 272/99 (Adeguamento della normativa sulla sicurezza e salute dei lavoratori nell'espletamento di operazioni e servizi portuali, nonché di operazioni di manutenzione, riparazione e trasformazione delle navi in ambito portuale) e il D.Lgs 298/99 (Attuazione della direttiva 93/103/CE relativa alle prescrizioni minime di sicurezza e di salute per il lavoro a bordo delle navi da pesca)<sup>11</sup>.

Le importanti novità introdotte da questi decreti legislativi riguardano obblighi a carico dell'armatore e del comandante, orario di lavoro a bordo, manuale di gestione della sicurezza, tipi di visite, assistenza sanitaria, infortuni, vigilanza, approvazione del piano di sicurezza, certificato di sicurezza, criteri progettuali, ecc.

In particolare vengono istituiti diversi importanti obblighi, quali:

- l'individuazione o l'elezione di un Rappresentante dei Lavoratori per la Sicurezza;
- la nomina di un Responsabile del Servizio di Prevenzione e Protezione;
- la valutazione da parte del Datore di Lavoro dei rischi professionali e la conseguente redazione del Documento Valutazione dei Rischi;
- l'informazione e la formazione di tutti i lavoratori;
- la nomina del Medico Competente;
- la costituzione delle commissioni territoriali per la prevenzione;
- la riunione periodica;
- la sorveglianza sanitaria.

Questi aspetti sono comuni a tutte le normative internazionali in materia di Sicurezza sul Lavoro e cercano di promuovere anche nel comparto della pesca il coinvolgimento di tutti i livelli e di tutte le figure che lo compongono nel comune obiettivo del raggiungimento della massima sicurezza possibile. Per fare questo, per la prima volta, l'attenzione si sposta dalle semplici conformità tecniche delle imbarcazioni, puntando maggiormente sulle modifiche organizzative e sulla gestione dei rischi.

Nel 2008 viene infine emanato il D.Lgs n° 81, Testo Unico in materia di Salute e Sicurezza dei Lavoratori, che pur abrogando la maggior parte delle normative in materia di sicurezza sul lavoro, lascia in vigore quelle relative al settore marittimo.

## **SORVEGLIANZA SANITARIA**

Tra gli obblighi previsti dal Decreto Legislativo 27 luglio 1999 n. 271 vengono introdotti la nomina del Medico Competente e la predisposizione di un programma di controllo sanitario dei lavoratori in funzione dei rischi specifici individuati nella valutazione effettuata dal Datore di Lavoro.

Rispetto al D.Lgs 81/2008, che come detto disciplina la sicurezza sul lavoro nelle altre lavorazioni, nel settore marittimo la nomina del Medico Competente da parte dell' Armatore è sempre obbligatoria e non è subordinata alla valutazione dei rischi; ancora il ricorso del Lavoratore contro il giudizio emesso viene presentato agli Uffici di Sanità Marittima piuttosto che alla ASL; non è prevista la partecipazione del Medico Competente alla riunione periodica (ma solo la consegna dei dati anonimi collettivi); il Medico inoltre ha l' obbligo di effettuare almeno due sopralluoghi annuali anziché uno solo; di contro non è richiesta la collaborazione del Medico Competente né alla predisposizione del servizio di primo soccorso, né ai programmi di formazione e informazione.

Va detto che a differenza degli altri settori lavorativi, in quello marittimo è già prevista una visita biennale di idoneità alla navigazione, eseguita presso gli Uffici di Sanità Marittima Aerea e di Frontiera (U.S.M.A.F.) in sede preventiva e periodicamente da medici fiduciari del Sistema Sanitaria Nazionale. Tale visita però si differenzia da quella eseguita durante la Sorveglianza Sanitaria per diversi motivi: periodicità (biennale invece

che annuale), protocolli sanitari (generalizzati e talvolta obsoleti), requisiti dei medici (quasi mai e non necessariamente Specialisti in Medicina del Lavoro). Diversamente, durante le attività di Sorveglianza Sanitaria la visita, di norma annuale, viene associata ad accertamenti mirati al rischio specifico cui sono esposti i lavoratori, rilevato in sede di valutazione dei rischi, e deve necessariamente essere eseguita da Medici Specialisti in Medicina del Lavoro o quantomeno da altre figure non così specifiche ma comunque equiparate in virtù delle modifiche ai requisiti del Medico Competente introdotte negli anni dal Legislatore.

La Sorveglianza Sanitaria è mirata alla individuazione e alla prevenzione delle patologie specifiche del settore lavorativo, nonché di quelle diffuse anche nella popolazione generale ma che potrebbero sfociare in un aggravamento in funzione dell'attività svolta. Ha come obiettivi quindi quello di esaminare periodicamente i lavoratori esposti a fattori di rischio noti; sorvegliare lavoratori con particolare suscettibilità ai rischi professionali; identificare lavoratori con rischio eccezionalmente elevato per talune malattie per adottare misure di prevenzione; diagnosticare nei lavoratori malattie lievi, guaribili o croniche che richiedono controlli regolari (diabete, ipertensione); identificare quei lavoratori le cui problematiche di salute li rendono inadatti allo svolgimento di determinate mansioni.

La Sorveglianza Sanitaria prevede quindi:

- Anamnesi dei dati lavorativi, familiari, patologici (remoti e prossimi), degli infortuni e delle invalidità relativamente al lavoratore in esame, in sede di visita preventiva; degli eventuali aggiornamenti rispetto al precedente controllo in sede di visita periodica;
- Visita medica generale con particolare riferimento agli apparati vitali o maggiormente sollecitati in funzione dell'attività svolta;

- Accertamenti specifici mirati al rischio professionale cui i lavoratori sono esposti. Tali accertamenti sono inseriti nel Protocollo di Intervento Sanitario, stilato dal Medico Competente e nel quale sono inseriti: la mansione svolta, i rischi specifici cui è esposto il lavoratore che svolge tale mansione e appunto gli accertamenti decisi per ogni singolo rischio. In linea generale un protocollo di intervento per gli operatori del settore marittimo dovrebbe prevedere: esame spirometrico per gli agenti chimici; elettrocardiogramma per il Lavoro notturno e per gli agenti fisici e microclimatici; esame audiometrico tonale per il rumore; esame clinico funzionale del rachide per la movimentazione manuale dei carichi; inoltre andrebbe valutata la possibilità di inserire eventuali esami ematochimici in funzione dei molteplici rischi lavorativi e dello stress fisico cui i lavoratori sono esposti.

Alla fine della Sorveglianza Sanitaria il Medico Competente esprime poi un giudizio sull' idoneità del lavoratore a svolgere la mansione in oggetto, che può quindi essere: idoneo, idoneo con determinate prescrizioni o limitazioni, non idoneo (temporaneamente o permanentemente).

## IL PROGETTO S.E.A.MED.

---

Sul bacino Mediterraneo, oltre ai paesi Europei, insistono diversi altri paesi con diverse culture, livelli di sviluppo, esigenze e priorità in diversi settori strategici sia per i governi che per il commercio. Tra questi, i settori che risultano di maggiore interesse e priorità sono:

- Il settore ICT (Information and Communications and Technology) con particolare attenzione all'accesso capillare dei dati e la loro fruizione più ampia possibile anche in zone remote e in mobilità,
- il trasporto multimodale efficiente, sicuro e sostenibile,
- la navigazione marittima sicura sia sottocosta che in alto mare,
- la prevenzione e gestione degli infortuni sul lavoro con particolare riferimento a lavori critici e a rischio per il lavoratore stesso, la società e l'ambiente

I servizi in questi settori devono essere erogati con buoni livelli di qualità, in modo omogeneo, continuo e garantendo la copertura anche in aree remote e poco abitate. Questi sono obiettivi ambiziosi che solo con le nuove tecnologie e la cooperazione internazionale è possibile realizzare.

In questo contesto l'uso integrato dei moderni sistemi informatici, di comunicazione, l'accesso ad Internet mobile, la radiolocalizzazione satellitare e la disponibilità di sensoristica specifica miniaturizzata intelligente permettono di collezionare, utilizzare e scambiare dati e informazioni geo-referenziati (dato di posizione geografica 3D e di tempo assoluto) relativi a persone, beni, mezzi di trasporto e all'ambiente stesso in cui essi agiscono e si muovono.

Molte di queste tecnologie sono già presenti e disponibili, la loro continua evoluzione offre prestazioni sempre migliori con prezzi sempre più bassi. La principale condizione

per il loro utilizzo esteso ed efficace dipende dal livello della loro integrazione, la facilità d'uso ed accessibilità. In questo contesto quindi, l'integrazione stessa rappresenta un fattore fondamentale di innovazione per raggiungere obiettivi concreti.

Il progetto S.E.A.MED. (Satellite Emergency Assistance for MEDiterranean region) realizza questa integrazione mediante attività di ricerca industriale e sviluppo sperimentale utilizzando le tecnologie tra le più avanzate e promettenti oggi disponibili realizzando servizi innovativi e sostenibili per la regione Sicilia, le altre Regioni Italiane e per tutto il bacino del Mediterraneo.

Inoltre le tematiche applicative scelte, la protezione di lavoratori a rischio e la sicurezza del traffico marittimo insieme al monitoraggio dell'ambiente marino, sono di sicuro interesse regionale e dell'intera area mediterranea.

L'idea progettuale è basata sulla ricerca e sviluppo precompetitivo necessari per lo studio e la realizzazione di servizi innovativi di navigazione satellitare che migliorino le prestazioni tecniche di posizionamento e permettano la realizzazione di nuove applicazioni regolamentate e critiche per la salvaguardia della vita umana. In particolare sono state identificate due applicazioni particolarmente interessanti per i requisiti di sicurezza e garanzia del posizionamento:

- 1) monitoraggio di lavoratori a rischio
- 2) navigazione marittima sicura.

Il progetto prevede sviluppi tecnologici innovativi e la realizzazione di infrastrutture permanenti e di centri di eccellenza che valorizzino il territorio e creino le condizioni per sviluppi economici, sociali e di cooperazione internazionale tra i paesi del Mediterraneo.

## **DESCRIZIONE DEL PROGETTO:**

Il progetto S.E.A.MED. ha come obiettivo la realizzazione di un sistema prototipale per l'effettuazione di una diagnosi remota di primo livello in situazioni di emergenza per incidenti, problemi di salute o malori di persone verificatesi in località prive di supporto medico.

Lo scenario di riferimento principale del progetto è quello della assistenza alla salute di persone in mare. Il sistema è infatti pensato per fornire prevalentemente un supporto remoto di primo intervento medico alle persone che si trovano su imbarcazioni in navigazione, piattaforme off-shore, ecc. soprattutto in quei casi dove non è prevista, a bordo, la presenza di personale medico o sanitario in genere.

In queste situazioni, la presenza a bordo di un kit di supporto alla telediagnosi e all'assistenza, utilizzabile anche da personale privo di conoscenze mediche, permette, con il supporto remoto di medici anche specialisti, la formulazione di un quadro clinico della persona incidentata o colta da malore mirata a fornire la più adeguata ed immediata assistenza. Tutto ciò nella consapevolezza che in molti casi la rapidità di intervento può salvare una vita umana o, comunque, ridurre le conseguenze e i relativi costi sociali diminuendo i tempi di inabilità temporanea (assenza per malattia) e i casi di menomazione permanente (invalidità).

Inoltre, una rapida ed efficace diagnosi effettuata quando la persona è ancora a bordo dell'imbarcazione, fornisce ulteriori elementi per organizzare l'assistenza di secondo livello al paziente, incluso l'eventuale trasporto diretto verso la struttura sanitaria più appropriata.

Il progetto SEA MED si propone quindi di dare una risposta alla problematica di assistenza remota, nello scenario sopra evidenziato, mediante l'introduzione di un sistema innovativo, che integra componenti altamente tecnologiche.

Infatti la realizzazione del progetto sarà resa possibile dallo sviluppo di soluzioni innovative in diversi settori contigui all'ambito della "salute dell'uomo" sia nel campo della sensoristica biomedica sia nelle tecnologie di diagnostica assistita, mediante analisi computerizzate di diverse variabili biometriche rilevate sul paziente.

Per quel che riguarda gli aspetti innovativi della sensoristica biomedica, particolare attenzione sarà rivolta allo studio di soluzioni che rendano il sistema prototipale facilmente indossabile da parte della persona infortunata senza necessariamente ricorrere ad un aiuto esterno. La sensoristica infatti verrà progettata per essere utilizzata in maniera semplice ed intuitiva e comunque, il sistema stesso fornirà, localmente, assistenza e guida per un corretto posizionamento dei sensori.

Inoltre il progetto prevede una integrazione dei dispositivi di rilevazione biometrica in una soluzione meccanica multisensoriale di nuova concezione, compatta, di facile utilizzo, e che abbia prospettive di basso costo industriale.

Le informazioni biometriche, rilevate attraverso i dispositivi applicati all'infortunato, saranno trasmesse e rese disponibili presso una postazione di assistenza remota, dove un operatore sanitario, preposto al monitoraggio, avrà a disposizione i segnali prelevati sul paziente. Il sistema prevede inoltre la visualizzazione di informazioni di supporto alla diagnosi, ottenute mediante una applicazione software innovativa sviluppata nell'ambito del progetto. Tale applicazione si baserà sulla correlazione in tempo reale delle informazioni ricevute dal kit elettromedicale installato sull'imbarcazione.

Il progetto è stato presentato e approvato nell'ambito della LINEA DI INTERVENTO 4.1.1.1 - POR FESR SICILIA 2007-2013 nella Sezione "Salute e Scienze della Vita", nella speranza di arrivare a realizzare in Sicilia un Centro Servizi di Telediagnostica, che abbracci tutto il bacino di utenza nell'area Mediterranea.



## ARCHITETTURA DEL SISTEMA:

Gli elementi che compongono il sistema prototipale sono rappresentati non solo dal kit elettromedicale deputato alla registrazione dei parametri biometrici, ma anche dai diversi sottosistemi che dovranno provvedere alla integrazione ed alla trasmissione dei dati con la postazione di controllo e con la postazione medica centralizzata.

I diversi sottosistemi sono quindi:

- 1) Postazioni remote (fisse e mobili)
- 2) Collegamento ad Internet Satellitare
- 3) Centro Servizi IT
- 4) Postazione medica centralizzata
- 5) Kit elettromedicale

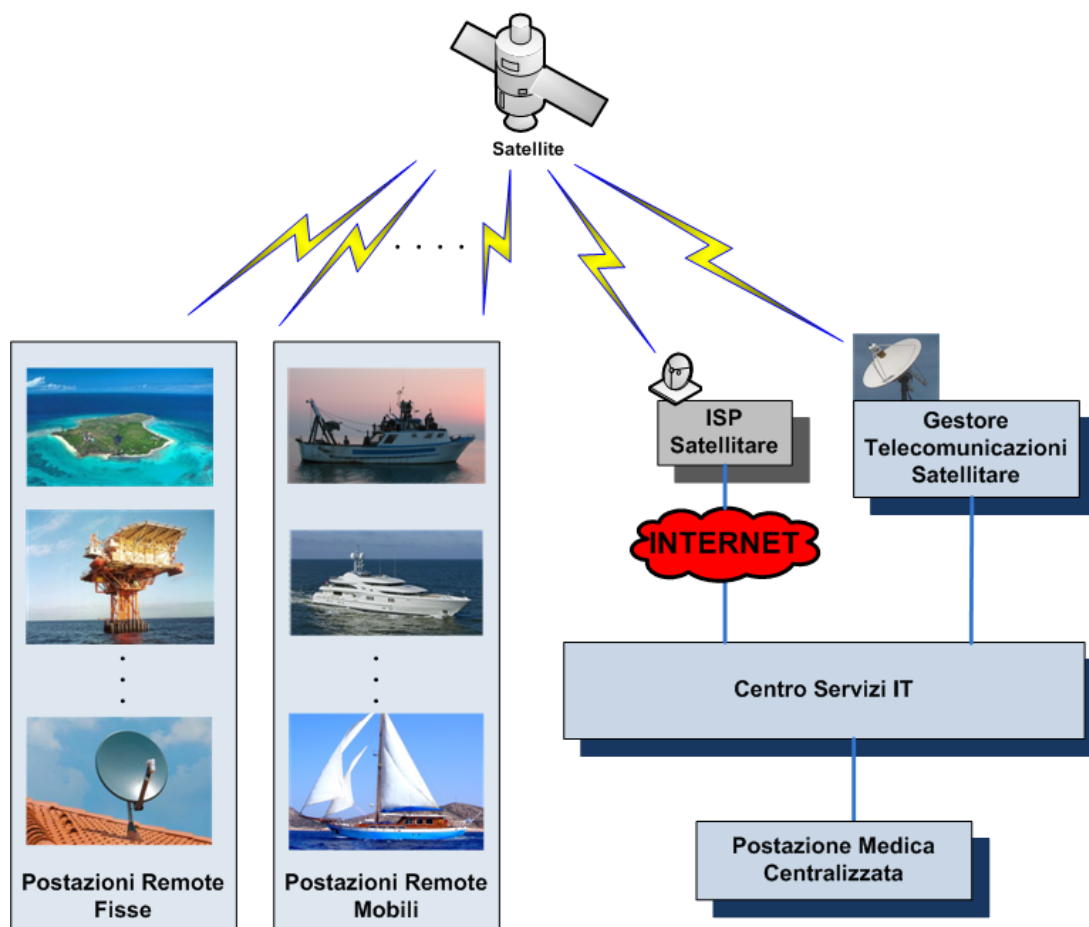


FIGURA 1: ARCHITETTURA DEL SISTEMA

## **1) POSTAZIONI REMOTE (FISSE E MOBILI)**

Sono le strutture che usufruiranno del servizio di telediagnosi. Possono essere fisse (isole minori, piattaforme) o mobili (navi, barche, pescherecci e altre imbarcazioni).

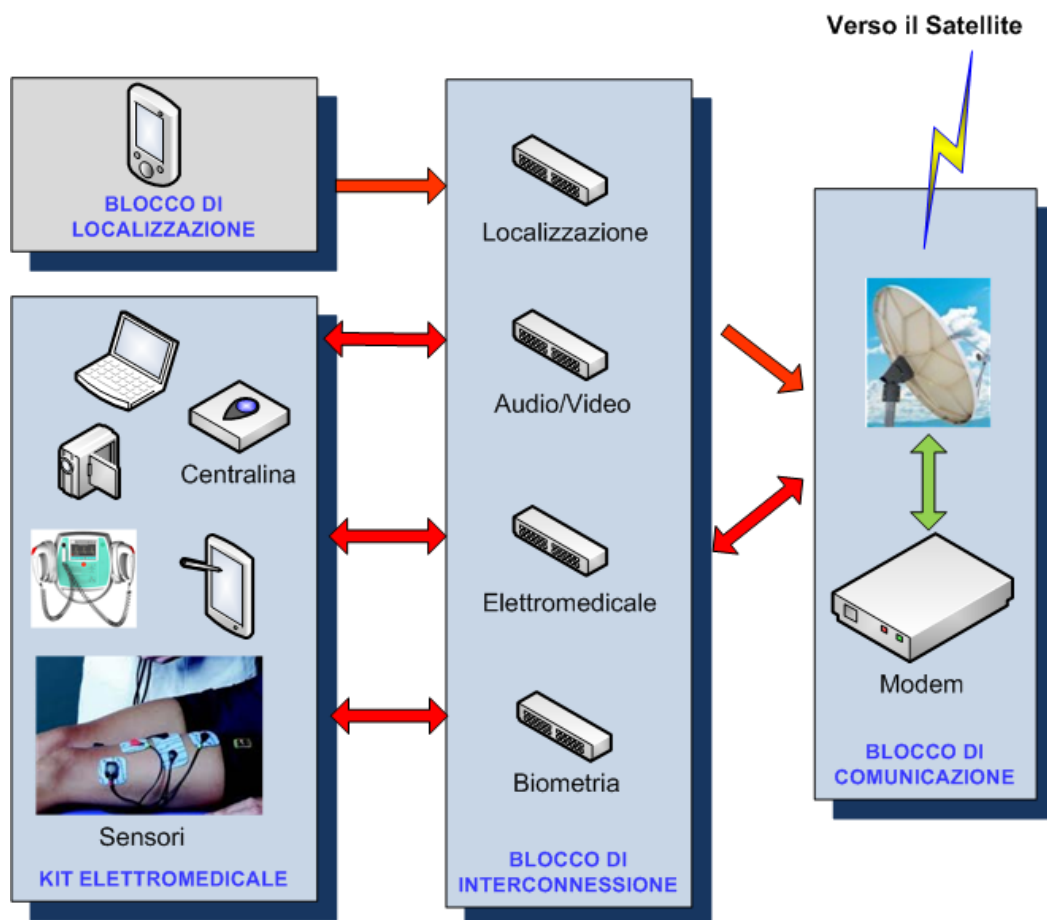
Sono composte da un blocco di interconnessione per la ricezione dei segnali emessi dal kit elettromedicale e da un blocco di comunicazione per la trasmissione dei dati.

Il Blocco di Interconnessione provvede alla connessione del sistema di raccolta dei dati biometrici con il blocco di comunicazione. È composto da alcuni moduli firmware che ricevono i vari dati (biometrici, localizzazione, audio/video, elettromedicali, ecc.), li organizzano opportunamente, e li trasmettono al blocco di comunicazione (stesse considerazioni per il traffico in direzione opposta). Uno dei moduli presenti (Biometria) si occupa di ricevere e inviare i dati biometrici. Un secondo modulo si occupa dei flussi audio/video: ad esempio immagini del paziente da inviare al presidio medico e informazioni di supporto che gli occupanti della stazione remota ricevono dal personale medico. Un altro componente gestisce i dati di localizzazione. Un ulteriore blocco firmware si occupa dei dati inviati e ricevuti dalle attrezzature elettromedicali. Il blocco di interconnessione si interfaccia con il blocco di comunicazione. I vari blocchi dovranno essere muniti di porte per interfacciarsi con i blocchi di destra (porta seriale, USB, porta ad hoc per i sensori, ecc.) e con il blocco di comunicazione (porta Ethernet).

Il Blocco di Comunicazione comprende un modem satellitare ed un'antenna satellitare stabilizzata. Il vantaggio di usare antenne stabilizzate è che le postazioni remote possono essere in movimento e non necessariamente fisse<sup>12,13,14</sup>; hanno un costo superiore rispetto alle antenne satellitari fisse non stabilizzate. Queste ultime possono essere utilizzate nelle postazioni fisse, con una riduzione dei costi.

L'aggiunta di un sistema di localizzazione GPS (blocco di localizzazione) di tipo commerciale o integrato permette di inviare al centro servizi anche le informazioni sul

posizionamento della postazione remota mobile.



**FIGURA 2: POSTAZIONE REMOTA**

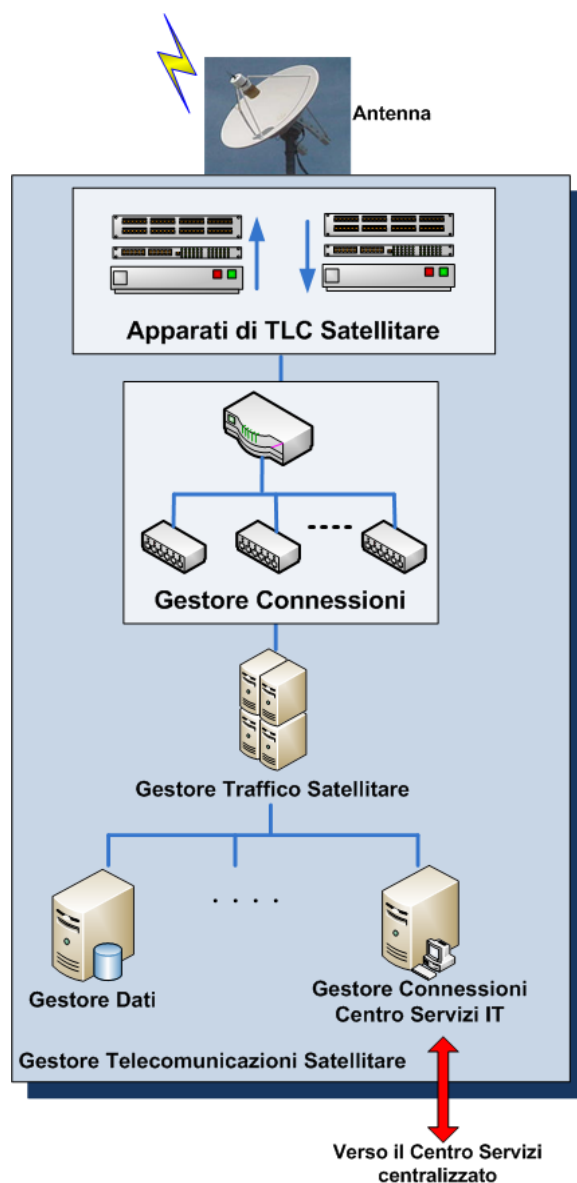
## **2) COLLEGAMENTO AD INTERNET SATELLITARE**

E' il cuore del progetto per quello che riguarda le interconnessioni tra la postazione remota, il Centro Servizi e la Postazione Medica Centralizzata. Sono due le opzioni possibili: servirsi di un Internet Service Provider Satellitare o utilizzare un Collegamento Satellitare Dedicato.

L' Internet Service Provider Satellitare (ISP-Sat) è un fornitore di servizi internet satellitare, che potrebbe essere ad esempio ad abbonamento. Riceve i dati trasmessi dalle postazioni remote e li trasmette attraverso la rete tradizionale (ad esempio ADSL terrestre) al Centro Servizi e alla Postazione Medica Centralizzata, e viceversa permette di connettere queste strutture con la postazione remota.

Il Collegamento Satellitare Dedicato<sup>15</sup> rispetto all'architettura "Internet Via Satellite" non prevede un provider ma un Gestore di Telecomunicazioni Satellitari. Questo blocco potrebbe essere lo stesso Centro Servizi IT o potrebbe essere un gestore diverso (Hub satellitare). Deve essere dotato di un'antenna satellitare (e modem) in grado di gestire la connessione con le varie stazioni remote e deve garantire una adeguata banda satellitare.

Un possibile problema potrebbe essere rappresentato dalle dimensioni dell'antenna (tra i 2m ed i 3m) del gestore di telecomunicazioni, specie se coincide con il centro servizi IT: per servire più postazioni remote servono adeguati livelli di potenza e guadagni d'antenna.



**FIGURA 3: ARCHITETTURA DEL GESTORE DELLE TELECOMUNICAZIONI**

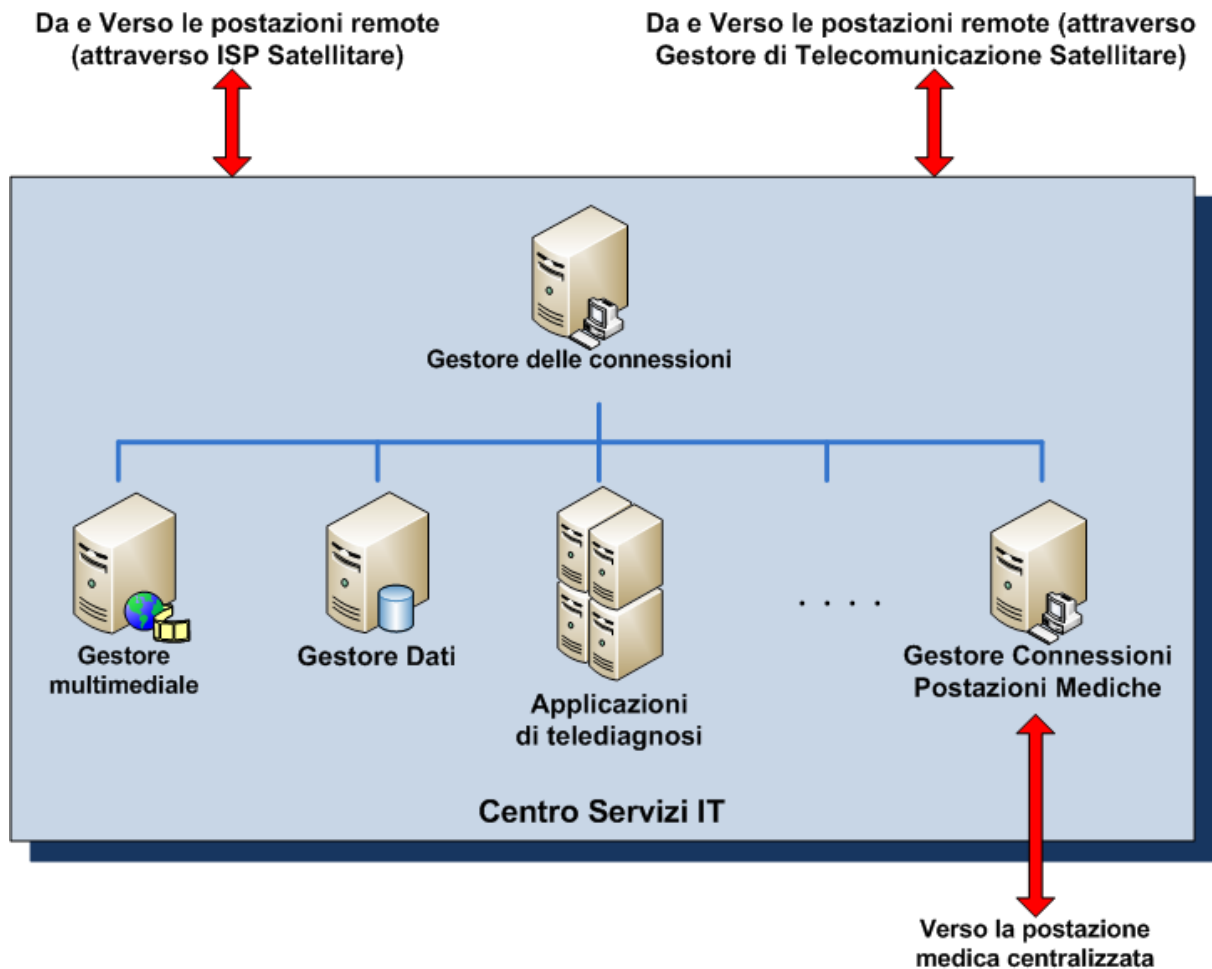
### 3) CENTRO SERVIZI IT

Il Centro Servizi IT è la struttura di Information Technology che dovrà occuparsi di alcuni servizi fondamentali per il funzionamento del progetto: innanzitutto riceverà i dati biometrici inviati dal kit elettromedicale attraverso le postazioni remote, poi dovrà provvedere all' archiviazione di tali dati (peraltro nel rispetto delle normative sulla privacy), dovrà ricevere anche le informazioni relative alla geolocalizzazione ed inviare quindi tutti i dati alla Postazione Medica Centralizzata.

Il Centro Servizi IT presenterà i seguenti componenti:

- **Gestore delle connessioni:** questo componente si occupa della gestione delle varie connessioni satellitari, sia provenienti da un ISP satellitare che da un collegamento dedicato; dal punto di vista del gestore si tratta di richieste di soccorso. Si occupa della gestione degli accessi, delle autorizzazioni, della sicurezza e del trattamento dei dati, ecc.
- **Applicazioni di telediagnosi:** è la componente software per la gestione centralizzata del servizio di telediagnosi. Parte del software di telediagnosi sarà dislocato nella postazione medica: in questo componente si trova il software comune.
- **Gestore multimediale:** si occupa della gestione dei dati multimediali provenienti dalle postazioni remote, inclusi i video.
- **Gestore Dati:** comprende la gestione dei dati (archivio schede mediche, dati di localizzazione, ecc.). In questo componente è incluso il database di archiviazione, suddiviso in tre settori: Comunicazioni Satellitari (anagrafica stazioni remote, gestione accessi, gestione connessioni), Telediagnosi (anagrafica e classificazione delle stazioni remote, anagrafica dei pazienti, gestione accessi, anagrafica operatori medici, gestione interventi) e Servizi (storico intervento, log delle azioni più significative).

- **Gestore delle connessioni con le postazioni mediche:** rappresenta l'interfaccia verso la postazione medica centralizzata.



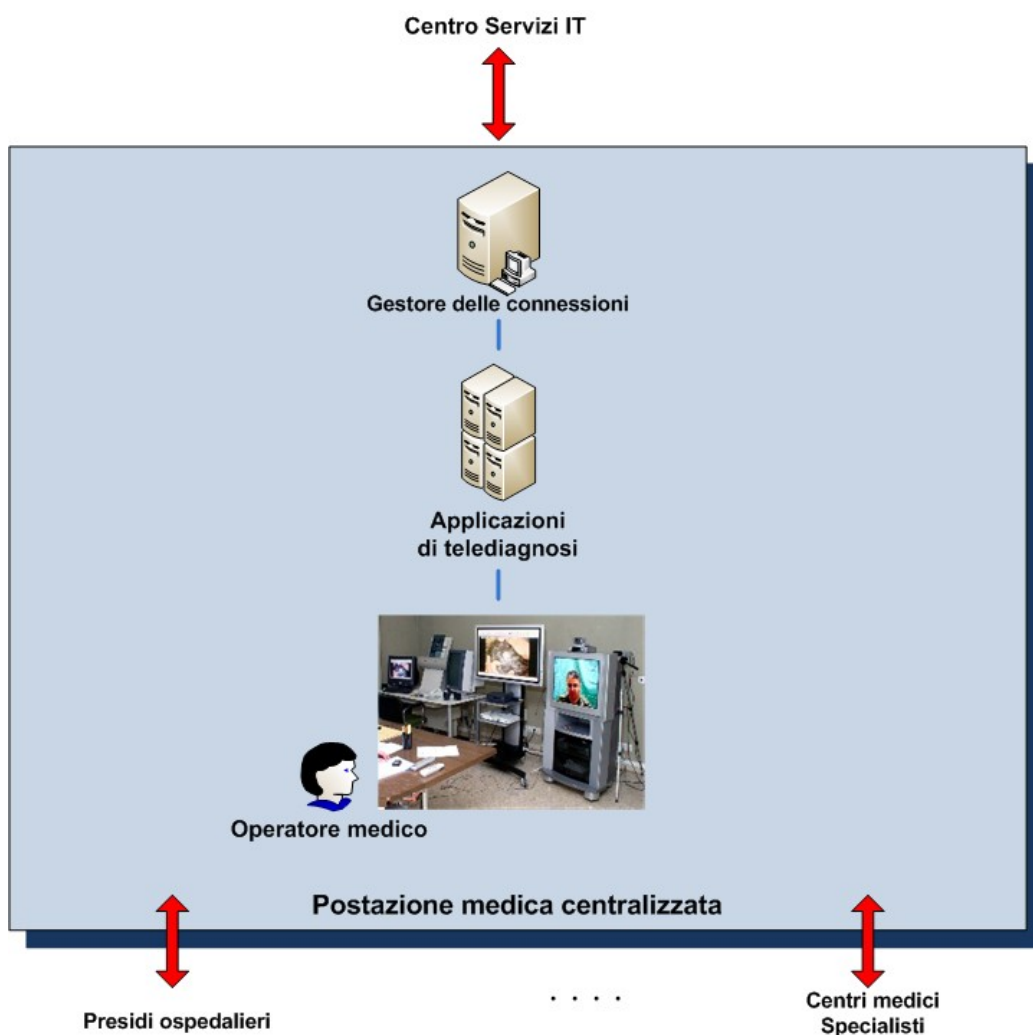
**FIGURA 4: ARCHITETTURA DEL CENTRO SERVIZI IT**

#### **4) POSTAZIONE MEDICA CENTRALIZZATA**

La Postazione Medica Centralizzata rappresenta la sede (o le sedi) presidiata dal personale medico. Si occuperà di fornire il servizio di telediagnosi basandosi sui dati biometrici ricevuti dal Centro Servizi IT. Si avvarrà dell'ausilio di un software di supporto alla telediagnosi. Alcune funzionalità della postazione medica centralizzata saranno rese disponibili, ove possibile, anche attraverso i più diffusi dispositivi mobili (iPhone, iPad, Android, ecc.).

La Postazione Medica Centralizzata presenterà i seguenti componenti:

- **Gestore delle connessioni:** questo componente si occupa della gestione delle connessioni con il Centro Servizi IT.
- **Applicazioni di telediagnosi:** rappresenta la parte client del componente software per la gestione del servizio di telediagnosi; la parte server risiede nel centro servizi.
- **Operatore medico:** la postazione medica in cui opera il personale corredata di attrezzature per audio e video conferenza, dispositivi elettromedicali, ecc. Il personale medico preposto al presidio può, all'occorrenza, mettersi in contatto con centri medici specialistici, presidi ospedalieri, ecc.



**FIGURA 5: ARCHITETTURA DELLA POSTAZIONE MEDICA CENTRALIZZATA**

## **5) KIT ELETTROMEDICALE**

E' il kit di supporto alla telediagnosi. Si compone di dispositivi biometrici per la misurazione dei parametri medici (indicato con Sensori nella figura precedente), di un pannello di controllo (ad esempio un monitor touchscreen) per l'interazione con i sensori (configurazione, ecc.), di attrezzature elettromedicali (defibrillatore, ecc.) e di dispositivi elettronici (centralina, videocamera, computer, ecc.) per la raccolta delle informazioni da inviare (sia dati che video) e per la visualizzazione degli eventuali suggerimenti provenienti dalla postazione medica, ecc.

Data l'importanza dell'argomento le specifiche dei parametri biometrici verranno trattate in un capitolo a parte.



## KIT ELETTROMEDICALE

---

Il kit elettromedicale rappresenta il cuore del progetto SEAMED.

Si tratta di un sistema prototipale indossabile mediante il quale sia possibile la misurazione di alcuni parametri biometrici per l'effettuazione di una diagnosi remota di primo livello in situazioni di emergenza per incidenti, problemi di salute o malori di persone verificatesi in località prive di supporto medico.

I parametri identificati da sottoporre a monitoraggio e per i quali è possibile predisporre sensori specifici, sono i seguenti:

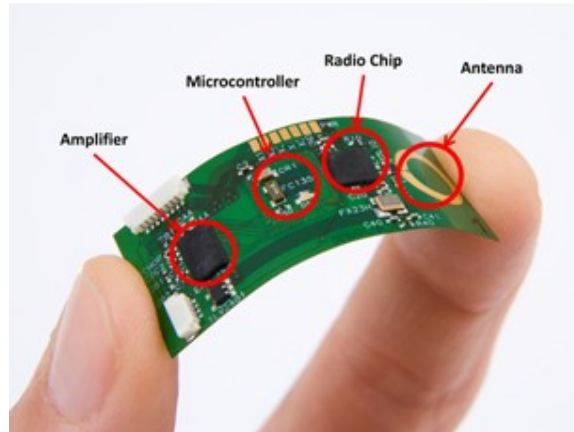
- ECG
- frequenza cardiaca
- alterazioni del ritmo
- pressione arteriosa
- equilibrio
- movimenti oculari (ritmo chiusura palpebre)
- frequenza del respiro
- temperatura
- SPO2
- Impedenzometria cutanea

### ECG

I sistemi di telemedicina per il monitoraggio di alterazioni cardiache sono già in uso da tempo. Essi vengono utilizzati ad esempio per il monitoraggio dell'attività cardiaca durante il ricovero in terapia intensiva e durante programmi di riabilitazione dopo gravi patologie cardiovascolari<sup>16</sup>. La registrazione dell'elettrocardiogramma in continuo è

utilizzata per l'elettrocardiografia dinamica secondo Holter, ma in tal caso la lettura del tracciato avviene a posteriori dopo la fine della prova.

L'esecuzione dell'ECG verifica anche la misura della frequenza e del ritmo cardiaco<sup>17</sup>.



**FIGURA 6: SENSORE ELETTROCARDIOGRAFICO WIRELESS**

### **PRESSIONE ARTERIOSA**

Si tratta di un parametro tanto importante quanto semplice da misurare. Nell'ottica del sistema indossabile, tale rilevazione potrà essere eseguita tramite uno sfigmomanometro elettronico, facilmente reperibile in commercio, applicabile o classicamente in corrispondenza dell'arto superiore del soggetto (a livello dell'arteria omerale) o sul polso (a livello dell'arteria radiale).



**FIGURA 7: SFIGMOMANOMETRO ELETTRONICO A DOPPIO BRACCIALE**

## EQUILIBRIO

La valutazione della posizione del corpo del lavoratore o del guidatore può essere fatta mediante l'utilizzo di sensori di movimento che reagiscono a seguito di modifiche di posizione sufficientemente ampie da configurare possibili cadute<sup>18,19,20</sup>.



**FIGURA 8: ACCELEROMETRO CAPACITO TRIASSIALE**

## MOVIMENTI OCULARI

È dimostrato che la frequenza dei movimenti oculari aumenta prima della fase di addormentamento per cui l'analisi della frequenza di tali movimenti è un indice predittivo di sonnolenza<sup>21</sup>. Per tale parametro potrebbe utilizzato il programma Augmented Cognition sviluppato dalla Defense Advance Research Projects Agency (DARPA), (Schomorrow, 2005) che consiste nell'integrare le scoperte più recenti nel campo della neuroscienza, della psicologia cognitiva, nella psicofisiologia e nella computer science in un'unica rete di indagini che hanno rivoluzionato il metodo di ricerca nei sistemi cognitivi di base, così come le conoscenze sulle caratteristiche più astratte dei processi di analisi delle informazioni.

## **FREQUENZA DEL RESPIRO**

Il respiro è l'atto di respirare, esso comporta l'assunzione di ossigeno e l'eliminazione di anidride carbonica. La frequenza normale del respiro è di 12 – 20 atti al minuto.

Variazioni della frequenza del respiro possono verificarsi per effetto di:

- Esercizio fisico: la frequenza e la profondità aumentano con l'esercizio fisico;
- Febbre: aumenta con l'aumentare della temperatura
- Stress: lo stato d'ansia può far aumentare la frequenza respiratoria;
- Abuso di farmaci: i narcotici o altri farmaci depressivi del Sistema Nervoso Centrale spesso diminuiscono la frequenza respiratoria<sup>22</sup>.

## **TEMPERATURA**

La misura della temperatura corporea è un parametro molto semplice da misurare e da valutare. L'uso di un singolo sensore appositamente posizionato sarà sufficiente alle necessità.



***FIGURA 9: TERMOMETRO DIGITALE A INFRAROSSI***

## **SPO2**

Tramite metodica di pulsossimetria è oggi possibile la misurazione della saturazione dell'ossigeno nel sangue (SPO2), cioè la percentuale di molecole di ossiemoglobina calcolata sul totale delle molecole di emoglobina presenti, e il ritmo cardiaco. La

rilevazione di tale parametro è utile perché consente la stima della concentrazione di ossigeno del sangue del paziente, indice predittivo di diverse patologie<sup>23,24</sup>.

### **IMPEDENZA CUTANEA**

Le variazioni del potenziale elettrico transcutaneo possono essere divise in due categorie:

- a) variazioni lente di piccola ampiezza di potenziali dette basali non legate a stati psicologici particolari;
- b) variazioni rapide di grande ampiezza di potenziale che appaiono sotto l'influenza riflessa del sistema nervoso simpatico. Questa risposta sembrerebbe, invece, dovuta a stimoli fisici in rapporto variabile con stimoli a sfondo emozionale.

La misura dell'impedenza cutanea è quindi un indice di valutazione dello stress.

Le modificazioni di potenziale (rapide) e quelle di resistenza rappresentano un elemento indicatore della attività nervosa vegetativa assai utilizzato in psichiatria ed in polizia investigativa (prova con la macchina della verità)<sup>25</sup>.

I parametri da misurare non presentano particolari difficoltà di utilizzo o discomfort per i soggetti sottoposti al test e sono indicativi di alterazioni patologiche specie nelle patologie o problematiche che vengono considerate come principali cause di incidente o di infortunio, quali colpi di sonno o perdita di coscienza, abuso di bevande alcoliche, tossicodipendenza, patologie acute, ecc.

Le informazioni biomediche sono prelevate dalla rete di sensori e trasmesse in modalità wireless ad una centralina di raccolta dati locali. Da questa centralina i dati sono trasferiti ad un Centro di Controllo e Monitoraggio dello "stato di salute" degli operatori interessati.

Quest'ultimo collegamento, in base alla tipologia di attività a rischio e alle infrastrutture presenti sul territorio di operazione, utilizzerà come mezzo trasmissivo il canale radio più idoneo (WiFi, GSM/GPRS, UMTS, Satellitare)<sup>26</sup>. I dati, nel rispetto della privacy, verranno trasferiti in modalità sicura (autenticata e certificata) e con livelli di qualità adeguati.

L'architettura del centro di supervisione permetterà il monitoraggio contemporaneo di distinti gruppi di operatori, coinvolti anche in attività non omogenee, consentendo quindi un uso condiviso delle risorse del centro per la fornitura di servizi ai diversi aziende/enti interessati.

L'architettura proposta per il sistema permette di raggiungere gli obiettivi prefissati, grazie all'utilizzo di sensoristica biometrica tecnologicamente avanzata e non intrusiva tale da non alterare il normale confort operativo del soggetto da monitorare.

I sensori saranno interconnessi fra di loro e formeranno una rete personale a corto raggio (Personal Area Network) equipaggiata di un nodo wireless di interconnessione con il resto del sistema di monitoraggio<sup>27</sup>.

Nel caso di attività lavorative che prevedono spostamenti dell'individuo sul territorio (autisti, autotrasportatori, etc), i dati biometrici possono essere integrati con informazioni ausiliarie, ambientali e di posizione, in modo da permettere al centro di supervisione di avere un quadro più completo sullo stato di salute del soggetto e di sapere, in caso di necessità, dove è localizzato l'operatore<sup>28</sup>.

## DISCUSSIONE

---

In Italia, ogni anno, si verificano circa 1.000 infortuni mortali sul lavoro e circa 600.000 infortuni che hanno comportato un'assenza dal lavoro superiore ai 3 giorni (fonte ISTAT), in un contesto di quasi un milione di infortuni complessivi ogni anno.

Risulta quindi necessario ridurre queste cifre che sicuramente non sono degne di un paese civile.

Per questo è importante e doveroso diffondere la cultura della prevenzione, ma anche fornire ai lavoratori degli strumenti per ottimizzare le procedure di soccorso che, in alcuni casi ed in alcune professioni, necessitano di un intervento immediato.

Il dominio medico applicativo del sistema qui proposto è molteplice. I risultati attesi permetteranno la realizzazione di innovative tecniche di prevenzione per situazioni a rischio di incidente sul lavoro. Sarà inoltre possibile monitorare categorie omogenee di lavoratori soggetti a particolare stress psicofisico, per individuare significativi trend nello stato di salute.

Oltre a contribuire a ridurre significativamente il numero delle “morti bianche”, il sistema potrebbe fornire l'intero quadro clinico dei soggetti osservati, che ben si presta ad un utilizzo stabilizzato per le persone reinserite nel mondo del lavoro, dopo che le stesse sono state oggetto di episodi medico-clinici significativi, riducendo così l'elevato costo sociale di quelle persone che hanno subito interventi chirurgici significativi ma che potrebbero riprendere l'attività lavorativa se opportunamente “monitorati” e che per carenza di strumenti adeguati non vengono reinseriti nel mondo del lavoro<sup>29,30</sup>.

Sebbene il Sistema proposto si rivolga nello specifico ai lavoratori del settore marittimo, in virtù dei maggiori rischi professionali e dei pericoli per la salute presenti in questo comparto, in futuro data la versatilità dello strumento, potrebbe essere

utilizzato in tutte le condizioni di lavoro in cui siano presenti Operatori a rischio, quali per esempio:

- Operatori dei trasporti e più specificatamente, autisti adibiti al trasporto di carichi pesanti, di passeggeri, di merci pericolose, etc.
- Operatori di protezione civile, impegnati in operazioni di salvataggio
- Personale impiegato in operazioni di “peacekeeping”
- Addetti alla manutenzione in impianti industriali a rischio
- Personale reinserito in attività lavorativa dopo episodi clinici e/o chirurgici significativi

In tutte queste situazioni, è fondamentale il monitoraggio della salute e delle condizioni di sicurezza degli individui, attuata mediante sistemi capaci di tenere sotto controllo alcune informazioni biometriche significative.

Tale obiettivo può essere realizzato attraverso un sistema che permetta di elaborare, dai dati osservati, una eventuale segnalazione precoce di possibili derive nello stato di salute dell’operatore, considerato a rischio, al fine di prevenire possibili incidenti sul luogo di lavoro.

La conoscenza della posizione garantita permette poi di realizzare funzioni innovative di prevenzione infortuni ed evitare rischi elevati mediante allarmi vicinanza di pericolo legati ad aree predefinite e intervalli temporali ben identificati.

Nel centro di supervisione, oltre alle informazioni suddette, sarà poi necessario completare il quadro informativo con elementi aggiuntivi capaci di differenziare il quadro operativo, vale a dire, informazioni meteo, sensoristica esterna di valutazione del rischio oggettivo (nel caso di operatori di protezione civile), informazioni sul traffico (nel caso di autisti), stato del mare, etc.

L’architettura adottata permette, a regime, una vasta gamma di possibilità in termini di



utenza servita.

Un possibile approccio potrebbe essere quello di avviare il servizio con una certa configurazione iniziale e poi estenderlo man mano a nuove utenze. Si potrebbe ad esempio iniziare servendo solo alcune postazioni remote fisse con servizio di telecomunicazione fornito da un provider ISP. Nulla vieta poi di estendere il servizio anche a postazioni remote mobili dotate di una propria connessione satellitare (imbarcazioni private). Successivamente si potrebbe proporre il servizio ad utenze più numerose (ad esempio cooperative di pescherecci). Il sistema potrebbe poi evolvere utilizzando un proprio gestore di telecomunicazioni (CSD). Tuttavia anche utenze remote dotate di una connessione con altri gestori di telecomunicazioni marittime potrebbero accedere al servizio.

Quello descritto è un possibile scenario, ma molti altri sono possibili in quanto il sistema risulta essere abbastanza aperto da permettere la convivenza di diverse tipologie di utenze e di diversi servizi di telecomunicazioni.

## BIBLIOGRAFIA

---

1. INAIL, IPSEMA, ISPESL – Primo rapporto pesca, 2005.
2. INAIL, Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti – Secondo Rapporto Pesca, 2010.
3. Montagnani R. – La sicurezza del lavoro a bordo delle navi – Venezia, 2007.
4. Grimsmo-Powney H, Harris EC, Reading I, Coggon D - Occupational health needs of commercial fishermen in South-West England - *Occupational Medicine (Lond)*. 2010. January; 60(1): 49–53.
5. <http://www.ipsema.gov.it>
6. Lincoln JM, Lucas DL - Occupational fatalities in the United States commercial fishing industry, 2000-2009 - *Journal of Agromedicine*. 2010 Oct;15(4):343-50.
7. Kaerlev L, Jensen A, Nielsen PS, Olsen J, Hannerz H, Tüchsen F - Hospital contacts for injuries and musculoskeletal diseases among seamen and fishermen: A population-based cohort study - *BMC Musculoskeletal Disorders*. 2008; 9: 8.
8. Kucera KL, Loomis D, Lipscomb HJ, Marshall SW, Mirka G, Daniels J - Ergonomic risk factors for low back pain in North Carolina crab pot and gill net commercial fishermen - *American Journal of Industrial Medicine*. 2009 April; 52(4): 311–321.
9. Lipscomb HJ, Loomis D, McDonald MA, Kucera K, Marshall S, Li L - Musculoskeletal symptoms among commercial fishers in North Carolina - *Applied Ergonomics Journal*. 2004 Sep;35(5):417-26.
10. Selikoff IJ, Lilis R, Levin G. – Asbestotic radiological abnormalities among United States merchant marine seamen. – *British Journal of Industrial Medicine*, 1990; 47: 292-297.

11. IPSEMA, ForMare – Quaderno di formazione per la Sicurezza sul lavoro del personale di coperta, 2010
12. Hobi1 ML, Ginzler C - Accuracy Assessment of Digital Surface Models Based on WorldView-2 and ADS80 Stereo Remote Sensing Data - Sensors (Basel). 2012; 12(5): 6347–6368.
13. Molina I, Martinez E, Arquero A, Pajares G, Sanchez J - Evaluation of a Change Detection Methodology by Means of Binary Thresholding Algorithms and Informational Fusion Processes - Sensors (Basel). 2012; 12(3): 3528–3561.
14. Martínez-de Dios JR, Merino L, Caballero F, Ollero A - Automatic Forest-Fire Measuring Using Ground Stations and Unmanned Aerial Systems - Sensors (Basel). 2011; 11(6): 6328–6353.
15. Toledano-Ayala M, Herrera-Ruiz G, Soto-Zarazúa GM, Rivas-Araiza EA, Bazán Trujillo RD, Porrás-Trejo RE - Long-Range Wireless Mesh Network for Weather Monitoring in Unfriendly Geographic Conditions - Sensors (Basel). 2011; 11(7): 7141–7161.
16. Patel S, Park H, Bonato P, Chan L, Rodgers M - A review of wearable sensors and systems with application in rehabilitation - Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation 2012, 9:21
17. Hu S, Wei H, Chen Y, Tan J - A Real-Time Cardiac Arrhythmia Classification System with Wearable Sensor Networks - Sensors 2012, 12, 12844-12869.
18. Dinh A, Shi Y, Teng D, Ralhan A, Chen L, Dal Bello-Haas V, Basran J, Ko SB, McCrowsky C - A Fall and Near-Fall Assessment and Evaluation System - The Open Biomedical Engineering Journal, 2009, 3, 1-7 1.
19. Yang CC, Hsu YL - A Review of Accelerometry-Based Wearable Motion Detectors for Physical Activity Monitoring - Sensors 2010; 10, 7772-7788.

20. Aziz O, Robinovitch SN - An Analysis of the Accuracy of Wearable Sensors for Classifying the Causes of Falls in Humans - IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering 2011; 19(6): 670–676
21. Kim MG, Moon HM, Chung Y, BumPan S - A Survey and Proposed Framework on the Soft Biometrics Technique for Human Identification in Intelligent Video Surveillance System - Journal of Biomedicine and Biotechnology 2012, 1-7.
22. Liu GZ, Huang BY, Wang L - A Wearable Respiratory Biofeedback System Based on Generalized Body Sensor Network - Telemedicine and e-Health 2011, 17,5 348-357.
23. Marschollek M, Gietzelt M, Schulze M, Kohlmann M, Song B, Wolf KH, - Wearable Sensors in Healthcare and Sensor-Enhanced Health Information Systems: All Our Tomorrows? - Healthcare Informatics Research, 2012 June;18(2):97-104.
24. Kumar P, Lee HJ - Security Issues in Healthcare Applications Using Wireless Medical Sensor Networks: A Survey - Sensors 2012, 12, 55-91.
25. Kostyuk N, Cole P, Meghanathan N, Isokpehi RD, Cohly HHP - Gas Discharge Visualization: An Imaging and Modeling Tool for Medical Biometrics - International Journal of Biomedical Imaging, 2011, 1-7.
26. Shin M - Secure Remote Health Monitoring with Unreliable Mobile Devices - Journal of Biomedicine and Biotechnology 2012, 1-5.
27. Syed Muhammad KRR, Lee H, Lee S, Lee YK - BARI+: A Biometric Based Distributed Key Management Approach for Wireless Body Area Networks - Sensors 2010, 10, 3911 - 3933.
28. Lopez-Meyer P, Fulk GD, Sazonov ES- Automatic Detection of Temporal Gait Parameters in Poststroke Individuals - IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering, 2011; 15(4): 594–601.

29. Corredor I, Bernardos AM, Iglesias J, Casar JR - Model-Driven Methodology for Rapid Deployment of Smart Spaces Based on Resource-Oriented Architectures - Sensors 2012, 12, 9286-9335.
30. Song TM, Ryu S, Lee SH - U-Health Service for Managing Chronic Disease: A Case Study on Managing Metabolic Syndrome in a Health Center in South Korea - Healthcare Informatics Research, 2011 December;17(4):260-266.