



# SE AULOR

SAFEGUARD THE HEARING OF THE SEAS

Dossier di ricerca Tesi di Laurea  
Disegno Industriale e Ambientale  
A.A. 2020/2021

Studente: Andrea Nicolardi  
Relatore: Prof. Carlo Vannicola  
Corelatore: Manuel Scortichini



S A A O  
Scuola di Ateneo

Architettura e Design  
Eduardo Vittoria  
Università di Camerino

# Indice

## Parte 1 - Ricerca

### 1 - Inquinamento acustico marino

1.1 Definizione "Inquinamento Acustico Marino"	6
1.2 Rumoroso silenzio	6
1.3 L'importanza dei suoni per la Fauna Marina	7
1.4 Tipi di Rumore	8
1.5 Meccanismi di produzione del suono	8
1.6 Effetti dell'inquinamento sulla fauna	9
1.7 Fonti del Rumore	10
1.8 Rumore antropogenico	10

### 2 - Caratteristiche e tipologie di rumore

2.1 Diversi tipi di rumore di origine antropica	12
2.2 Caratteristiche dei più comuni rumori antropologici	13
2.3 Potenziale impatto del rumore in ambiente marino	14
2.4 Caratteristiche acustiche	15
2.5 Effetti interattivi e cumulativi nei sistemi marini	15

### 3 - Accordi, enti e regolamentazione

3.1 ASCOBANS	16
3.2 ACCOBAMS	17
3.3 Copernicus Marine Service	24
3.4 Quiet Oceans	24
3.5 Quonops	24
3.6 Direttive UE	25
3.7 Convenzioni Internazionali	26

### 4 - Casi studio; Principali attività umane di rischio e misure di mitigazione

4.1 Santuario Pelagos	28
4.2 Opzioni di Gestione applicate per Santuario Pelagos	29
4.3 Sviluppo edilizio costiero	30
4.4 Pile Driving	31
4.5 Misure di mitigazione per le attività di Pile Driving	32
4.6 Noise Mitigation Technologies Related to Impulsive Noise	32
4.7 Norme Tecniche per la Redazione degli Studi di Impatto Ambientale	35
4.8 Definizione degli impatti	36
4.9 Ramp-Up e Soft-Start	36
4.10 MMO/PAM	37
4.11 Misure di mitigazione del rumore in ambiente marino	38
4.12 Acustica per il ripristino delle barriere	39
4.13 Le attività di pesca	40
4.14 Eolico	40
4.15 Survey Geosismici	41
4.16 Mitigazione per Survey Geosismici	41

## Parte 2 - Studio dei componenti necessari allo sviluppo progettuale

### 1 - Speaker

1.1 Altoparlanti, come funzionano	44
1.2 Principi di funzionamento	44
1.3 Efficienza di un altoparlante	46
1.4 Altoparlanti a sospensione pneumatica	46
1.5 Altoparlanti a tromba acustica	47
1.6 Tipi di altoparlanti	47
1.7 Altoparlanti piezoelettrici	48

1.8 Diffusori	49
1.9 Underwater speaker	49
1.10 Prodotti sul mercato	50
<b>2 - Idrofoni</b>	
2.1 Cosa sono gli idrofoni	56
2.2 Prodotti sul mercato	57
<b>3 - Boe dati e Mede</b>	
3.1 Definizione "Boa" e "Meda"	60
3.2 Sistema di Segnalamento marittimo I.A.L.A.	60
3.3 I Miragli	61
3.4 Segnali Cardinali	62
3.5 Mede Gialle / Segnali Speciali	63
3.6 Mede a strisce Rosse e Nere / Pericolo Isolato	63
3.7 Mede Rosse e Verdi / Segnalamento Laterale	64
3.8 Meda di Acque Sicure / Libere	65
3.9 Prodotti sul mercato	66
<b>4 - Altre componenti</b>	
4.1 Lanterne Marine Solari	72
4.2 Ventilazione	74
4.3 Sportello di Ispezione	74
<b>Parte 3 - SEAUL8R, Safeguard the hearing of the Seas</b>	
<b>1 - Introduzione al progetto</b>	
1.1 Cosa fa	76
1.2 Ispirazione	76
1.3 Come funziona	77
1.4 Progettazione	77
<b>3 - Boe dati e Mede</b>	
2.1 Sketches	80
2.2 Concept 1	82
2.3 Concept 2	84
2.4 SEAUL8R	86
2.5 Cabina	88
2.6 Struttura Principale	95
2.7 Galleggianti	96
2.8 Storyboard	99
2.9 2D SEAUL8R	101
2.10 Identità visiva	105
Sitografia e bibliografia	106

# 1<sup>a</sup> Parte

## RICERCA



Ministero e Marina Militare, insieme per i controlli ambientali marini

## 1.1 Definizione "Inquinamento Acustico Marino"

"L'Introduzione diretta o indiretta da parte umana, di sostanze o energia nell'ambiente marino (...) tali da provocare effetti deleteri quali danno alle risorse viventi, rischio per la salute umana, ostacolo alle attività marittime compresa la pesca, deterioramento della qualità dell'acqua per gli usi dell'acqua marina e riduzione delle attrattive".

*GESAMP (Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection)*

L'inquinamento acustico è il suono indesiderato o eccessivo che può produrre effetti negativi sulla salute della fauna marina e sulla qualità dell'ambiente circostante.

All'avanzare dell'industrializzazione dei mari, continua a crescere il problema dell'inquinamento acustico degli oceani.

Si assiste alla combinazione di più sorgenti di rumore, in particolare il trasporto marittimo, l'esplorazione petrolifera e del gas e i siti di produzione di queste materie prime, il dragaggio, la costruzione e le attività militari, che determinano un aumento esponenziale della rumorosità in tutti gli oceani.

## 1.2 Rumoroso silenzio

In genere si crede che il mare sia un luogo silenzioso, ma a farcelo percepire così è il modo in cui le onde sonore viaggiano nell'acqua a differenza dell'aria.

In acqua il suono viaggia cinque volte più rapidamente che nell'aria, con una velocità di circa 1.500 metri al secondo. E siccome c'è anche una minore dispersione, i suoni raggiungono distanze maggiori.

Infatti, l'acqua è 10 mila volte meno comprimibile dell'aria e l'onda sonora che vi si propaga perde meno energia man mano che viene trasmessa nel volume dell'acqua, andando quindi più velocemente.

I suoni provengono da ogni direzione, non è una semplice sensazione: arrivano da 360° e possiamo sentire anche quelli che provengono da molto lontano.

Queste caratteristiche – e il fatto che la luce si propaghi nell'acqua ad una velocità inferiore rispetto all'aria – hanno avvantaggiato, in molti organismi marini, lo svilupparsi del senso dell'udito rispetto alla vista. Ed è proprio questo adattamento che adesso rappresenta un bersaglio per l'inquinamento acustico in mare.

*(Progetto "Sordo come un pesce" Università di Trieste e Vienna, Riserva marina WWF di Miramare)*

### 1.3 L'importanza dei suoni per la Fauna Marina

Gli organismi che vivono nell'acqua si sono adattati all'ambiente grazie anche alle informazioni sonore che hanno ricevuto e che utilizzano per tutte le loro attività, quali:

- - la comunicazione per identificare i singoli individui,
- - Mantenere la gerarchia e la coesione nel gruppo,
- - Avvertire delle minacce,
- - Trovare le prede
- - Conquistare la femmina,
- - Stordire le prede con l'emissione di intense onde sonore capaci di immobilizzare i pesci (Gambero pistolero, *Alpheus heterochaelis*).

Alterare la buona ricezione sonora può dunque mettere in pericolo la loro esistenza.

I mammiferi marini (in particolare i cetacei odontoceti che utilizzano il biosonar) e molti pesci sono quelli maggiormente colpiti dall'inquinamento acustico.

Molti studi confermano che il rumore contribuisca al declino di popolazione di diverse specie di cetacei o alla loro mancanza di ripresa se in calo demografico.

*(The Impact of Ocean Noise Pollution on Marine Biodiversity, 2008)*



*How Dolphin communicate*

## 1.4 Tipi di Rumore

Alcuni organismi marini utilizzano i suoni in modo “**passivo**”, altri in modo “**attivo**”.

L'uso **PASSIVO** del suono si ha quando un animale non genera attivamente impulsi sonori ma si limita a rispondere sul piano comportamentale alla loro ricezione.

La ricezione dei suoni ambientali permette loro di:

- Individuare i predatori;
- Individuare e catturare le prede;
- Percepire la vicinanza di conspecifici;
- Navigare e orientarsi;
- Percepire i cambiamenti delle condizioni ambientali
- (maree, correnti);
- Individuare fonti di cibo .

Gli animali che utilizzano il suono in modo **ATTIVO** sono in grado di produrre impulsi per interagire attivamente con l'ambiente e con gli altri individui (conspecifici e interspecifici).

L'uso attivo del suono consente di:

- Comunicare con i conspecifici durante l'accoppiamento;
- Ricercare il cibo;
- Lottare per il territorio e i ranghi sociali;
- Orientarsi e navigare su lunghe distanze per mezzo dell'ecolocalizzazione;
- Stordire e catturare la preda;
- Produrre segnali di allarme per avvertire i conspecifici della presenza di un pericolo;
- Distrarre e spaventare un predatore per sfuggire da esso.

## 1.5 Meccanismi di produzione del suono

I meccanismi di produzione del suono nei diversi gruppi animali sono solo in parte noti. Tra quelli conosciuti possiamo citare:

- Lo sbattimento meccanico di denti o piastre;
- Lo sfregamento di ossa, denti o valve delle conchiglie;
- La compressione e decompressione della vescica natatoria mediante muscoli specializzati;
- L'oscillazione del corpo;
- La distribuzione di fluidi o gas all'interno del corpo mediante organi adibiti alla produzione del suono;
- L'emissione forzata di fluidi o gas al di fuori del corpo.

*(Linee guida per lo studio e la regolamentazione del rumore di origine antropica introdotto in mare e nelle acque interne)*

## 1.6 Effetti dell'inquinamento sulla fauna

Sott'acqua l'inquinamento acustico può essere così forte da **impedire la comunicazione** tra i pesci e ciò avviene ad esempio per specie molto diffuse nel Mediterraneo, come la corvina e la castagnola. A dimostrarlo è un recente studio condotto, nell'ambito del progetto "Sordo come un pesce", dai ricercatori delle università di Trieste e Vienna, in collaborazione con la Riserva marina Wwf di Miramare.

**Oltre ai danni al sistema uditivo e all'interruzione dei canali relazionali** all'interno di una specie, il rumore genera una serie di **altri effetti negativi** come:

- **Danni fisici** o cambiamenti della forma fisica individuale
- Mutazione del comportamento
- Minori capacità riproduttive
- La fuga di alcuni pesci dal loro habitat naturale originario
- Il cambiamento delle rotte migratorie
- Problemi di "navigazione"
- Problemi di alimentazione
- Stress
- Compromissione della fecondazione delle uova
- Maggiore sensibilità a malattie.
- Cambiamento della struttura delle comunità ecologiche

Negli ultimi dieci anni, le ricerche svolte hanno dimostrato che **alcune forme di rumore oceanico possono uccidere, ferire e causare la sordità di balene**, di altri mammiferi marini e **anche dei pesci**.

In particolare, è stato possibile **mettere in relazione una serie di spiaggiamenti** e di decessi di mammiferi marini **con l'esposizione ai sonar militari**.

È anche provato che **alcuni animali colpiti non spiaggiano, ma muoiono in mare**.

Si è dimostrato, inoltre, che un rumore intenso produce un **effetto nefasto** su diverse **specie di pesci sottoposti a pesca commerciale** e provoca in particolare l'abbandono dell'habitat, la riduzione delle capacità riproduttive e una maggiore sensibilità alla malattia.

In uno di questi studi, si è addirittura osservato che **le catture dei pescatori si riducevano del 45-70%** in caso di **utilizzo di cannoni ad aria**.

Inoltre è dimostrato come il rumore sia collegato a catture accidentali o collisioni con le imbarcazioni perché impedisce agli animali di individuare le reti da pesca o i natanti.

**L'impatto** che questo tipo di inquinamento può avere sulla fauna **dipende dai gruppi tassonomici**, in quanto **variano le loro capacità uditive**.

Sono stati osservati molti tipi di risposte biologiche, che vanno dai comportamenti individuali ai cambiamenti nelle comunità ecologiche.

Il rumore di fondo persistente, come quello della navigazione, può alterare una serie di sistemi e comportamenti, dalla comunicazione all'alimentazione.

*(Progetto "Sordo come un pesce" Università di Trieste e Vienna, Riserva marina WWF di Miramare)  
(A synthesis of two decades of research documenting the effects of noise on wildlife Graeme Shannon, 2016)*

## 1.7 Fonti del Rumore

Il “rumore” sottomarino non è di un unico tipo e possiamo dividerli in:

Suoni di origine **FISICA**: vento, intemperie, onde, turbolenza, sisma, fondale marino, iceberg, ecc.;

Suoni di origine **BIOLOGICA**: emesso dagli animali o dovuto ai loro movimenti;

Suoni di origine **ANTROPOGENICA**: attività umane (imbarcazioni, prospezioni geologiche, attività militari, ecc.)

Molti dei rumori presenti in acqua sono frutto di eventi naturali, quali gli eventi sismici, che dominano a frequenze di fino a 10 Hz.

Il rumore provocato dalla pioggia, le risacche, le onde, gli altri rumori di natura biologica, come quelli prodotti da numerose specie marine per orientarsi, nutrirsi, comunicare e proteggersi dominano dalle frequenze di 100 Hz e 100 kHz.

Tuttavia, tali eventi non disturbano i pesci in quanto si esauriscono generalmente entro breve tempo o generano intensità tali da non potersi diffondere su ampie superfici.

*(The Impact of Ocean Noise Pollution on Marine Biodiversity\_Weilgart, 2008)*



## 1.8 Rumore antropogenico

Il rumore prodotto dalle attività dell'uomo **si sovrappone ai suoni biologici, mascherandoli e, di fatto, rendendoli incomprensibili alle specie acquatiche.**

Nella graduatoria delle attività umane più rumorose per il mondo sottomarino, in testa ci sono i **rilevamenti sismici** (circa 500 Hz) i **sonar militari** e i sonar (SOUND Navigation And Ranging) delle imbarcazioni (con frequenze fino ai 240 dB)

Nel Mediterraneo la principale fonte di inquinamento acustico resta **il traffico di barche e navi di tutte le dimensioni** (con frequenze tra i 10 e i 100 Hz)

Lungo le rotte più battute, i movimenti delle navi hanno **eliminato le zone di silenzio** per gli animali che abitano il nostro mare e ormai nemmeno un'area protetta può offrire riparo.

I rumori che derivano dall'attività umana sono quelli a **bassa frequenza** (20-200 Hz) e subiscono **poca attenuazione** e consentono quindi la propagazione a lungo raggio. Dal 1950 al 2000 il **rumore in bassa frequenza è raddoppiato ogni 10 anni** ("Inquinamento acustico subacqueo", s.d.).

Il suono a **media frequenza** (200-1000 Hz) invece **non si propaga su lunghe distanze** e contribuisce al rumore ambientale locale e regionale. I suoni a media frequenza sono per esempio: **onde che si infrangono, spruzzi, formazione e collasso di bolle e precipitazioni atmosferiche**.

Vari sonar (ad esempio militari e cartografici), così come piccole imbarcazioni, fanno parte invece del rumore causato dall'uomo alle frequenze medie.

Alle alte frequenze (> 25 kHz), la sorgente del rumore per essere percepita deve essere vicina al ricevitore. Ricadono all'interno di queste frequenze: il rumore termico e il risultato del moto browniano delle molecole d'acqua vicino all'idrofono (Hildebrand, 2009).

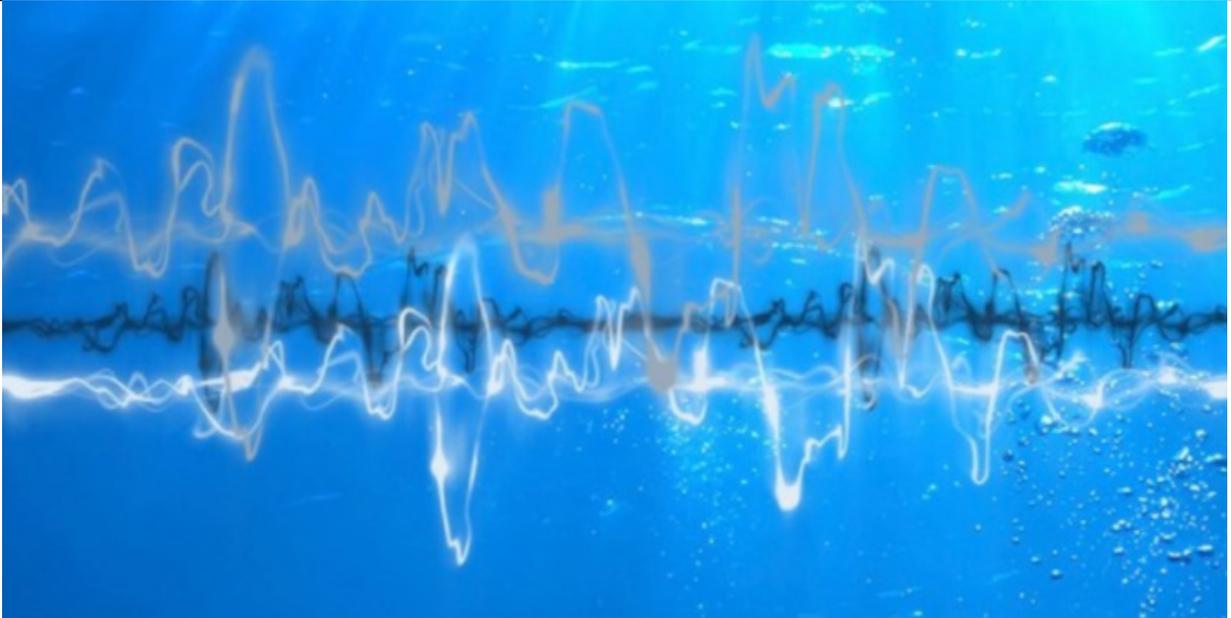
L'aumento del rumore antropogenico in tutti gli oceani provocato dall'azione dell'uomo dipende da:

- Aumento del numero di imbarcazioni e della stazza delle navi;
- l'esplorazione petrolifera, del gas.
- Siti di produzione di altre materie prime
- Dragaggio
- Costruzione
- Attività militari.

*(Hildebrand, J. A. (2009). Anthropogenic and natural sources of ambient noise in the ocean)*



Attività di Dragaggio



## 2.1 Diversi tipi di rumore di origine antropica

Diversi tipi di rumore di origine antropica in ambiente marino e le relative fonti:

<b>Rumore</b>	<b>Fonte</b>
<b>Sonar</b>	Esercitazioni militari e attività commerciali
<b>Survey geosismici</b>	Attività commerciali e di ricerca
<b>Esplosioni</b>	Esercizi e test militari, pesca con la dinamite, disattivazione di impianti offshore
<b>Deterrenti acustici (ADDs) e altri dispositivi acustici (AHDs)</b>	Attività di pesca
<b>Argani, macchine di bordo, etc.</b>	Pesca, attività di ricerca e commerciali
<b>Rumore di navi a basse frequenze</b>	Navigazione commerciale e altre navi di grandi dimensioni (e.g., petroliere, navi militari, navi da crociera, etc)
<b>Rumore di navi ad alte frequenze</b>	Navi commerciali di più piccole dimensioni (e.g., pescherecci, traghetti, traghetti veloci, navi da diporto, whale-watching e navi da ricerca) e moto d'acqua
<b>Attività offshore</b>	Dragaggi e altre attività (e.g., piattaforme petrolifere, porti in acque profonde, parchi eolici, etc.)
<b>Sviluppo costiero (cantieristica)</b>	Costruzione di porti, dighe, moli, ponti, impianti di acquacoltura, industrie ed edifici residenziali

(Linee guida per lo studio e la regolamentazione del rumore di origine antropica introdotto in mare e nelle acque interne) modificato da Hatch & Wright, 2007



Dispositivi Dissuasori per Delfini DDD e DID



Fishtek marine bell

## 2.2 Caratteristiche dei più comuni rumori antropologici

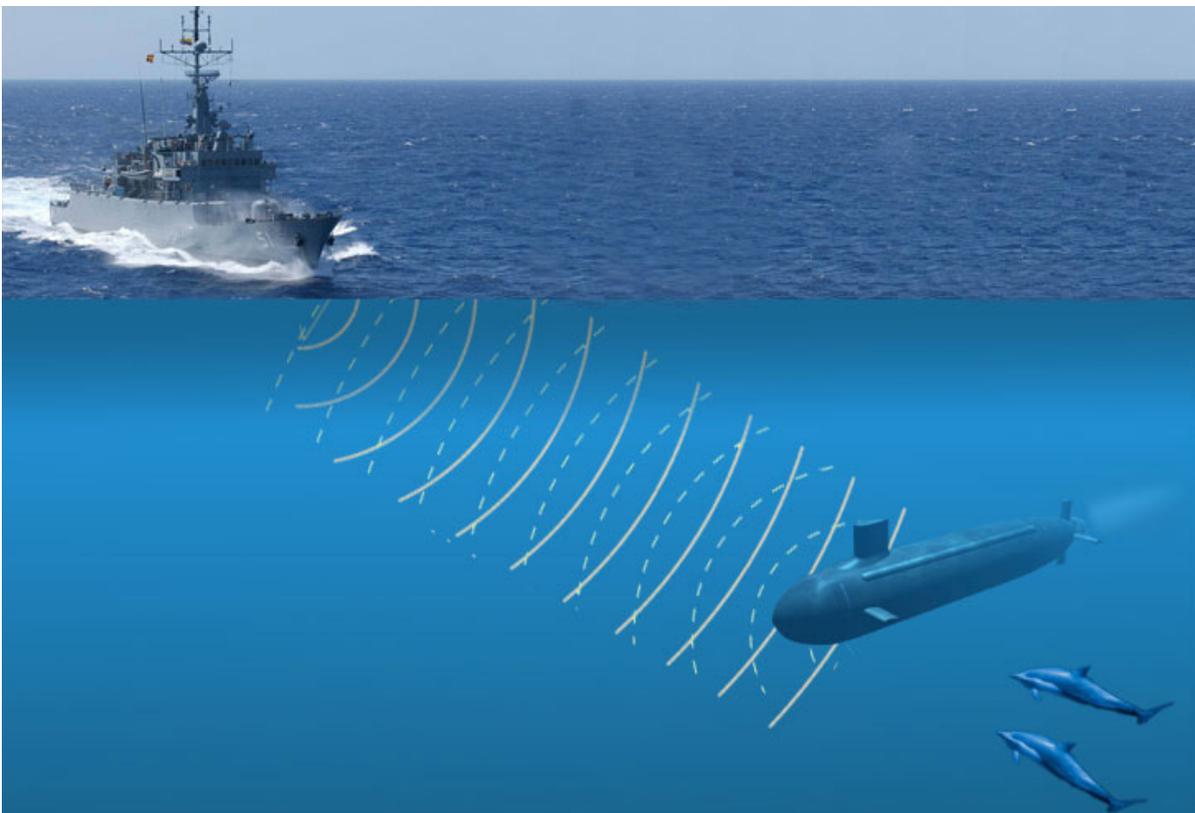
**Caratteristiche dei più comuni rumori di origine antropica** in ambiente marino. Per ciascun suono si riporta: livello di pressione sonora, durata, frequenza e direzione

Sound Source	Pressure Level	Duration*	Frequency (kHz)	Direction
Ship Shock Trial (10,000 lb. TNT)	299 decibels (peak)**	10 milliseconds	Broadband, with most energy in the low frequencies	Omni-directional
Airgun Array	235–259 decibels (effective peak)	20–30 milliseconds, repeated approx. every 10 seconds	Broadband, with most energy < 0.3 kHz	Pointed at ocean floor
Low-Frequency Military Sonar (SURTASS LFA)	235 decibels (effective)	6–100 seconds, repeated every 6–15 minutes	0.1–0.5 kHz	Pointed into water column
Mid-Frequency Military Sonar (AN/SQS-53C system)	235+ decibels	0.5–2 seconds, repeated every 28 seconds	2.6–3.3 kHz, centered at 2.9 kHz	Pointed into water column
Supertanker	185–190+ decibels (effective)	Continuous	Broadband, with most energy in the low frequencies	Omni-directional
Acoustic Harassment Device	190–205 decibels	0.5–2 seconds, repeated every few seconds	8–30 kHz, usually narrowly focused	Omni-directional
Acoustic Deterrence Device (NMFS-regulated)	132 decibels	300 milliseconds, repeated every few seconds	8–12 kHz, centered at 10 kHz	Omni-directional

Source: Adapted from Hildebrand (2004), Richardson et al. (1995), Navy (2001), Navy and Commerce (2001)

*(Linee guida per lo studio e la regolamentazione del rumore di origine antropica introdotto in mare e nelle acque interne)*

*Adapted from Hildebrand (2004), Richardson et al. (1995), Navy and Commerce (2001)*



sonar Mechanical waves and sound

### 2.3 Potenziale impatto del rumore in ambiente marino

Sono evidenziati gli effetti **fisiologici** (danni a livello del sistema uditivo, di altri organi e/o tessuti, effetti legati allo stress), **comportamentali**, **percettivi**, **cronici** e gli **effetti indiretti** che possono verificarsi a livello della fauna acquatica.

IMPATTO	TIPO DI DANNO
<p><b>Fisiologico</b></p> <p>Non uditivo</p> <p>Uditivo</p> <p>Legato allo stress</p>	<p>Danni ai tessuti corporei (emorragie interne, rottura del tessuto polmonare)</p> <p>Embolia (e altri sintomi legati alla malattia da decompressione)</p> <p>Danni al sistema uditivo (rottura della finestra ovale o rotonda alla soglia dell'orecchio interno che può risultare letale; rottura del timpano)</p> <p>Effetti vestibolari (vertigini, disorientamento, perdita dell'equilibrio)</p> <p>Diminuzione permanente della capacità uditiva (PTS – innalzamento permanente del livello di soglia)</p> <p>Diminuzione temporanea della capacità uditiva (TTS – innalzamento temporaneo del livello di soglia)</p> <p>Vitalità compromessa degli individui</p> <p>Soppressione del sistema immunitario e maggiore vulnerabilità a malattie</p> <p>Diminuzione del tasso riproduttivo</p>
<p><b>Comportamentale</b></p>	<p>Spiaggiamento</p> <p>Interruzione di comportamenti abituali (alimentazione, riproduzione, etc)</p> <p>Perdita di efficienza nell'accoppiamento (richiami meno efficienti) e nell'alimentazione (immersioni meno produttive)</p> <p>Antagonismo nei confronti di altri animali</p> <p>Allontanamento dall'area (a breve o lungo termine)</p>
<p><b>Percettivo</b></p>	<p>Mascheramento dei segnali acustici necessari alla comunicazione con gli altri membri della stessa specie</p> <p>Mascheramento di altri suoni biologicamente importanti, come quelli emessi dai predatori</p> <p>Interferenza con la capacità di ecolocalizzare</p>
<p><b>Cronico</b></p>	<p>Impatti cumulativi e sinergici</p> <p>Ipersensibilità al rumore</p> <p>Assuefazione al rumore (gli animali rimangono nelle vicinanze di livelli di suono dannosi)</p>
<p><b>Effetti indiretti</b></p>	<p>Degradazione della qualità e della disponibilità di habitat</p> <p>Disponibilità ridotta di prede</p>

## 2.4 Caratteristiche acustiche

**Tipo di suono, caratteristiche acustiche** (alla sorgente) **ed esempi di sorgenti sonore antropiche**

Sound type	Acoustic characteristics (at source)	Examples
Single pulse	Single acoustic event; > 3-dB difference between received level using impulse vs equivalent continuous time constant	Single explosion; sonic boom; single airgun, watergun, pile strike, or sparker pulse; single ping of certain sonars, depth sounders, and pingers
Multiple pulses	Multiple discrete acoustic events within 24 h; > 3-dB difference between received level using impulse vs equivalent continuous time constant	Serial explosions; sequential airgun, watergun, pile strikes, or sparker pulses; certain active sonar (IMAPS); some depth sounder signals
Nonpulses	Single or multiple discrete acoustic events within 24 h; < 3-dB difference between received level using impulse vs equivalent continuous time constant	Vessel/aircraft passes; drilling; many construction or other industrial operations; certain sonar systems (LFA, tactical mid-frequency); acoustic harassment/deterrent devices; acoustic tomography sources (ATOC); some depth sounder signals

(Linee guida per lo studio e la regolamentazione del rumore di origine antropica introdotto in mare e nelle acque interne)  
Southall et al., 2007)

## 2.5 Effetti interattivi e cumulativi nei sistemi marini

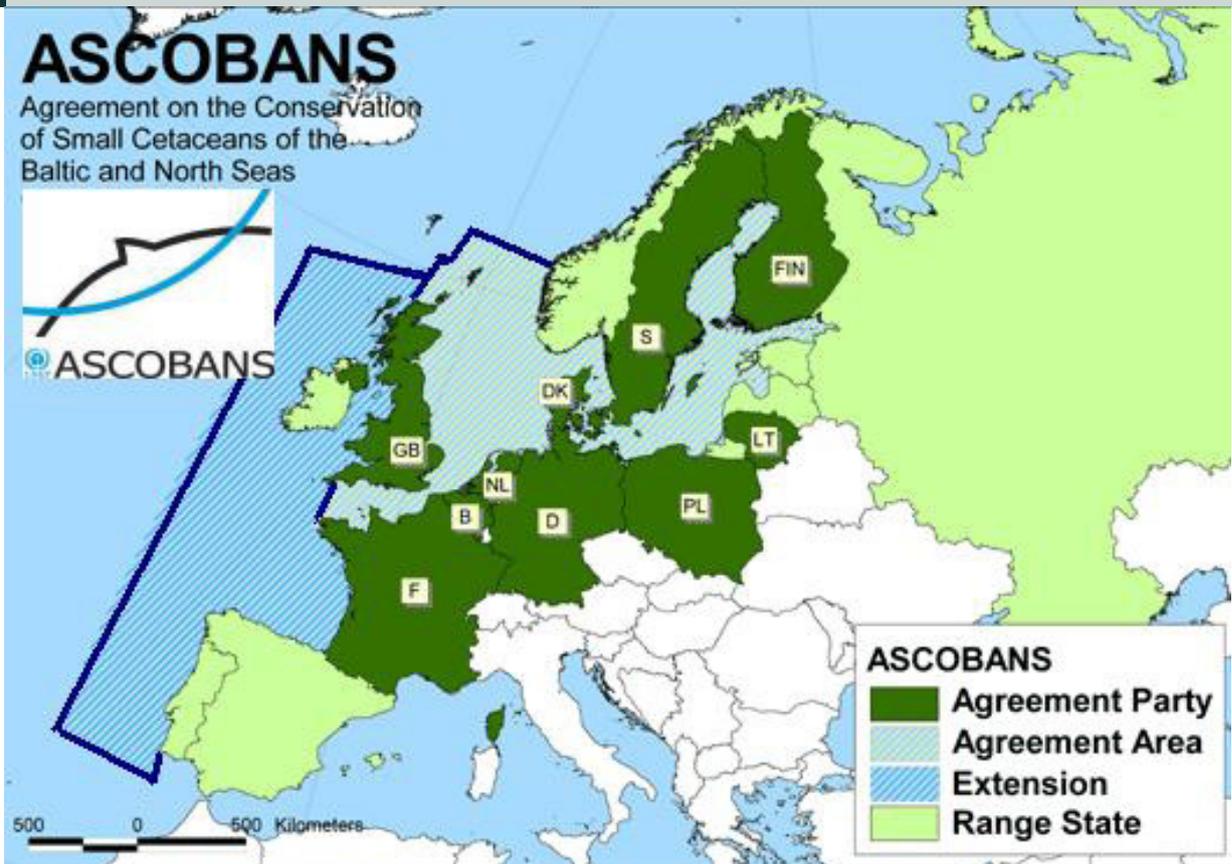
Gli esseri umani hanno un impatto sui sistemi naturali in molti modi, ma **l'effetto cumulativo di molteplici fattori di stress** sulle comunità ecologiche **rimane in gran parte sconosciuto**. Di seguito sono sintetizzati **171 studi** che hanno manipolato **due o più fattori di stress nei sistemi marini e costieri**.

È stato scoperto che gli effetti cumulativi nei singoli studi erano **additivi 26%** (l'azione combinata di due o più elementi è uguale a quella della somma degli effetti individuali di ogni elemento presente), **sinergici 36%** (l'effetto combinato di due o più elementi tossici è maggiore della somma degli effetti di ogni singolo elemento) e **antagonisti 38%** (due o più elementi interferiscono nelle loro mutue azioni in modo che l'effetto combinato risulti di minore entità rispetto alla somma degli effetti di ogni singolo composto).

L'effetto complessivo dell'interazione in tutti gli studi era **sinergico**, ma il tipo di interazione variava in base al livello di risposta (comunità: antagonista, popolazione: sinergica), livello trofico (autotrofi: antagonista, eterotrofi: sinergico) e coppia di fattori di stress specifici (sette paia additivi, tre paia ciascuna sinergica e antagonista). L'aggiunta di un terzo fattore di stress ha modificato significativamente gli effetti di interazione nei due terzi di tutti i casi e ha raddoppiato il numero di interazioni sinergiche.

Dato che la maggior parte degli studi sono stati eseguiti in laboratori in cui gli effetti di stress possono essere accuratamente isolati, questi risultati a tre fattori di stress suggeriscono che le sinergie possono essere abbastanza comuni in natura dove quasi sempre coesistono più di due fattori di stress. Sebbene esistano lacune significative nella ricerca sui fattori di stress multipli, i nostri risultati suggeriscono un'immediata necessità di tenere conto delle interazioni dei fattori di stress negli studi ecologici e nella pianificazione della conservazione.

(*"Effetti interattivi e cumulativi di più fattori di stress umani nei sistemi marini"*  
Caitlin Mullan Crain, Kristy Kroeker, Benjamin S Halpern)



### 3.1 ASCOBANS

#### Agreement on the Conservation of Small Cetaceans of the Baltic, North East Atlantic, Irish and North Seas

(Accordo sulla conservazione dei piccoli cetacei del Baltico, dell'Atlantico nordorientale, dell'Irlanda e del Mare del Nord)

I cetacei migratori attraversano regolarmente i confini nazionali. La loro protezione può essere ottenuta efficacemente solo attraverso la cooperazione internazionale. L'obiettivo dell'accordo è promuovere una stretta cooperazione tra i paesi al fine di raggiungere e mantenere uno stato di conservazione favorevole per i piccoli cetacei in tutta l'area dell'accordo.

Una delle **attività dell'accordo** riguarda la pesca accidentale e dunque **l'uso di PINGER** (dispositivi acustici di dissuasione che emettono segnali finalizzati a tenere lontani i cetacei dagli attrezzi da pesca) in particolare per la focene (delfini)

I pinger si sono dimostrati uno strumento efficace per mitigare le catture accessorie, ma qui miriamo a valutare il potenziale effetto collaterale dei pinger (assuefazione ed esclusione dell'habitat)

#### RAPPORTO DEL GRUPPO DI LAVORO INTERSESSIONALE ASCOBANS SULLA VALUTAZIONE DEI DISTURBI ACUSTICI (2009):

Si cerca di fornire consulenza riguardo alle potenziali misure di mitigazione che dovrebbero essere implementate per ridurre al minimo l'impatto del rumore sulla fauna marina, con particolare attenzione ai piccoli cetacei.

Fa riferimento: Direttiva UE sull'Habitat, Direttiva UE sulla strategia marina.

## 3.2 ACCOBAMS



### Agreement on the Conservation of Cetaceans of the Black Sea, Mediterranean Sea and Contiguous Atlantic Area

(Accordo sulla conservazione dei cetacei del Mar Nero, del Mar Mediterraneo e dell'area atlantica contigua)

Nel novembre 1996 fu raggiunto a Monaco un Accordo per la conservazione dei cetacei nel Mediterraneo, nel Mar Nero e nelle contigue aree atlantiche; tale accordo, denominato ACCOBAMS, è stato firmato da quasi tutti i paesi del Mediterraneo ed è stato successivamente ratificato da 10 paesi; la ratifica da parte dell'Italia è in itinere. **Questo accordo prevede da parte di ogni firmatario un impegno a livello normativo, socio-economico nonché scientifico, per l'eliminazione o la riduzione al minimo degli effetti delle attività antropiche sulla sopravvivenza dei cetacei in questi mari.** Le attività che maggiormente vanno a interagire negativamente sullo stato favorevole di conservazione delle popolazioni di cetacei sono: la pesca con reti derivanti, gli scarichi a mare, le attività legate al turismo e il traffico marittimo; è inoltre indispensabile l'istituzione di aree marine protette per la tutela dei questi animali.

### PANORAMICA DEI PUNTI CALDI DI RUMORE NELL'AREA DI ACCOBAMS – PARTE I, MAR MEDITERRANEO

**Identificare le aree ad alta pressione antropica sull'ambiente marino è un elemento chiave per un'efficace gestione ambientale e per mitigarne gli impatti.** Poiché il rumore sottomarino è considerato una delle principali minacce per i cetacei, l'accordo ACCOBAMS ha intrapreso un lavoro volto a **identificare i punti caldi del rumore e le aree di potenziale conflitto con la conservazione dei cetacei.**

Le attività specifiche pianificate per questo studio includevano:

- **Fare un inventario delle attività umane che producono rumore**
- **Mappare le aree in cui vengono svolte tali attività**
- **Raccomandare, sulla base dei risultati, una metodologia per monitorare il rumore da pressioni umane e sorgenti di rumore nel tempo.**

### ANALISI DELL'AREA

**L'area di studio** è compresa tra lo **Stretto di Gibilterra e il Bosforo**, includendo così tutto il Mar Mediterraneo. Gli sforzi nella raccolta dei dati si sono concentrati su attività che utilizzano fonti di rumore identificate come di primaria importanza per la conservazione dei cetacei (attività costiere e offshore, indagini geofisiche, esercitazioni navali, traffico marittimo).

I dati sono stati raccolti attraverso vari mezzi come: banche dati AIS, archivi online ufficiali e contatti con le parti interessate.

Per tutte le attività target, ad eccezione del traffico marittimo, sono stati raccolti dati per il periodo dal 2005 al 2015 e per il prossimo futuro (attività potenzialmente svolte nei prossimi 5 anni). Per il traffico marittimo, le posizioni delle navi sono state campionate ogni 10 minuti per un periodo ritenuto rappresentativo del reale traffico navale (ovvero il mese di luglio 2014).

**Sono state registrate la posizione di 1446 porti, 228 piattaforme di perforazione per lo sfruttamento di idrocarburi, 52 progetti di parchi eolici, 830 aree di esplorazione sismica, un certo numero di aree militari e 7 milioni di posizioni di navi.** Per quanto riguarda il traffico marittimo, la densità delle navi è stata calcolata su una griglia di 1 minuto in latitudine e longitudine. Abbiamo riscontrato un **valore medio di circa 1500 navi contemporaneamente presenti nell'area in qualsiasi momento.** Le aree di maggior traffico sono identificate principalmente nella parte settentrionale e occidentale del bacino e nelle acque greche. Per le altre attività, sono stati tracciati dati geografici grezzi per identificare la posizione di ciascuna categoria di attività umane che producono rumore. Quindi, sono state create mappe GIS riepilogative utilizzando una risoluzione della griglia di 40x40 km.

Sono state evidenziate delle aree che accumulano attività produttrici di rumore (Hotspot), con particolare attenzione alle zone di sovrapposizione con importanti habitat di cetacei individuati dagli studi ACCOBAMS.

**I maggiori Hotspot** di rumore che si sovrappongono ad importanti habitat di cetacei sono il **Santuario Pelagos, lo Stretto di Sicilia e la parte superiore della Fossa Ellenica.**

Questi risultati forniscono informazioni chiave sull'estensione spaziale delle diverse attività che generano rumore nel Mar Mediterraneo e forniscono la prima panoramica a livello di bacino sulle aree in cui possono verificarsi potenziali conflitti tra le attività che producono rumore e la conservazione dei cetacei. Inoltre, questi risultati forniscono una forte evidenza di molteplici fattori di stress che agiscono sull'ambiente marino e della necessità di azioni urgenti di gestione e conservazione. **Tuttavia, per gli studi futuri, è fondamentale aumentare le informazioni relative ai tempi in cui vengono svolte le attività target.**

## RISULTATI

Per quanto riguarda il processo di raccolta dati, sono state contattate 75 parti interessate relative a quattro categorie di rumore impulsivo: attività militari, porti, esplorazione sismica, energie rinnovabili (vedi fig. 1), per cui i tassi di risposta generali variavano dal 100% (attività militari, costruzione di porti, energie rinnovabili) al 23% (esplorazione sismica) e le risposte con fornitura di dati variano dal 100% (porti) al 6% (esplorazione sismica).

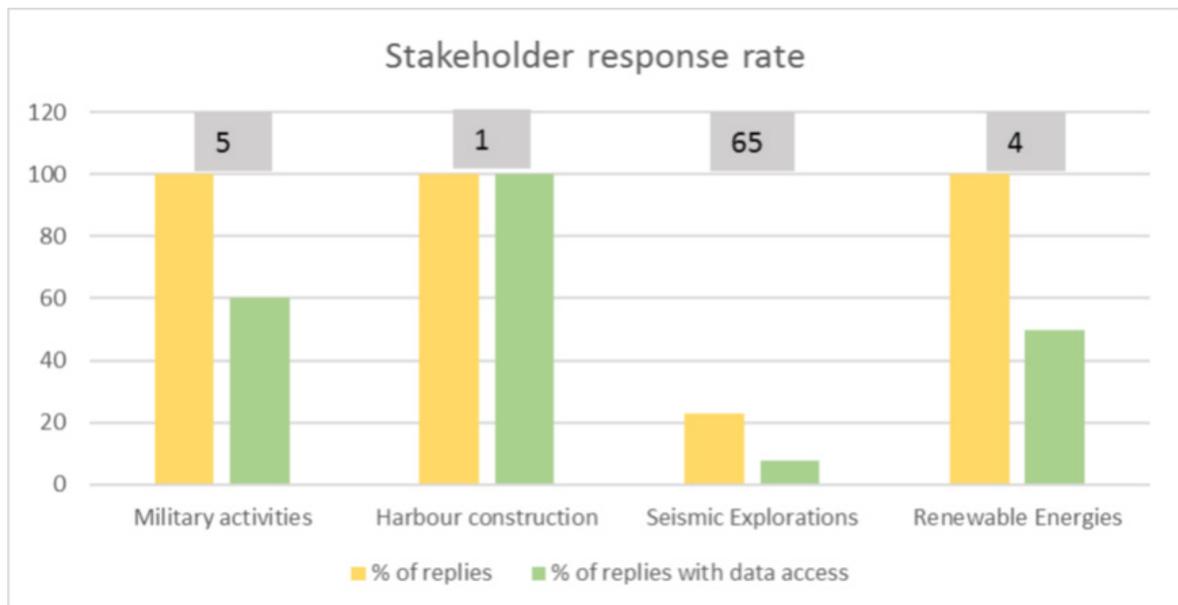


Figura 1. Tasso di risposta (%) degli stakeholder contattati. I numeri in quadrati grigi indicano il numero totale di stakeholder contattati (n. di persone = 100%). Si noti che il numero di parti interessate contattate con riferimento alle attività militari è stato limitato a quattro paesi, vale a dire Francia, Italia, Spagna e Grecia e che tutti i dati necessari relativi alla localizzazione dei porti sono stati raccolti tramite una parte interessata.

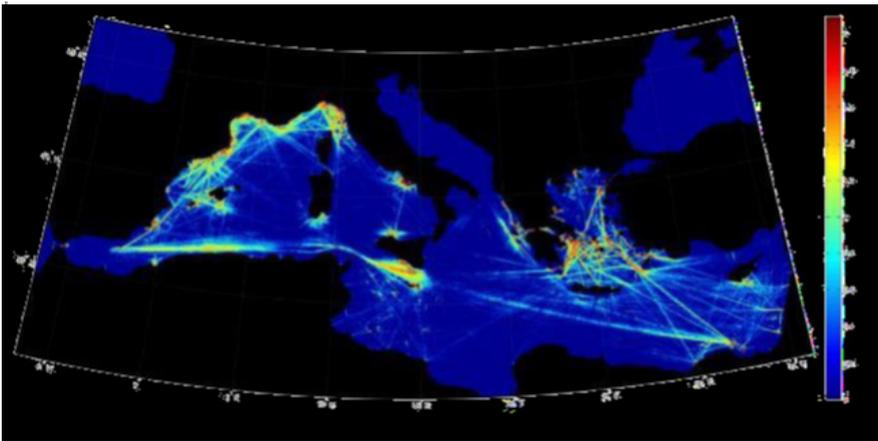
I principali risultati in termini di dati raccolti sono i seguenti:

- Sono state analizzate circa 7 milioni di posizioni di navi registrate tramite l' AIS (Sistema di identificazione automatica) per luglio 2014.
- 285 porti (porti con attività industriali e/o di pesca) e 1161 porti turistici (porti per imbarcazioni da diporto) situati.
- 280 siti costieri e offshore inventariati negli ultimi 10 anni, inclusi:
  - 228 piattaforme di perforazione per lo sfruttamento degli idrocarburi.
  - 52 progetti di parchi eolici (pianificati o in costruzione).
- 830 Aree di esplorazione sismica: aree attualmente attive o che sono state attive in un certo periodo negli ultimi 10 anni.
- Aree militari in Spagna, Francia, Italia e Grecia che coprono quasi 455 000 km<sup>2</sup> di superficie marina nell'area del Mediterraneo occidentale.

## MAPPE RIASSUNTIVE

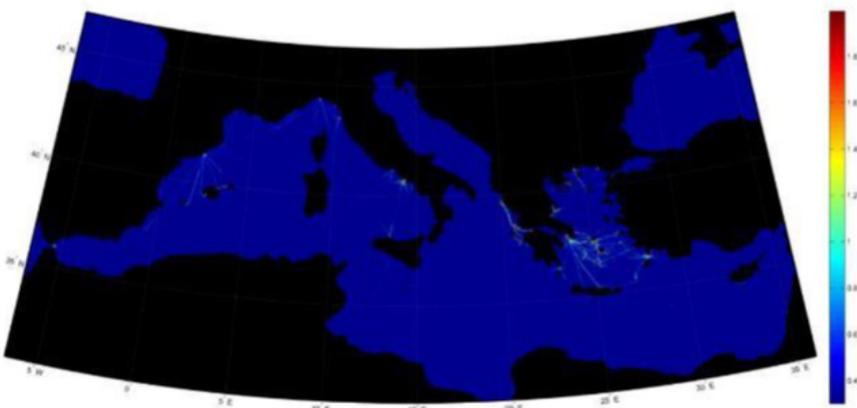
### **Densità del traffico marittimo**

Per quanto riguarda il traffico marittimo, le principali rotte navali sono evidenziate nella figura 2. È possibile osservare che le aree maggiormente interessate dal traffico navale si trovano nel Mar Mediterraneo nord-occidentale, nelle acque greche e nel Canale di Sicilia. È visibile anche un'importante corsia navale che va dallo Stretto di Gibilterra al Canale di Suez. La scala logaritmica è stata adattata per meglio evidenziare l'ampia variabilità della densità della nave. Il valore massimo nella mappa raggiunge circa 11 000 navi (numero totale di navi per cella), il che significa 1 800 ore di traffico navale in un mese (luglio 2014). Sulla base dei dati, nella zona sono presenti in media circa 1500 navi in qualsiasi momento.



*Figura 2. Densità del traffico navale (conteggio delle navi) per celle della griglia di 1' in longitudine e latitudine al mese (luglio 2014), in scala logaritmica. Le aree tratteggiate rappresentano una copertura AIS molto limitata.*

Un focus è stato posto sul traffico delle relative imbarcazioni da diporto (navi volontarie o oltre 300 tonnellate) (figura 3). Poiché il sistema AIS non è obbligatorio per le navi di stazza inferiore a 300 (come la maggior parte delle imbarcazioni da diporto), va tenuto presente che la mappa di densità rappresenta un buon indicatore della distribuzione spaziale delle aree di pressione (ad eccezione delle aree di AIS molto limitato copertura), ma è molto probabile che i valori di densità delle navi siano sottostimati per via della limitazione della copertura degli AIS.



*Figura 3. Densità relativa delle imbarcazioni da diporto (conteggio delle navi), per celle della griglia di 1' in longitudine e latitudine al mese (luglio 2014), in scala logaritmica. Le aree tratteggiate rappresentano una copertura AIS molto limitata.*

**LAVORI COSTIERI E OFFSHORE**

Nell'area di studio sono stati individuati complessivamente 1446 porti (286 porti, ovvero porti con attività industriali e/o di pesca e 1160 porti turistici (Marinas), ovvero porti per imbarcazioni da diporto; tabella 1). La maggior parte di essi si trova nella parte settentrionale del bacino. Aree ad altissima concentrazione (più di 12 porti per celle a griglia di 40 x 40 km) si trovano in Costa Azzurra e Golfo di Fos (Francia), Golfo di Napoli e Arcipelago Campano (Italia) e Golfo di Trieste (Italia/Slovenia), come mostrato nella figura 4.

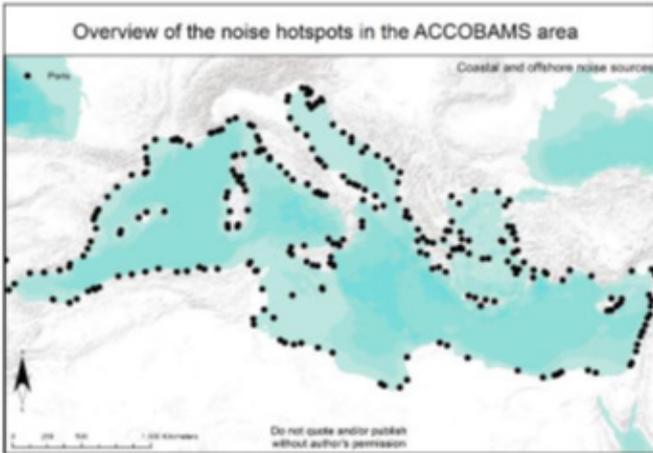
Un numero elevato di porti (da 6 a 11 porti per cella della griglia) si trova anche nel Mar Egeo, dove la presenza di un numero molto elevato di isole potrebbe essere la causa della minore densità di porti sulla costa continentale della Grecia, in le coste di Maiorca e Cartagena (Spagna), e in gran parte delle coste italiane e croate.

Tabella 1. Porti (porti e marine) per Paesi (dati 2015)

Country	Ports	Marinas	TOT (Harbours)
Monaco	1	1	2
Albania	4	0	4
Montenegro	1	4	5
Syria	3	3	6
Malta	2	5	7
Lebanon	6	3	9
Slovenia	3	8	11
Morocco	2	10	12
Egypt	8	5	13
Israel	4	9	13
Cyprus	8	7	15
Libya	14	15	29
Algeria	15	25	40
Tunisia	10	25	35
Turkey	19	51	70
Croatia	13	93	106
France	18	132	150
Spain	30	156	186
Greece	48	203	251
Italy	76	405	481

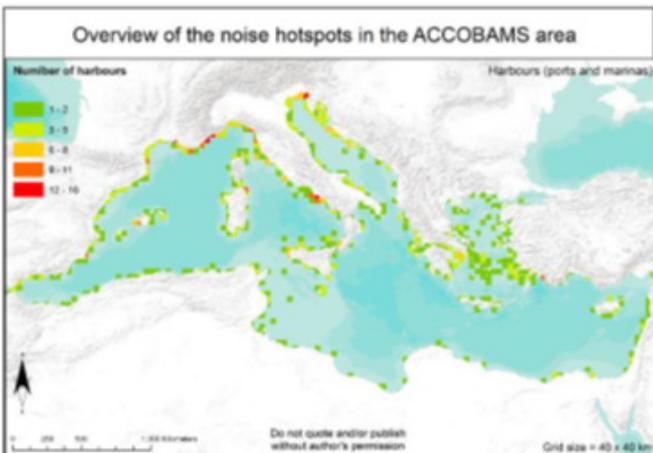
Per quanto riguarda i parchi eolici, esistono progetti per Italia, Francia, Grecia e Spagna, in diverse fasi di sviluppo. In questo lavoro ci siamo concentrati solo su progetti che potrebbero essere sviluppati nel prossimo futuro, che hanno una VIA approvata dall'autorità ambientale nazionale.

Infine, i risultati sui pozzi di petrolio e gas perforati negli ultimi 10 anni evidenziano chiaramente le aree in cui le attività di estrazione di idrocarburi si sono concentrate in questo periodo: l'alto Adriatico, il Canale di Sicilia e le aree del Levante. In questo periodo sono stati perforati 190 pozzi petroliferi nell'Adriatico italiano, 32 pozzi nelle acque israeliane, 6 a Cipro, 5 in Spagna. Inoltre, Tunisia ed Egitto sembravano avere un'intensa attività di perforazione offshore, ma non è stato possibile raccogliere dati affidabili sul numero di pozzi perforati negli ultimi 10 anni.

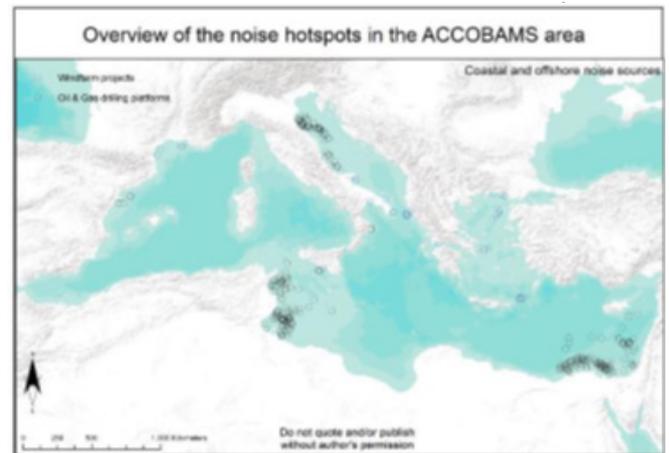


A) Localizzazione dei porti, ovvero porti con attività industriale e/o di pesca;

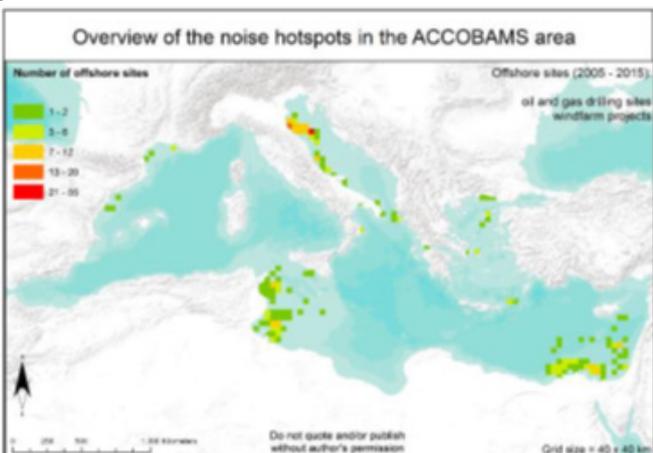
B) Localizzazione di marine, ovvero porti per imbarcazioni da diporto;



C) densità portuale su una griglia spaziale di 40 x 40 km;



D) posizione delle piattaforme di perforazione oil & gas;



E) densità delle piattaforme petrolifere e del gas su una rete spaziale

**INDAGINI SISMICHE**

L'utilizzo annuale del Mar Mediterraneo da parte dell'esplorazione sismica è stato calcolato in termini di superficie assoluta e relativa, calcolati rispettivamente in chilometri quadrati e percentuale di superficie mediterranea. Per la superficie mediterranea abbiamo utilizzato 2,5 M km<sup>2</sup>. I risultati, mostrati in figura 6, evidenziano un trend in crescita dal 2005 in poi. Il valore più alto di superficie utilizzata è stato raggiunto nel 2013 con aree di indagine sismica che coprono circa 675 000 km<sup>2</sup>, pari al 27% della superficie del Mediterraneo. Al contrario, il 2005 ha prodotto il valore più basso con circa 67.000 km<sup>2</sup> utilizzati (3,8% della superficie mediterranea). Considerando che i dati per le acque libiche non sono inclusi, tali risultati rappresentano una sottostima della situazione reale

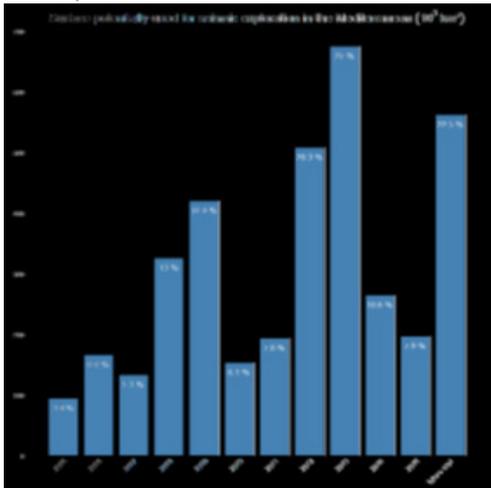


Figura 6. Copertura spaziale annuale delle potenziali aree di esplorazione sismica nel Mar Mediterraneo per il periodo 2005-2015 e futuro

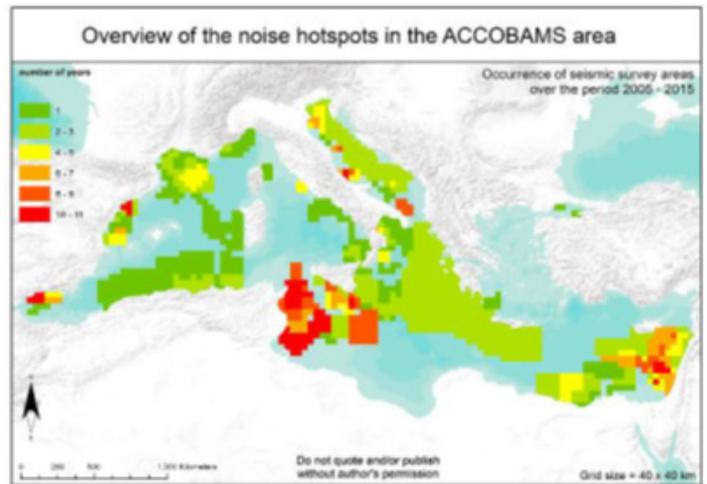


Figura 7. Frequenza a 10 anni di occorrenza dei blocchi di autorizzazione sismica in cui sono consentite le indagini sismiche. N.B.: Nell'analisi sono inclusi l'elenco incompleto dei rilievi reali e dei permessi esplorativi

**AREE MILITARI**

I dati disponibili sulle aree militari per Spagna, Francia, Italia, Grecia e NATO sono riportati nella figura seguente.

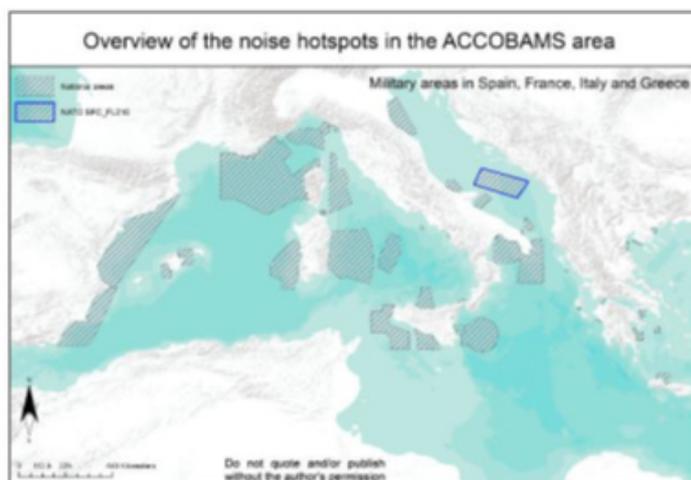
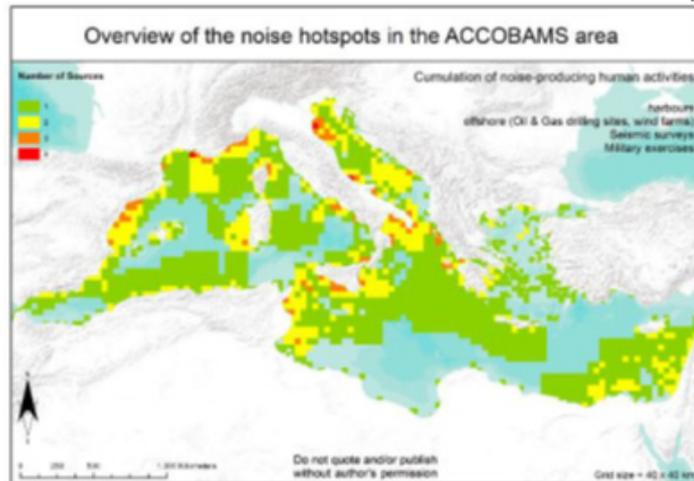


Figura 8. Aree di esercitazione della Marina nel Mediterraneo occidentale (dati di Spagna, Francia, Italia e Grecia)

### HOTSPOT DI INTERAZIONE RUMORE E RUMORE-CETACEI

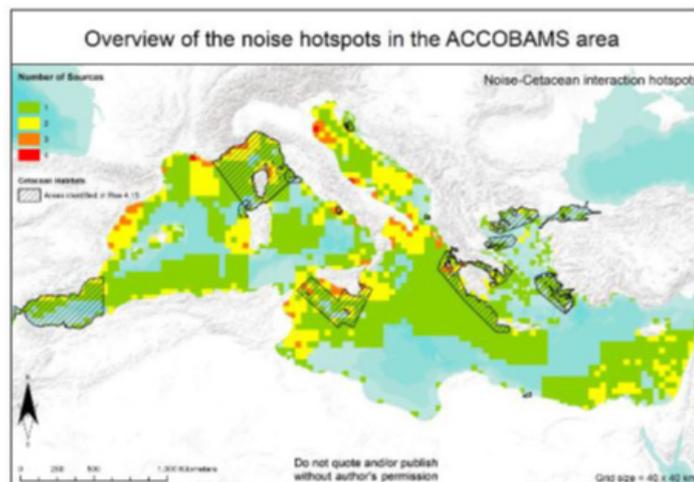
Il numero di attività umane che producono rumore è stato calcolato su una griglia spaziale (dimensioni della griglia = 40 x 40 km, figura 9). In questa analisi sono state affrontate solo le attività che utilizzano sorgenti di rumore impulsivo. I valori variano da 0 (nessuna attività umana che produce rumore impulsivo registrata) a 4 (sono state registrate tutte le attività che utilizzano sorgenti di rumore impulsivo considerate in questo studio). **Le aree che mostrano i valori più alti (3 e 4 tipi di attività) sono localizzate nella parte italiana dell'Adriatico, nel Canale di Sicilia, nel Mediterraneo francese dalla Costa Azzurra al Golfo di Fos, nel Golfo di Valencia, nella Corsica nord-orientale, nell'alto Mar Ionio e nelle coste campane.**

Figura 9. Punti caldi del rumore: numero di attività umane che producono rumore su una griglia spaziale di 40 x 40 km.



Infine, abbiamo sovrapposto quest'ultima mappa allo strato di importanti habitat cetacei identificati e riconosciuti dalle Parti di ACCOBAMS attraverso la Risoluzione 4.15, adottata nel 2010 (figura 10). Questo risultato fornisce importanti informazioni sulle aree in cui potrebbero verificarsi potenziali conflitti tra attività umane e conservazione dei cetacei, nel quadro dell'inquinamento acustico. Tali aree risultano essere il Santuario Pelagos, il Canale di Sicilia e l'area della parte settentrionale della Fossa Ellenica.

Figura 10. Hotspot di interazione rumore-cetacei: sovrapposizione di hotspot di rumore e importanti habitat dei cetacei (Risoluzione ACCOBAMS 4.10, 2010)



### 3.3 COPERNICUS MARINE SERVICE



Copernicus  
Marine Service

Copernicus Marine Service è un ente che si occupa di fornire:

- Dati : dati oceanici gratuiti e aperti valutati scientificamente in tutto l'oceano globale
- Supporto e competenza : ufficio di supporto con operatore gratuito e aperto, risorse, formazione e workshop sia online che offline
- Servizi : materiali di alfabetizzazione oceanica gratuiti e aperti, eventi, notizie sulla salute degli oceani, casi d'uso, risorse per supportare i settori del mercato blu e strumenti digitali interattivi

### 3.4 QUIET OCEANS

Quiet-Oceans è un'associazione che punta a sviluppare l'uso del mare in armonia con gli ecosistemi marini fornendo a produttori, società di consulenza di ricerca ambientale, enti pubblici e organizzazioni per la protezione dei mammiferi marini soluzioni per la previsione del rumore oceanico, il monitoraggio e la riduzione dell'impatto del rumore antropogenico. Quiet-Oceans lavora in collaborazione con la comunità di ricerca per aiutare a comprendere l'impatto del rumore antropogenico sottomarino sulla vita acquatica.

Inoltre collaborando con enti come Copernicus Marine Service ha dato vita a Quonops, ossia un servizio online per il monitoraggio e la previsione del rumore.



### 3.5 QUONOPS



I servizi online di Quonops© forniscono strumenti di monitoraggio e previsione del rumore. In modo simile ai sistemi di previsione meteorologica, Quonops© produce una stima della distribuzione spazio-temporale dei livelli di rumore generati dalle attività umane in mare, aggregando più fonti e valutando i contributi delle fonti a breve, medio e lungo termine al campo di rumore. Gli output di Quonops© sono adattati ai requisiti delle normative nazionali e internazionali esistenti ed emergenti in materia di

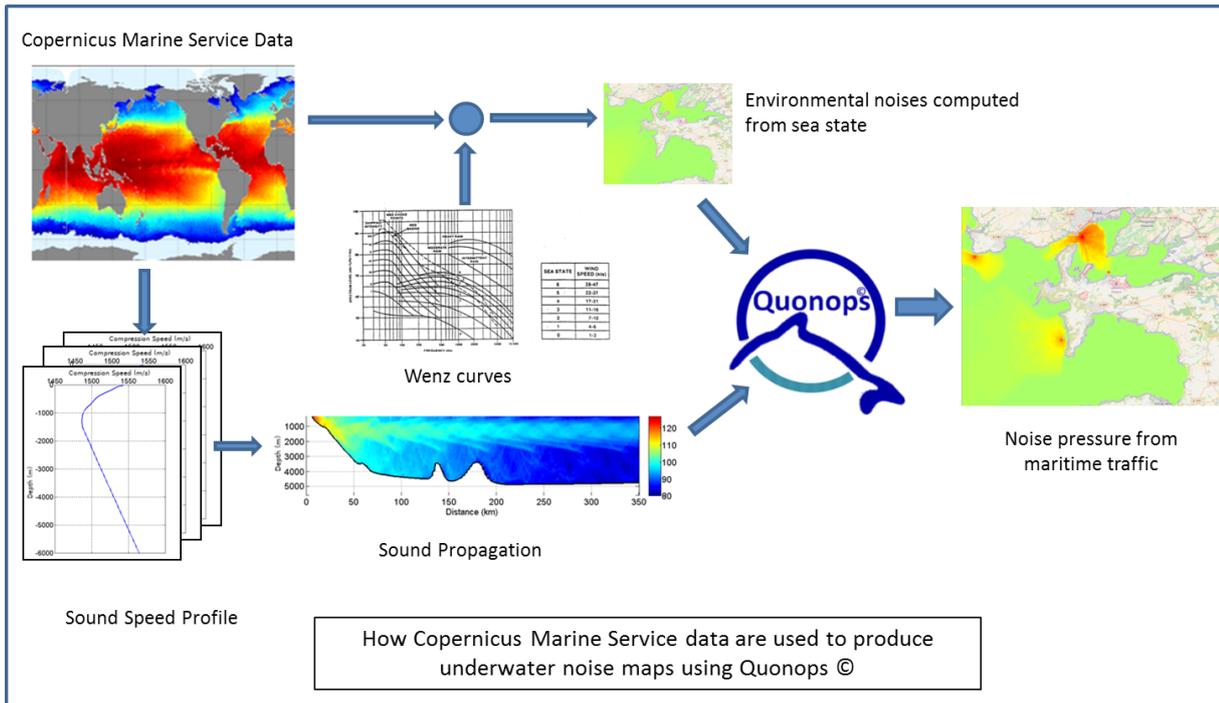
- Rumore subacqueo.
- La conservazione degli habitat e degli ecosistemi marini.
- La protezione delle specie marine.

Tali strumenti mirano a supportare le decisioni di gestione valutando, quantificando e dando priorità alle pressioni antropiche dirette e indirette sulla vita marina, secondo le normative sul rumore sottomarino, in particolare il descrittore 11 della Direttiva quadro sulla strategia marina europea.

Basandosi su modelli fisici di propagazione acustica, Quonops© considera la realtà dell'area attraverso dati di input raccolti da numerose fonti. Il catalogo Copernicus Marine Service fornisce dati ambientali che influiscono sulla propagazione del suono subacqueo e sui livelli di rumore ambientale come:

- Temperatura e salinità: calcola i profili di velocità del suono che influiscono sulla propagazione del suono sott'acqua

Onde: calcola i livelli di rumore ambientale utilizzando le curve di Wenz.



### 3.6 Direttive UE

#### La Direttiva 92/43/CEE "Habitat"

La direttiva Habitat adotta un duplice approccio alla conservazione della natura.

- In primo luogo, ed esclusivamente per le specie elencate nell'allegato II (la focena e il tursiopo)

gli Stati membri devono istituire zone speciali di conservazione (ZSC) (Special Areas of Conservation SACs), note collettivamente come rete Natura 2000.

- In secondo luogo, gli Stati membri devono istituire un sistema di "protezione rigorosa" per le specie animali nel loro areale naturale elencate nell'allegato IV, lettera a), della direttiva, comprese tutte le specie di cetacei.

In relazione alle SACs, nel maggio 2007 la Commissione Europea ha avanzato una serie di Linee Guida indicative (ma non vincolanti) per la costituzione della Rete Natura 2000 in ambiente marino. Le Linee guida impongono agli Stati membri di "adottare misure appropriate" per evitare il disturbo delle specie dell'allegato II all'interno delle SACs. Tuttavia gli Stati membri hanno l'autorità di autorizzare attività che producono rumore all'interno delle SACs per i piccoli cetacei in presenza di "motivi imperativi di interesse pubblico prevalente, compresi quelli di natura sociale o economica" (articolo 6, paragrafo 4, della direttiva).

Per quanto riguarda la "protezione rigorosa" di tutte le specie europee di piccoli cetacei, l'articolo 12, paragrafo 1, della direttiva Habitat vieta il loro disturbo deliberato, in particolare durante i periodi di riproduzione, allevamento, letargo o migrazione.

#### La Direttiva Quadro sulla Strategia per l'Ambiente Marino (MSFD-2008/56/CE)

La MSFD (Marine Strategy Framework Directive), 2008, mira a facilitare "un quadro entro il quale gli Stati membri devono adottare le misure necessarie per raggiungere o mantenere un buono stato ecologico dell'ambiente marino entro il 2020" (articolo 1, paragrafo 1 della direttiva).

Questo obiettivo comporta la fornitura di "oceani e mari ecologicamente diversificati e dinamici, puliti, sani e produttivi nelle loro condizioni intrinseche" per i quali l'impatto di sostanze ed energia, incluso in particolare il rumore specificamente il "rumore subacqueo marino indotto dall'uomo", non provoca effetti di inquinamento (articolo 3, paragrafo 5 della direttiva).

### 3.7 Convenzioni Internazionali

#### Convenzione Internazionale sulle specie migratorie

Gli effetti negativi del rumore oceanico sono stati identificati per la prima volta alla settima COP ("Conference of Parties": la riunione annuale dei Paesi che hanno ratificato la Convenzione Quadro delle Nazioni Unite sui Cambiamenti Climatici (United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC) della Convenzione sulle specie migratorie (CMS) nella risoluzione 7.5: "turbine eoliche e specie migratorie"

**7.5** Le parti hanno espresso preoccupazione per il possibile impatto degli sviluppi dell'eolico offshore sulle specie migratorie di mammiferi e uccelli, compresa tra l'altro "l'emissione di rumore e vibrazioni nell'acqua".

In particolare, in occasione dell'Ottavo COP è stata individuata una serie di minacce indicative per le specie di cetacei nella Risoluzione 8.22: Adverse Human Induced Impacts on Cetaceans

**8.22** La 8.22 ha indicato esplicitamente il "rumore marino" come uno di questi problemi e ha invitato le parti ad "assicurare ove possibile" di evitare danni ai cetacei.

Più di recente, in occasione della Nona COP di dicembre 2008, è stata data una notevole considerazione al problema del rumore oceanico e al suo impatto sui cetacei.

**9.9** La Risoluzione 9.9: Specie marine migratorie identifica gli "impatti del rumore marino" come una minaccia più pericolosa in quanto "cumulativa e spesso sinergica" specialmente nei confronti dei cetacei.

**9.19** Ancora più importante, l'adozione della Risoluzione 9.19: impatti negativi del rumore antropico marino/oceanografico sui cetacei e altri biota, rileva specificamente gli sviluppi all'interno di ASCOBANS e ACCOBAMS sul rumore e sui disturbi oceanici e sollecita particolare attenzione a controllare l'emissione del rumore. La risoluzione 9.19 chiede inoltre l'adozione di misure di migrazione per sonar navali attivi ad alta intensità, consultare le parti interessate pertinenti su questioni di buone pratiche, intraprendere ulteriori ricerche sulle fonti e gli impatti del rumore oceanico e, in particolare, "sforzarsi di sviluppare disposizioni per la gestione efficace del rumore antropogenico negli accordi figli di CMS e in altri enti e convenzioni pertinenti".

#### Convenzione Internazionale per la Regolamentazione della Caccia alle Balene (ICRW)

L'ICRW ha un forte ruolo consultivo da svolgere nel contesto delle iniziative ASCOBANS. Sebbene non vi sia stato un accordo universale tra le parti dell'ICW in merito alla competenza della Commissione baleniera internazionale (IWC) per affrontare i piccoli cetacei, l'IWC, attraverso il suo comitato scientifico, ha un interesse di lunga data sia nella conservazione dei piccoli cetacei, nonché l'impatto del rumore oceanico di origine antropica sui cetacei. Inoltre, l'IWC ha individuato attraverso il suo Memorandum of Understanding con il CMS la necessità di "perseguire azioni complementari e di mutuo sostegno nei confronti dei piccoli cetacei" (Risoluzione 2001-13: Risoluzione sui Piccoli Cetacei).

L'IWC non ha adottato una risoluzione esclusivamente sul rumore oceanico in modo analogo al CMS o ASCOBANS. Tuttavia, già nel 1981 ha rilevato "i possibili effetti sugli stock di balene che possono essere causati dalla navigazione e dalle attività di estrazione e perforazione offshore" (Risoluzione 1981-7: Risoluzione relativa agli inquinanti nelle balene). Ad oggi, le attività che producono rumore sono state invece affrontate principalmente attraverso lo Standing Working Group on Environmental Concerns.

Nel corso degli anni '90 una serie di Risoluzioni ha chiamato il Comitato Scientifico dell'IWC a condurre una ricerca sugli impatti dei cambiamenti ambientali sui cetacei, da cui il "rumore" è stato espressamente individuato come area di approfondimento (Risoluzione 1994-13: Risoluzione sulla Ricerca sulla Ambiente e stock di balene) e ha incaricato il Gruppo di lavoro permanente sulle preoccupazioni ambientali di considerare, tra l'altro, "l'impatto del rumore" (Risoluzione 1996-8: Risoluzione sui cambiamenti ambientali ei cetacei).

Nel 1997, il Gruppo di lavoro permanente sulle preoccupazioni ambientali ha individuato otto argomenti di particolare importanza per i cetacei, compreso l'impatto del rumore (Risoluzione 1997-7: Risoluzione sui cambiamenti ambientali ei cetacei), per i quali sono in corso lavori di ricerca.

Nel 2006 l'IWC ha tenuto un seminario sulle indagini sismiche che ha fornito alcune utili raccomandazioni.

Su un tema correlato, l'IWC ha anche considerato il potenziale impatto dell'osservazione delle balene. Sebbene tali attività siano state inizialmente considerate "una questione per lo Stato costiero responsabile piuttosto che per la Commissione" (Risoluzione 1994-14: Risoluzione sull'osservazione delle balene), l'IWC ha leggermente ridimensionato questo punto di vista, considerando che "ha un ruolo continuo da svolgere nella monitorare e fornire indicazioni sullo sviluppo sostenibile dell'osservazione delle balene" (Risoluzione 1996-2: Risoluzione sull'osservazione delle balene), che includerebbe la gestione dei disturbi durante lo svolgimento di tali attività.



## 4.1 Santuario Pelagos

Il **Santuario Pelagos** per la **protezione dei mammiferi marini nel Mediterraneo è un'area marina protetta** compresa nel territorio francese, monegasco e italiano, classificata come Area Specialmente Protetta di Interesse Mediterraneo.

Nella sua area, si svolge annualmente la manifestazione nautica internazionale Operazione Delphis e la Regata dei cetacei.

È stato istituito in Italia nel 1991 dal Ministero dell'ambiente. Fondatore fu Giacomo Pizzetti, che gli diede il nome di Santuario per i mammiferi marini.

Fauna: Una serie di studi ha rilevato che in questa zona del mar Mediterraneo vi è una massiccia concentrazione di cetacei, grazie soprattutto alla ricchezza di cibo.

I mammiferi marini sono rappresentati da dodici specie:

1. Balenottera comune (*Balaenoptera physalus*) il secondo animale più grande al mondo (secondo solo alla balenottera azzurra),
2. Capodoglio (*Physeter macrocephalus*),
3. Delfino comune (*Delphinus delphis*),
4. Tursiope (*Tursiops truncatus*),
5. Stenella striata (*Stenella coeruleoalba*),
6. Globicefalo (*Globicephala melas*),
7. Grampo (*Grampus griseus*),
8. Zifio (*Ziphius cavirostris*).

Più rari,

9. Balenottera minore (*Balaenoptera acutorostrata*),
10. Steno (*Steno bredanensis*),
11. Orca (*Orcinus orca*)
12. Pseudorca (*Pseudorca crassidens*).

Nel 1992 venne effettuato un censimento sulla superficie di quello che sarebbe divenuto il Santuario dei cetacei da parte dell'Istituto Tethys, da Greenpeace e dall'Università di Barcellona, che consentì la stima numerica delle stenelle (32.800 esemplari) e delle balenottere comuni (830 esemplari) presenti nella zona nel periodo estivo.

Un recente rapporto di Greenpeace ha però documentato un drammatico calo delle popolazioni di cetacei presenti e una inadeguatezza delle misure di tutela messe in atto. I dati raccolti da Greenpeace ad agosto 2008 riportano la presenza solo di un quarto delle balenottere e meno di metà delle stenelle rilevate negli anni novanta.

([www.sanctuaire-pelagos.org](http://www.sanctuaire-pelagos.org))

## 4.2 Opzioni di Gestione applicate per Santuario Pelagos

Il livello delle conoscenze attuali sulla problematica dei rumori sottomarini non è sempre sufficiente per indurre a considerare opzioni di gestione adeguate ed efficaci. Tuttavia, in risposta a questo problema crescente, vari enti intergovernativi hanno riconosciuto che il rumore oceanico può costituire una minaccia per l'ambiente marino e chiedono quindi l'applicazione del principio di precauzione nella gestione delle attività che generano rumore in tutti gli oceani del mondo.

Per quanto riguarda l'inquinamento acustico legato al traffico marittimo, una mappatura in tempo reale è stata condotta nelle acque francesi del Santuario Pelagos e pubblicata nell'ambito del Programma di ricerca nazionale della Parte francese del Santuario.

A ottobre 2007, in occasione della terza Conferenza delle Parti Contraenti dell'Accordo ACCOBAMS, i partecipanti hanno formulato varie raccomandazioni su eventuali interventi di gestione per contrastare il rumore sottomarino:

- **Vietare l'uso di sonar militari entro i confini del Santuario**, con speciale riguardo alla presenza dello Zifio, specie particolarmente sensibile alle turbative acustiche;
- **Vietare le ricerche sismiche entro i confini del Santuario**. Organizzare la protezione intorno ad habitat importanti per la Balenottera comune, nota per la sensibilità a questo tipo di rumore, ma anche per le altre specie;
- **Creare una zona tampone contro i rumori sismici, che si estenderebbe a ovest, parallelamente al Santuario, per offrire un'ulteriore protezione al Capodoglio;**
- **Collaborare con l'Organizzazione Marittima Internazionale (IMO)**, con il comparto del trasporto marittimo e con le compagnie di traghetti per modificare l'itinerario di alcuni corridoi di navigazione, allo scopo di allontanarli dalle specie sensibili a queste sorgenti di rumore (e che sono a rischio di collisione);
- **Avviare nuove ricerche sull'itinerario dei corridoi di navigazione**. Osservare i movimenti delle imbarcazioni mediante sistemi di vigilanza come i sistemi automatici d'identificazione e sorvegliare le altre attività sonore mediante boe acustiche passive collocate in posizioni strategiche;

- **Invitare il Segretariato permanente del Santuario Pelagos ad avviare un dialogo con le compagnie di trasporto marittimo che operano nella zona**, per persuaderle a utilizzare meccanismi per attutire il rumore delle navi;
- **Rafforzare l'attuale rete per gli spiaggiamenti**, dotandola delle capacità per realizzare le autopsie ritenute necessarie per individuare la sindrome da embolia grassosa e gassosa, le lesioni dovute a collisioni con le imbarcazioni, ecc. (oltre ad attività di formazione e all'istituzione di una banca dei tessuti).

*(A titolo informativo, si ricorda che questo argomento è già stato oggetto di varie raccomandazioni internazionali di diverse organizzazioni quali ASCOBANS (2003), IWC (2004), Parlamento Europeo (2004), IUCN (2004), ecc.)*

*Inoltre, il Santuario Pelagos è membro del gruppo di lavoro ACCOBAMS / ASCOBANS sull'inquinamento acustico.*

*È chiaro che la comunità internazionale chiede uno sforzo multilaterale per contrastare questo pericoloso inquinamento dell'ambiente marino provocato dal rumore oceanico. Crediamo che spetti agli enti competenti dell'ONU, e in particolare ai beneficiari della convenzione delle Nazioni Unite sul diritto del mare (UNCLOS), sfruttare questo slancio e guidarlo con decisione, esplorando le possibilità di regolamentazione del rumore oceanico, causa di inquinamento dei mari di tutto il pianeta.*

*([www.sanctuaire-pelagos.org](http://www.sanctuaire-pelagos.org))*

### 4.3 Sviluppo edilizio costiero

Una grande categoria di produttori di suoni subacquei è quella dei cosiddetti “**coastal developers**”, ossia gli attori dello sviluppo costiero, sia esso di carattere puramente urbanistico e di infrastrutture o di carattere industriale.

Infatti, ogni costruzione costiera o parzialmente sommersa richiede di solito il consolidamento o la costruzione di fondamenta in mare.

Tradizionalmente le fondamenta si costruiscono mediante **l'infissione di pali o palancole** costituite da diversi materiali (legno, acciaio o cemento armato) che in seguito vengono variamente riempite o ricoperte con altre e addizionali strutture. L'infissione avviene solitamente attraverso la percussione del palo tramite un “martello” costituito da un peso lasciato cadere sulla testa del palo da varia altezza. In funzione della natura del substrato questa determinerà anche l'intensità sonora prodotta: essa sarà minore per fondi molli e maggiore per fondi solidi o rocciosi. In particolare per questi ultimi, la trasmissione del suono avviene attraverso il mezzo acquoso e il substrato. Le caratteristiche operative di cantiere prevedono tempi di intervento medio-lunghi, dove le infissioni si svolgono per periodi quantificabili in diverse settimane o mesi.

**Il rischio più immediato appare il mascheramento (“masking”) dei segnali di comunicazione della Balenottera comune e del Capodoglio.**



## 4.4 Pile Driving

L'impatto del pile driving risulta sostanzialmente in un incremento di rumore dovuto alla **propagazione di energia nella colonna d'acqua e nel substrato**.

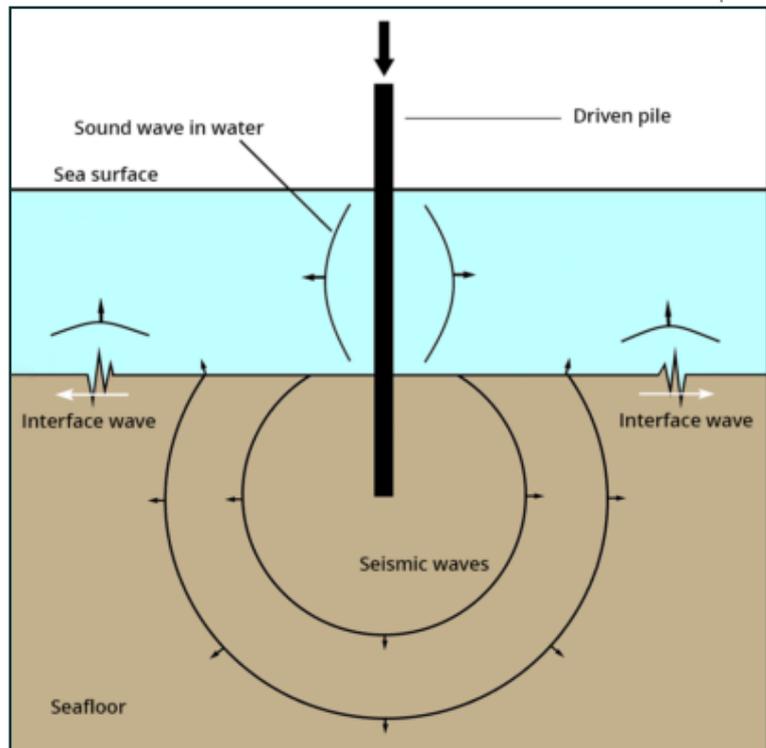
Il tipo di fondale, la profondità dell'acqua, la batimetria, la salinità e la temperatura, così come le dimensioni del martello e quelle dei pali, influenzano notevolmente il livello del suono prodotto e/o la sua attenuazione. I pali in acciaio generalmente producono segnali più intensi così come i fondali più duri, proprio perché più difficili da penetrare.

Inoltre, i **suoni a bassa frequenza**, come quelli che dominano nel pile driving, vengono attenuati più rapidamente in acque relativamente poco profonde.

L'utilizzo di pali di cedro e di acciaio di dimensioni inferiori a 30 cm in acque basse con impianti non eccessivamente potenti producono livelli di pressione sotto 30 kPa, livello soglia raccomandato dall'EPA per evitare effetti nocivi sui pesci. In altri casi è auspicabile adottare misure di mitigazione.



Uno studio volto a determinare la sensibilità dei tursiopi a operazioni di pile driving (J.A. David, 2006) ha dimostrato che il rumore prodotto da tali operazioni è capace di mascherare i suoni a bassa frequenza emessi dai cetacei (whistles) fino a 40 km di distanza mentre i suoni ad alta frequenza (clicks) utilizzati per l'ecolocalizzazione possono subire l'effetto masking fino a una distanza di circa 6 km dalla sorgente. Studi comportamentali hanno evidenziato **l'allontanamento temporaneo** dei cetacei dall'area dove si svolgono le operazioni di pile driving, anche se le cause di tale



comportamento rimangono ancora incerte dal momento che potrebbe essere la dispersione delle prede piuttosto che il rumore a determinare lo spostamento dei tursiopi.

Uno studio condotto nel 2002 in Mar Ligure (Borsani et al., 2007) volto a verificare gli eventuali effetti delle attività di pile driving sulla balenottera comune (*Balaenoptera physalus*), ha ampiamente dimostrato come tali rumori portino i cetacei ad **evitare l'area per un periodo di tempo piuttosto lungo anche dopo la cessazione dei lavori.**



#### 4.5 Misure di mitigazione per le attività di Pile Driving

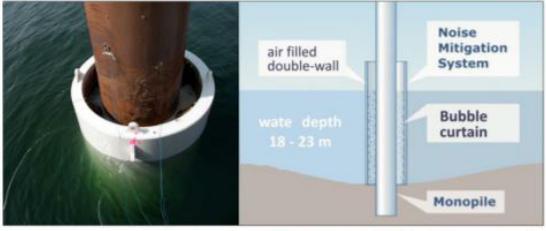
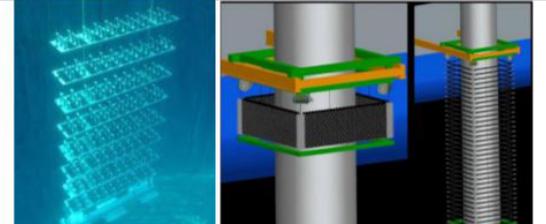
Di seguito sono elencate le più comuni misure di mitigazione attualmente utilizzate durante le attività di pile driving. Alcune misure sono tuttora in via di sperimentazione per verificarne l'efficacia.

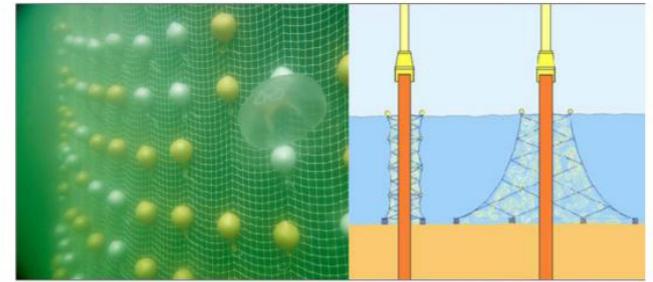
- Istituzione di una zona di sicurezza di 500m intorno al sito;
- Continuo monitoraggio e interruzione delle operazioni qualora si verificasse l'entrata di un cetaceo all'interno della zona di sicurezza;
- Ramp-up o soft start ovvero si iniziano le operazioni emettendo suoni a bassa energia in maniera tale da allontanare preventivamente eventuali cetacei presenti nelle vicinanze;
- Evitare operazioni durante la stagione riproduttiva dei cetacei;
- Attenuazione del rumore per mezzo di bolle d'aria (air bubble curtains) intorno ai pali.

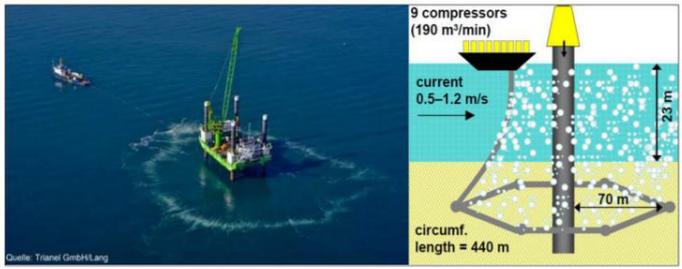
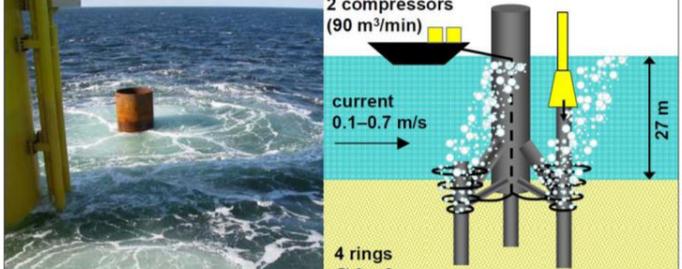
*(Linee guida per lo studio e la regolamentazione del rumore di origine antropica introdotto in mare e nelle acque interne)*

#### 4.6 Noise Mitigation Technologies Related to Impulsive Noise

La seguente tabella mira a fornire una visione complessiva delle tecnologie di mitigazione con alcuni esempi di riduzione del rumore impulsivo ottenibile. I valori presentati nella tabella sono valori a banda larga e derivano da esperienze effettuate per ridurre il rumore da calpestio da impatto. Le differenze nel diametro del palo e nella dimensione del martello per ciascuna esperienza non consentono un confronto diretto dell'efficienza di riduzione del rumore tra le tecniche.

MITIGATION TECHNOLOGY	NOISE REDUCTION	APPLICATION	OVERVIEW
<p><b>IHC Noise Mitigation System</b> The IHC-NMS is a double layered screen, filled with air. Between the pile and screen there is a multi level and multi size bubble injection system.</p> <p>(Photo : Patrice Kunte / Reference: <a href="#">Verfuß 2012</a>, <a href="#">Koschinski &amp; Lüdemann 2013</a>, <a href="#">Bellmann 2014</a>, <a href="#">Merck &amp; Werner 2014</a>, <a href="#">Andersson and al. 2016</a>)</p>	<p>5 – 20 dB (SEL) 10 – 14 dB (SEL)</p>	<p>Pile driving Drilling</p>	
<p><b>BEKA_shells</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Double steel wall with polymer filling</li> <li>- Inner and outer bubble curtain</li> <li>- Acoustic decoupling (vibration absorber)</li> </ul> <p>(Photos: Patrice Kunte / Reference: <a href="#">Verfuß &amp; Jülich 2012</a>, <a href="#">Koschinski &amp; Lüdemann 2013</a>, <a href="#">Merck &amp; Werner 2014</a>)</p>	<p>6-8 dB (SEL)</p>	<p>Pile driving Drilling</p>	
<p><b>Tuneable resonator system</b> This noise abatement system, inspired from Helmholtz resonators, uses a simple collapsible framework containing arrays of acoustic resonators with two fluids (air and water).</p> <p>(Photos &amp; Reference: <a href="#">Wochner and al. 2016</a>)</p>	<p>&gt;20 dB in the 20 Hz to 20 kHz band</p>	<p>Pile driving Drilling Seismic sources</p>	

MITIGATION TECHNOLOGY	NOISE REDUCTION	APPLICATION	OVERVIEW
<p><b>Hydro Sound Damper (HSD)</b> This technology consists of fishing nets with small balloon filled with gas and foam - tuned to resonant frequencies- fixed to it. It can be applied in different ways.</p> <p>Photo: Patrice Kunte / Reference: <a href="#">Verfuß 2012</a>, <a href="#">Koschinski &amp; Lüdemann 2013</a>, <a href="#">Bellmann 2014</a>, <a href="#">Merck &amp; Werner 2014</a>, <a href="#">Andersson and al. 2016</a>)</p>	<p>4 - 14 dB (SEL) 8 – 13 dB (SEL)</p>	<p>Pile driving Drilling Dredging Detonations</p>	
<p><b>Cofferdam</b> The cofferdam consists of a rigid steel tube surrounding the pile. Once the pile is stabbed into the cofferdam, the water is pumped out</p> <p>Photos: Kurt Thomsen / Reference: <a href="#">Verfuß 2012</a>, <a href="#">Koschinski &amp; Lüdemann 2013</a>, <a href="#">Bellmann 2014</a>, <a href="#">Merck &amp; Werner 2014</a>, <a href="#">Andersson and al. 2016</a>)</p>	<p>up to 22 dB (SEL) and 18 dB (Peak) 10 – 20 dB (SEL)</p>	<p>Pile driving Drilling</p>	

MITIGATION TECHNOLOGY	NOISE REDUCTION	APPLICATION	OVERVIEW
<p><b>Big Air Bubble Curtain (BBC)</b>                      A large bubble curtain consists of a hose with drilled holes, supplied with compressed air. The hose is placed on the sea bed and the air escaping from the holes forms the bubble screen.</p> <p>(Photo : Trianel GmbH/Lang / Reference: Verfuß 2012, Koschinski &amp; Lüdemann 2013, Bellmann 2014, Merck &amp; Werner 2014, Andersson and al. 2016)</p>	<p>Single bubble curtain :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 12 dB (SEL), 14 dB (peak)</li> <li>- 11 dB (SEL), 15 dB (peak)</li> <li>- 10 – 15 dB (SEL)</li> </ul> <p>Double bubble curtain :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 17 dB (SEL), 21 dB (peak)</li> <li>- 15 – 18 dB (SEL)</li> </ul>	<p>Pile driving                      Drilling                      Dredging                      Detonations</p>	
<p><b>Small Air Bubble Curtain (SBC)</b>                      A small bubble curtain can be customized and placed much closer to the noise source than the big bubble curtain. It may consist of a rigid frame placed around the source. Several configurations are possible.</p> <p>Reference: Verfuß 2012, Koschinski &amp; Lüdemann 2013, Bellmann 2014, Merck &amp; Werner 2014, Andersson and al. 2016)</p>	<p>Several tests :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 12 dB (SEL), 14 dB (peak)</li> <li>- 11-13 dB (SEL)</li> <li>- 4-5 dB (SEL)</li> <li>- 14 dB (SEL), 20 dB (peak)</li> </ul>	<p>Pile driving                      Drilling</p>	

Bubble Curtain system



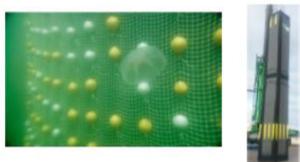
- Guided & unguided „Little Bubble Curtain“
- Small Bubble Curtain (Menck)
- Big Bubble Curtain (HTL, Weyres)

„Shell-in-shell“ system

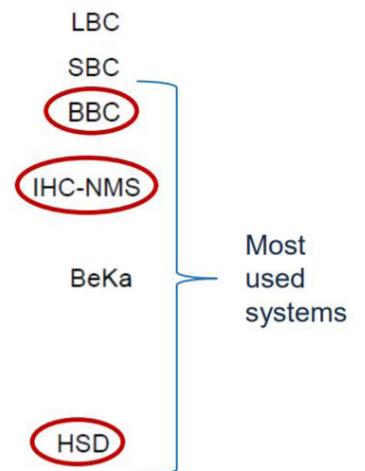


- Noise Mitigation Screen (IHC)
- Cofferdam & shell-in-shell constructions
- BeKa shell (Weyres Offshore)
- Fire Hose Methode (Menck)

other systems



- Pile wrapped with foam
- Hydro-Sound Damper
- Resonator system (AdBm)
- HydroNas (W³GM)
- .....



## 4.7 Norme Tecniche per la Redazione degli Studi di Impatto Ambientale; Valutazione dell'impatto ambientale

Nella documentazione dei progetti che per la loro realizzazione e/o esercizio prevedono attività in ambiente acquatico devono essere forniti gli elementi relativi alla **compatibilità dei progetti stessi con i possibili recettori**, le analisi volte alla **caratterizzazione dello stato dell'ambiente e alla sostenibilità dell'intervento proposto**, sono effettuate attraverso:

- **Definizione dell'area di influenza, caratteristiche geografiche, caratteristiche acustiche delle immissioni previste e criticità:**

Il Proponente deve fornire, anche in previsione dell'implementazione del Registro Nazionale del Rumore Subacqueo così come previsto dalla Direttiva Quadro Strategia Marina (D.lgs. n. 190 del 13 ottobre 2010), le coordinate geografiche del perimetro dell'area di influenza, le caratteristiche acustiche delle immissioni previste dalle attività di progetto ivi incluse navi di supporto e prospezione.

- **Studio dei Recettori:**

Identificare i recettori sensibili (pesci, crostacei. Alcune specie di interesse commerciale.)

Identificare i criteri di esposizione acustica appropriati:

Il criterio di base prevede che le immissioni programmate **non debbano superare la soglia che genera disturbi comportamentali**, basato su Southall, et al.(2007, 2019) e su evidenza scientifica successivamente sviluppata (vedi: Dunlop 2017, Southall 2019, Ellison 2012, Faulkner 2018).

N.B.: **l'Italia ha recepito la normativa EU** sulla protezione dell'ambiente. Pertanto, non è considerato ammissibile «disturbare» i potenziali recettori sensibili, ad esempio mammiferi marini, diversamente da quanto ammesso per esempio negli US, dove è ammesso un certo livello di danno (Temporary Threshold Shift TTS, Permanente Threshold Shift PTS) in certi casi. In Italia, e in generale in Europa, NON è ammessa tale evenienza.

- **Analisi delle Pressioni:**

La scelta modello di propagazione acustica e dei parametri con cui istruirlo deve tenere conto sia dei parametri sorgente **che delle caratteristiche ambientali al contorno che possono influenzare la trasmissione sonora**.

Non esiste un solo modello valido per ogni scenario, pertanto la scelta può avvenire in funzione di revisioni e comparazioni di vari modelli (per esempio: Farcas, et al., 2016) che debbono essere comunque validati e accettati dalla più ampia comunità scientifica. Il proponente deve poter fornire su richiesta i valori con i quali è stato istruito il modello.

- **Definizione degli Impatti:**

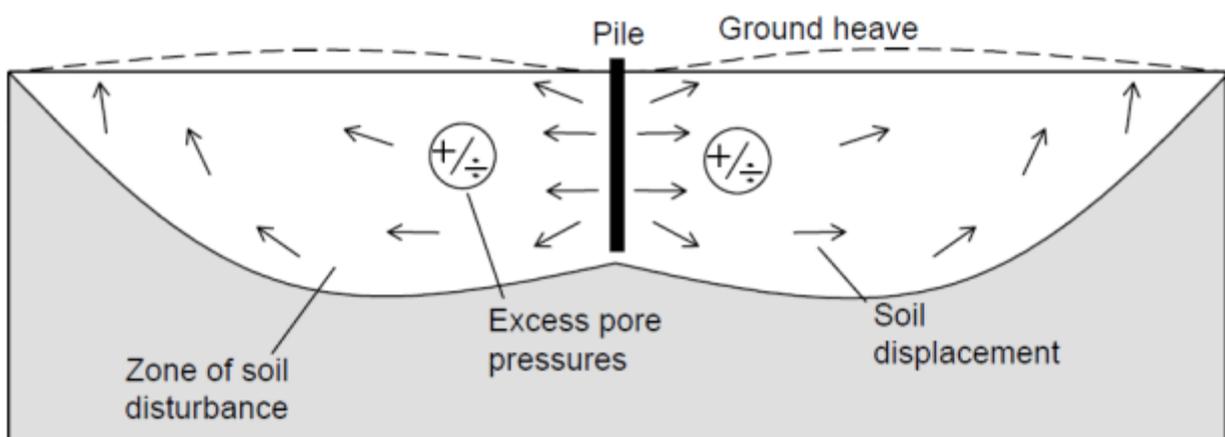
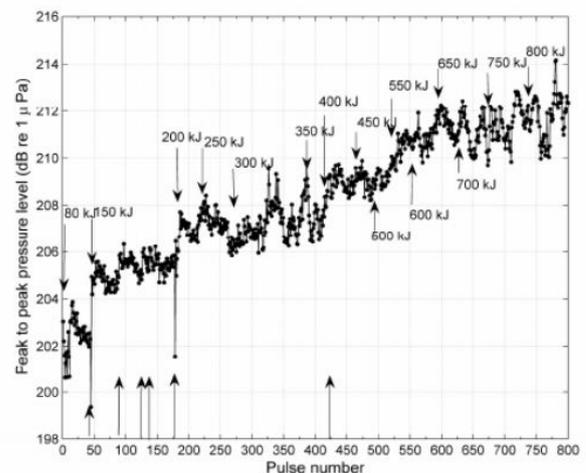
## 4.8 Definizione degli impatti

- Calcolare le aree di impatto e definire il rischio di impatto
- Calcolare le aree di impatto con **misure di mitigazione aggiuntive**: per esempio, il **soft-start** delle prospezioni acustiche (airgun, sparker ecc), che coinvolge tra l'altro l'inizio della prospezione con **ramp-up in 60'** in modo da permettere a eventuali recettori di allontanarsi, **l'utilizzo di MMO-PAM prima, durante e dopo la attività** e la definizione dello stato ante operam e post operam.
- Lo stato ante operam deve essere definito con survey visivi e acustici (MMO-PAM) per almeno 15gg lavorativi anche non contigui scelti in funzione delle condizioni meteomarine idonee, distribuiti nei 60 gg precedenti l'inizio lavori;
- Lo stato post operam deve essere definito con survey visivi e acustici (MMO-PAM) per almeno 15gg lavorativi anche non contigui scelti in funzione delle condizioni meteomarine idonee, distribuiti nei 60gg successivi la fine lavori;

N.B.: i servizi MMO-PAM devono essere resi da operatori esperti la cui esperienza sia dimostrabile anche attraverso certificati di abilitazione. I risultati dei servizi devono essere resi disponibili dal proponente.

## 4.9 Ramp-Up e Soft-Start

Le attività di battitura del palo possono anche iniziare con un "ramp-up" o "soft start" in cui vengono utilizzati livelli di energia del martello inferiori per avviare il processo di battitura del palo, e quindi la forza di battitura del palo viene gradualmente aumentata.



## 4.10 MMO/PAM

Accobams ha sviluppato una **certificazione per operatori altamente qualificati MMO/PAM** (Marine Mammal Observers/Passive Acoustic Monitoring) nell'area dell'accordo (Mar Mediterraneo, Mar Nero e area contigua dell'Atlantico).

Gli operatori MMO/PAM sono professionisti qualificati, **esperti nel riconoscimento dei mammiferi marini** e dei segnali acustici prodotti da queste specie, responsabili dell'attuazione di opportune misure di mitigazione per proteggere gli animali durante le attività in mare che generano rumore o disturbo.

Il ruolo principale di un operatore MMO/PAM è quello di **raccogliere dati sulla presenza di cetacei nella zona dei lavori**, per tutta la durata degli stessi, con tecniche visive e acustiche (con utilizzo di idrofoni) e di attuare misure di mitigazione in tempo reale dei potenziali impatti del rumore (o del disturbo in generale) sulle specie presenti.

### **Corso di formazione per operatori MMO/PAM - Marine mammal observer/Passive acoustic mitigation**

Il Servizio Agenti Fisici di ISPRA organizza, in collaborazione con il Dipartimento di Scienze Ecologiche e Biologiche-Università della Tuscia, il primo corso di formazione nazionale per operatori MMO/PAM (Marine mammal observer/Passive acoustic mitigation).

Il corso, erogato a titolo gratuito, ha una durata di 36 ore e si svolge presso il Polo Universitario di Civitavecchia, Piazza Verdi 1, 00053 Civitavecchia (Aula 2), dal 2 al 6 Maggio p.v.

Gli argomenti tratti riguardano:

- Normativa nazionale e internazionale di riferimento
- Mammiferi marini: biologia
- Mammiferi marini: conservazione, inquinamento
- MMO: metodi di avvistamento visivo
- PAM: specie e suoni
- PAM: fisica del suono in acqua
- PAM: strumenti e pratica
- MMO/PAM: compilazione daily report

Requisiti minimi per la partecipazione al corso sono i seguenti: diploma di scuola media superiore a indirizzo scientifico età superiore a 18 anni.

Al fine di ottenere l'attestato di frequenza è d'obbligo la partecipazione ai 5 giorni di lezioni e all'esame finale.



#### 4.11 Misure di mitigazione del rumore in ambiente marino

TIPO	METODOLOGIA	DESCRIZIONE
Mitigazione geografica	<b>Restrizioni durante tutto l'anno</b>	Le attività sono limitate tutto l'anno in aree ad alto rischio dove si trovano specie in via di estinzione; in aree dove è nota la presenza massiva di specie vulnerabili e in aree la cui conformazione geografica (baie, canali, canyons) potrebbe rendere gli animali particolarmente sensibili all'inquinamento acustico. Le restrizioni geografiche sono risultate particolarmente efficienti per la salvaguardia dei mammiferi marini.
	<b>Restrizioni stagionali</b>	Le attività possono essere limitate in una certa area per evitare alcuni periodi dell'anno in cui sono presenti specie sensibili.
	<b>Selezione del sito</b>	I mammiferi marini e altri organismi marini possono essere evitati attraverso una attenta selezione del sito dove operare. Questo tipo di misura funziona molto bene per attività quali le esercitazioni militari che fanno uso di sonar.
Mitigazione della fonte del rumore	<b>Ingegneria e modifiche meccaniche</b>	La fonte del rumore può essere modificata per ridurre l'impatto sull'ambiente marino. L'alterazione di alcune caratteristiche chiave del suono, quali la frequenza, può risultare molto efficiente in particolare per ridurre l'impatto della navigazione commerciale
	<b>Riduzione delle attività</b>	Possono essere utilizzati tecnologie alternative e simulatori per ridurre il tempo di attività di una particolare fonte di rumore.
	<b>Contenimento del suono</b>	Esistono sul mercato degli espedienti che funzionano da inibitori del suono (bubble curtains, blasting mats, etc) in grado di contenere il suono in un'area ristretta. Generalmente sono utilizzati per attività quali il pile driving.
Mitigazione operativa	<b>Area di sicurezza</b>	Gli operatori possono stabilire un raggio di sicurezza intorno alla sorgente e quindi disattivare o ridurre il rumore nel momento in cui mammiferi marini o altri animali si avvicinano all'area. Le aree di sicurezza sono molto utili nel ridurre il rischio di esposizione dei cetacei ad alti livelli di rumore.
	<b>Suoni di allarme</b>	Sono spesso usati come deterrenti per non far avvicinare i mammiferi marini alla fonte del rumore. La tecnica più comune negli Stati Uniti consiste nel ramp up o soft start ovvero la stessa sorgente viene utilizzata per emettere suoni blandi che man mano aumentano di potenza prima dell'inizio dell'attività. Nonostante sia una tecnica largamente utilizzata esiste l'evidenza che alcune specie non si allontanano.
	<b>Restrizioni temporali</b>	L'attività può essere interrotta per alcune ore a causa di cattive condizioni meteo, oscurità, etc. tali da non permettere un efficiente monitoraggio visivo.
	<b>Limiti di potenza</b>	Può essere diminuita la potenza della fonte del rumore, sia temporaneamente che per tutta la durata dell'attività

## 4.12 Acustica per il ripristino delle barriere

Secondo un rapporto pubblicato su Nature Communications, i suoni di barriere coralline sane possono attirare i pesci nelle aree in cui il corallo è morto, aiutando a pulire la barriera corallina e fare spazio a nuovi coralli e farli crescere.

Per 40 giorni, i ricercatori hanno **riprodotto registrazioni di rumori emessi da banchi di pesci** e altri suoni tratti da regioni sane di barriera corallina **su altoparlanti subacquei** in zone morte di coralli a Lizard Island.

Secondo un recente studio condotto dai ricercatori delle Università di Exeter e Bristol, la James Cook University australiana e l'Australian Institute of Marine Science, l' "acustica" potrebbe essere uno strumento prezioso per aiutare a ripristinare le barriere coralline danneggiate.

Attraverso **l'installazione e l'uso di altoparlanti sott'acqua** e riproducendo registrazioni di barriera corallina nelle prossimità di coralli morti, i ricercatori hanno scoperto che vi arriva – e rimane – una quantità di pesci pari al doppio di quella che arriva nelle prossimità di parti equivalenti dove non viene riprodotto alcun suono e che aumenta del 50% il numero delle specie di pesci presenti, facendo con ciò riferimento a tutte le specie della catena alimentare, ossia erbivori, detritivori, plancivori e piscivori predatori.



*Acoustic enrichment can enhance fish community development on degraded coral reef habitat*

### 4.13 Le attività di pesca

Le attività di pesca generano rumore subacqueo a seconda **dell'attrezzo utilizzato** e dello **stato di efficienza dell'imbarcazione**.

Di norma il rumore più invasivo nelle operazioni di pesca in Mar Ligure (fatto salvo l'eventuale bracconaggio con esplosivi) è dato dal **traino delle reti sul fondo**, dove i motori del peschereccio sono sotto sforzo, e dai sonar di pesca.

Alcune attività, rare in Mediterraneo, prevedono l'uso di ADD o AHD, **deterrenti acustici** per delfini, anche detti "pingers" che dovrebbero avere **effetti dissuasivi per i delfini** che occasionalmente predano sulle reti da posta fissa tipo tramaglio. Nella realtà dei fatti si è presto evidenziato che **l'effetto dissuasivo dopo poco tempo è scarso o nullo**, in quanto i delfini si abituano presto alla novità, e viene addirittura **generato l'effetto contrario ("dinner bell")** che attrae gli animali verso le reti. Inoltre è dimostrato che alcuni pinger possono avere effetto dissuasivo verso le specie ittiche target delle reti stesse, diminuendo quindi in partenza le catture da parte delle reti armate di pingers. Considerato l'interesse economico correlato alla pesca e all'allevamento ittico in mare, ci si deve aspettare lo sviluppo di sempre nuovi apparecchi appartenenti a questa famiglia, come il recente **"pulsed power"**, un AHD che produce anche un'onda d'urto e ha **capacità di produrre suoni a oltre 230 dB** re 1  $\mu\text{Pa}$  ad 1 m. Appare ormai consolidata nel mondo scientifico l'opinione che questi apparecchi, introducendo ulteriore inquinamento acustico, procurino più danni che vantaggi.



### 4.14 Eolico

Gli impianti di produzione energetica basate sulla forza del vento sono comuni nel Nord Europa. Nel Mediterraneo non esistono ancora impianti a generazione eolica funzionanti. Peraltro, si assiste a una proliferazione di progetti la cui realizzazione pone seri quesiti in merito all'impatto ambientale in particolare al rumore e alle vibrazioni prodotte sia in fase di cantiere sia in fase di esercizio. **Nei windpark** realizzati ad esempio in Danimarca si è descritta **una serie di suoni a bassa frequenza dovuti alle vibrazioni strutturali delle torri e alla trasmissione dal mezzo aereo del rumore prodotto dalle pale**.



*(Linee guida per lo studio e la regolamentazione del rumore di origine antropica introdotto in mare e nelle acque interne)*

## 4.15 Survey Geosismici

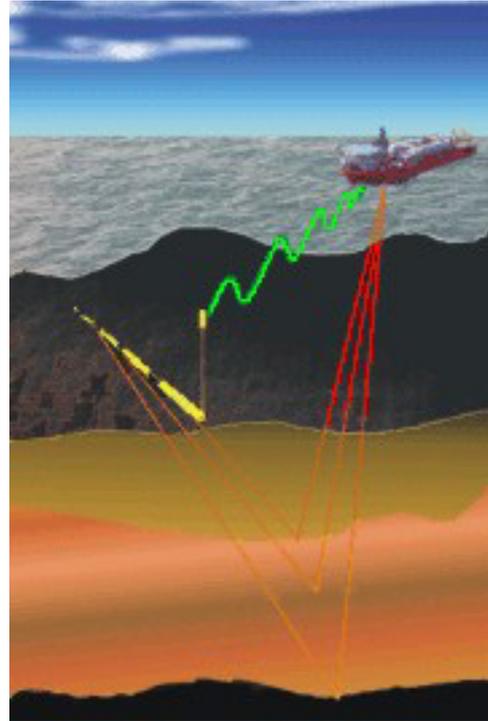
Le prospezioni geosismiche finalizzate alla ricerca di idrocarburi in mare fanno uso di dispositivi detti “**airguns**” (cannoni ad aria) che, trainati da apposite navi, emettono suoni per via dell'introduzione nella colonna d'acqua di aria ad altissima pressione: l'eco di questi suoni, riflessa dal fondale, rivela presenza, profondità e tipologia del giacimento (Fig.11).

Gli airgun vengono generalmente disposti in batterie composte da decine di cannoni disposti su due file ad una profondità tra i 5-10 m. Il livello di pressione sonora a ridosso di un singolo airgun è in genere compreso nel range di 216-232 dB re: 1  $\mu$ Pa @1 m, mentre un array di 70 airgun può produrre un source level pari a 259 dB re: 1  $\mu$ Pa @ 1 m.

Nonostante l'impulso sonoro sia diretto verso il fondale, e quindi limitato nella sua diffusione in mare, diversi studi hanno messo in evidenza l'impatto fisiologico e comportamentale che l'airgun può esercitare sui mammiferi marini.

Gli spiaggiamenti di Zifidi in California e di megattere lungo la costa brasiliana nel 2002, registrati poco dopo l'esecuzione di indagini geosismiche, così come l'allontanamento delle balene grigie dal loro habitat al largo delle coste russe nel 2001, hanno sicuramente contribuito ad innalzare il livello di allarme nei confronti di tali esplorazioni.

Uno studio condotto da Nieuwkirk et al. (2004) nei pressi della dorsale medio Atlantica ha dimostrato come i suoni irradiati dagli airgun, udibili a più di 3000 miglia dalla sorgente, inducano le balene a modificare il loro comportamento acustico concentrando le vocalizzazioni nei periodi di minore interferenza acustica.



Suono emesso dagli airgun durante le prospezioni geosismiche

I suoni prodotti dagli airgun e dai cetacei sono stati registrati mediante la posa in mare di sei idrofoni posti a una distanza di 700-800 km l'uno dall'altro ad una profondità di circa 800 m, in grado di registrare autonomamente frequenze comprese tra 1 e 50 Hz. Fra tutti i segnali a bassa frequenza registrati dagli idrofoni durante l'anno, gli impulsi generati dagli airgun sono risultati i segnali dominanti particolarmente nei mesi estivi, al contrario delle vocalizzazioni dei mysticeti che, seppur presenti anche nei mesi di luglio e agosto, mostrano un picco di frequenza in periodi diversi da quello estivo.

## 4.16 Mitigazione per Survey Geosismici

Diverse misure di mitigazione possono essere adottate a tutela della fauna marina e in particolare dei mammiferi marini:

- osservazioni mirate prima dell'inizio delle operazioni tali da assicurarsi dell'assenza di cetacei nelle vicinanze;
- istituzione di una zona di sicurezza intorno al sito;
- Interruzione delle operazioni qualora si verificasse l'entrata di un cetaceo nella zona di sicurezza;

- Metodo Ramp-up o soft start, ovvero si iniziano le operazioni emettendo suoni a bassa energia in maniera tale da allontanare eventuali cetacei presenti nelle vicinanze;
- restrizioni geografiche e/o stagionali per le operazioni;
- riduzione delle frequenze più alte prodotte dagli airgun;
- sostituzione dell'airgun con vibratore marino che produce una minore energia sonora a frequenze superiori ai 100 Hz (Deffenbaugh, 2001).

# 2<sup>a</sup> Parte

**Studio dei componenti necessari allo sviluppo progettuale**



### 1.1 Altoparlanti, come funzionano

Gli altoparlanti hanno la funzione di **trasformare un segnale elettrico**, che trasporta un'informazione sonora, **in un'onda acustica**.

Come sappiamo il range teorico delle frequenze percepibili dall'orecchio umano è compreso nell'intervallo 20Hz-20KHz e **non è possibile, per limiti fisici, realizzare un altoparlante che risponda uniformemente sull'intero range**.

Dunque è necessario realizzare **sistemi compositi con più altoparlanti**, ognuno dedicato alla riproduzione di una determinata banda di frequenza.

Tali sistemi prendono il nome di **DIFFUSORI**.

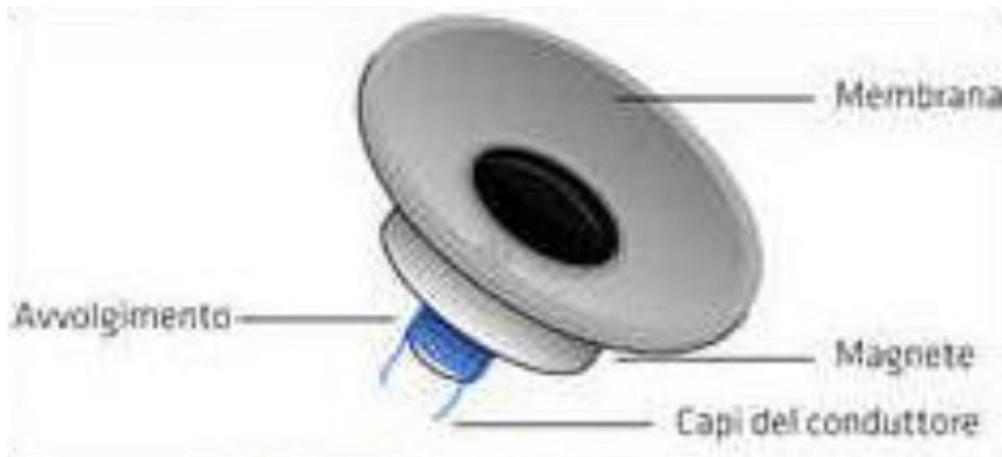
Il principio di funzionamento di un altoparlante è piuttosto semplice. Tuttavia la costruzione di un diffusore acustico, che restituisca il suono alterandone il meno possibile le caratteristiche su tutta la banda udibile, è un lavoro complesso che coinvolge molti aspetti sia teorici che pratici.

Il tipo di altoparlante utilizzato nella quasi totalità dei casi è quello **elettrodinamico**.

### 1.2 Principi di funzionamento

Questo tipo di altoparlante viene realizzato applicando il principio inverso utilizzato per i microfoni elettrodinamici.

**All'interno di un magnete circolare** viene posto un **conduttore in forma di avvolgimento** e su questo viene montata la **membrana** incaricata di **generare l'onda acustica** a partire dal segnale elettrico applicato all'avvolgimento.



Schema semplificato di un altoparlante

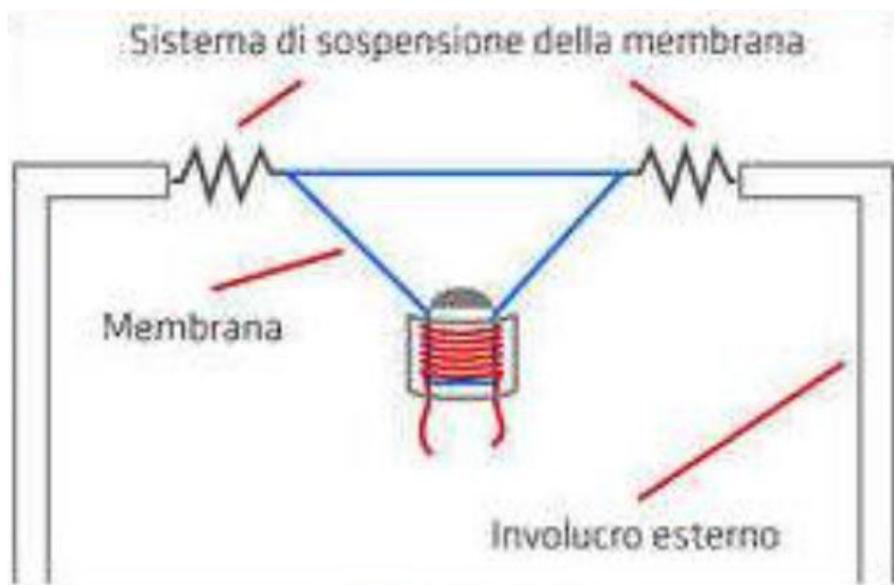
Quando **viene applicato un segnale elettrico ai capi di un conduttore**, al suo interno **scorre un flusso di elettroni**.

Dato però che **gli elettroni sono bloccati nella loro posizione dal campo magnetico** generato dal magnete, per far scorrere gli elettroni nel conduttore, **si fa muovere il conduttore stesso**.

Dunque **l'intero avvolgimento si muove avanti e indietro a seconda della polarità applicata ai suoi capi** ossia a seconda del segnale elettrico applicato.

Es. supponiamo di applicare un segnale sinusoidale di una certa ampiezza avremo che la **semionda positiva spinge l'avvolgimento** (e la membrana che su di esso viene montata) **verso l'alto** mentre durante la **semionda negativa l'avvolgimento** (e la membrana) **si sposteranno verso il basso**.

Questo movimento della membrana **genera compressioni e dilatazioni dell'aria** e questo **genera un suono**.



Sospensione elastica della membrana

La membrana viene fissata sull'involucro esterno tramite un **sistema di sospensione elastico** realizzato con la massima cura in quanto **è il responsabile della perfetta centratura dell'avvolgimento all'interno del traferro** (Il magnete principale ha un foro centrale in cui viene posto un cilindro di ferro. La fessura circolare che rimane tra il ferro e il magnete prende il nome di traferro. All'interno del traferro trova posto l'avvolgimento) e del **corretto smorzamento delle oscillazioni**. Per questo la sospensione viene realizzata con un **materiale pesante e ondulato** in grado di **smorzare le oscillazioni che non sono generate direttamente dal segnale elettrico**.

### 1.3 Efficienza di un altoparlante

È la misura effettiva della potenza acustica dell'altoparlante ossia la sua **capacità di trasformare l'energia elettrica in energia acustica**.

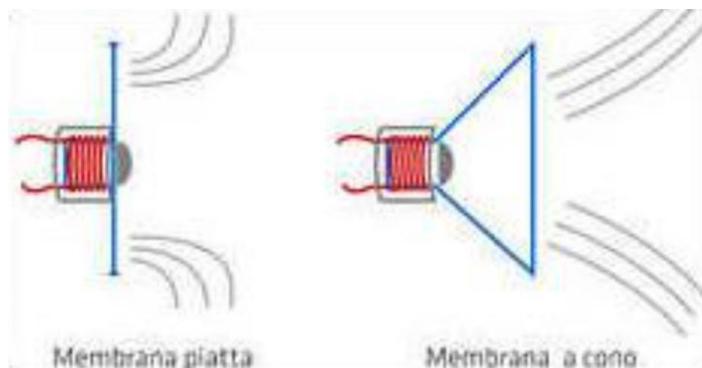
Maggiore è l'efficienza dell'altoparlante, maggiore è la quantità di energia elettrica che viene trasformata in energia acustica.

La **parte di energia elettrica che non viene convertita** in energia acustica viene **dissipata dall'altoparlante sotto forma di calore**.

È questo uno dei motivi per cui l'avvolgimento all'interno del traferro **viene tenuto spesso sotto vuoto**: la presenza di aria permetterebbe un maggiore aumento della temperatura a causa dell'energia dissipata con il rischio di danneggiare l'avvolgimento stesso.

L'efficienza **varia in funzione della frequenza** e dunque un altoparlante viene impiegato nella banda di frequenza dove la sua efficienza è massima e pressoché costante. L'efficienza di un altoparlante è generalmente molto bassa, dell'ordine di 1-2% fino ad un massimo di 8%.

Alle **basse frequenze** si realizzano **membrane a forma di cono** che raccolgono l'aria da spostare meglio di una membrana piatta.



### 1.4 Altoparlanti a sospensione pneumatica

Negli altoparlanti per **basse frequenze l'efficienza risulta particolarmente bassa** in quanto la sospensione elastica smorza molto le oscillazioni per impedire la produzione di suoni indesiderati.

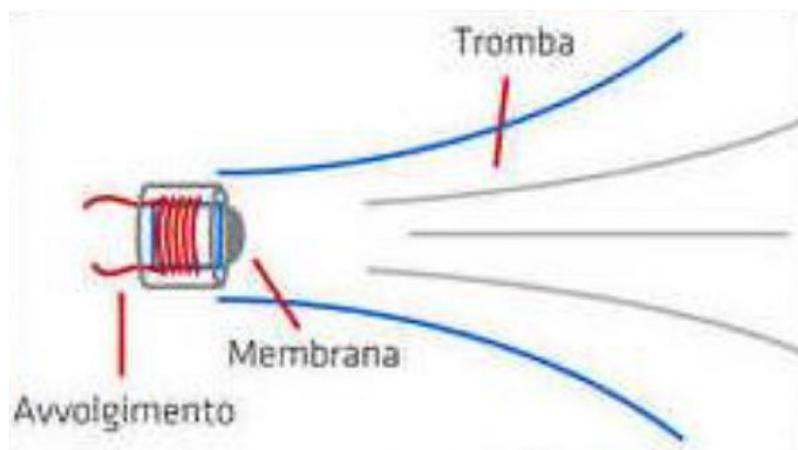
Per **aumentare l'efficienza** si realizzano **altoparlanti a sospensione pneumatica**:

L'**altoparlante viene fissato ad un contenitore a tenuta d'aria** e il materiale che congiunge la membrana al resto della struttura **viene privato delle sue caratteristiche di smorzamento** il quale viene **ottenuto stavolta grazie al vuoto d'aria** che cerca di ripristinare le variazioni di pressione generate dall'oscillazione della membrana.

Dato che l'area posteriore alla membrana è sotto vuoto, un movimento della stessa provoca una variazione della pressione interna che viene ripristinata dal vuoto d'aria. Questo sistema consente un'escursione molto maggiore della membrana e dunque un sostanziale aumento dell'efficienza.

## 1.5 Altoparlanti a tromba acustica

Per aumentare l'efficienza degli altoparlanti dedicati alla riproduzione delle **alte frequenze**, questi vengono fissati alla base di un **condotto a forma di tromba**.



In questo modo viene realizzato il cosiddetto adattamento di impedenza acustica. In assenza della tromba la membrana si trova in contatto con una superficie di aria teoricamente molto maggiore di quella della membrana stessa e questo genera una dispersione dell'energia acustica in tutte le direzioni.

Con la tromba invece, la **membrana si trova in contatto con una superficie d'aria simile alla sua**. Il primo strato di aria (con una superficie leggermente maggiore di quella della membrana) è a sua volta in contatto con lo strato d'aria successivo che, per la forma della tromba, sarà un po' più grande del precedente e così via.

In questo modo **il movimento d'aria viene trasmesso progressivamente da uno strato all'altro con superficie via via maggiore** e questo consente di **canalizzare al meglio l'energia acustica** e di **evitare le dispersioni**. Naturalmente vi sono diverse forme di tromba ognuna con le sue caratteristiche anche se il principio di funzionamento rimane il medesimo. Con questi sistemi si ha un **incremento dell'efficienza fino al 30%**. Oltre al miglioramento dell'efficienza questo sistema **viene utilizzato per direzionare le alte frequenze** che sappiamo dipendere fortemente dalla direzione di propagazione.

## 1.6 Tipi di altoparlanti

La **dimensione della membrana** condiziona fortemente il funzionamento dell'altoparlante. **Maggiore è la dimensione della membrana** e la sua massa, **minore è la sua frequenza di risonanza**

Membrane grandi = basse frequenze

Membrane Piccole = alte frequenze

Da ciò deriva la suddivisione degli altoparlanti in **tre categorie** che riproducono ognuna in modo ottimale una banda dello spettro udibile.

## Woofers

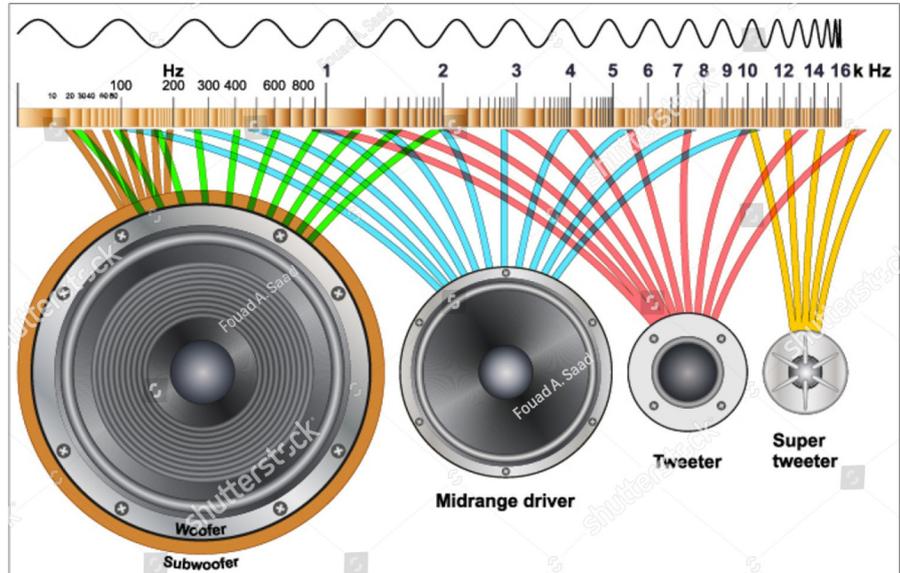
Altoparlanti destinati alla riproduzione delle **basse frequenze** dello spettro. Hanno una **membrana relativamente grande**: più è grande la membrana, minore è la frequenza di risonanza e dunque più estesa verso le basse frequenze è la banda riproducibile dall'altoparlante. Naturalmente, maggiore è la dimensione della membrana, maggiore è la quantità d'aria da essa spostata e dunque maggiore è la potenza necessaria per alimentare correttamente l'altoparlante. A volte vengono impiegati altoparlanti realizzati per la riproduzione delle **frequenze molto basse** (20 Hz-40 Hz) che prendono il nome di **subwoofer**.

## Midrange

Gli altoparlanti deputati alla riproduzione delle **frequenze medie** vengono chiamati midrange e hanno **dimensioni minori dei woofer** e **membrane più leggere**.

## Tweeter

Per la riproduzione delle **alte frequenze** vengono utilizzati altoparlanti denominati tweeter che hanno **membrane di dimensioni molto piccole**.

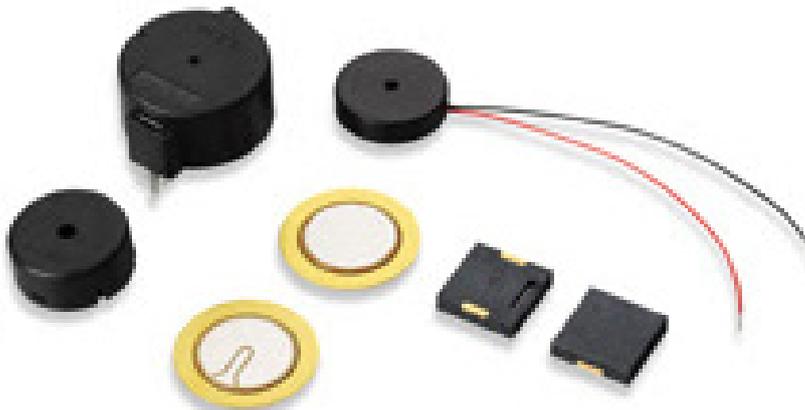


### 1.7 Altoparlanti piezoelettrici

Questo tipo di altoparlanti **sfrutta le proprietà di alcuni materiali di entrare in vibrazione quando vengono percorsi da una corrente elettrica**.

La **frequenza della vibrazione** è correlata alla **frequenza della corrente** applicata e in questo modo il suono trasportato dal segnale elettrico viene riprodotto.

Questi altoparlanti sono caratterizzati da **un'elevata efficienza, elevatissima impedenza** (adatti dunque a realizzare 'matrici di altoparlanti' composte da un elevato numero di elementi che, collegati in parallelo, offrono in blocco un'impedenza analoga a quella dei comuni altoparlanti elettrodinamici). Inoltre **possono riprodurre frequenze molto elevate** e per questo vengono impiegati soprattutto come tweeter.



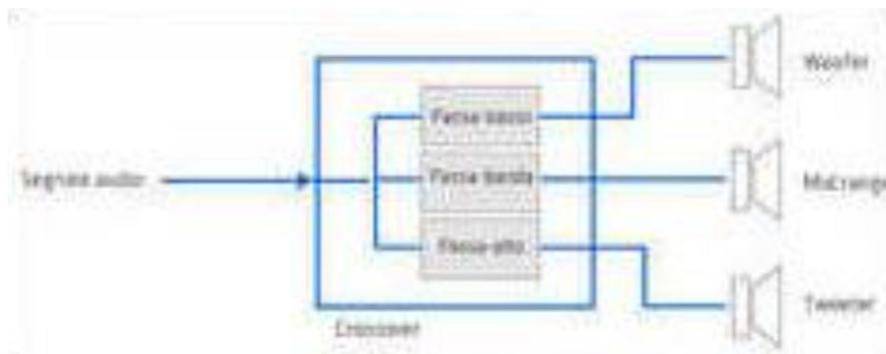
## 1.8 Diffusori

In inglese: loudspeakers.

Dato che ogni altoparlante riproduce al meglio una determinata banda di frequenza, per riprodurre l'intero spettro delle frequenze udibili (20 Hz - 20 KHz) si rende necessario l'impiego di più altoparlanti contemporaneamente. In questo contesto **il numero di altoparlanti** viene definito come **numero di vie del diffusore** (Ad esempio: un diffusore con due altoparlanti (woofer e tweeter) viene definito a due vie).

Tuttavia occorre **filtrare preventivamente** il segnale prima che arrivi agli altoparlanti al fine di mandare **ad ogni altoparlante solo la banda di frequenze che è in grado di riprodurre**.

Per fare questo si ricorre all'uso di filtri passa basso, passa banda e passa alto combinati in un unico circuito elettrico che prende il nome di **crossover**.



(Corso Audio Multimediale - di Marco Sacco)

## 1.9 Underwater speaker

I normali altoparlanti non sono molto adatti al fondo di una piscina, esistono dunque degli altoparlanti subacquei appositamente progettati non solo per fornire un audio di qualità in un ambiente sommerso, ma anche per evitare cortocircuiti, fulminare i bagnanti o trasformarsi in legni.

## 1.10 Prodotti sul mercato

### Lubell Lab's



Gli altoparlanti subacquei Lubell sono stati utilizzati nella produzione di molti film tra cui Benji, Flipper, Free Willy, Seaquest DSV, The Abyss, Titanic, Waterworld, Event Horizon, Saving Private Ryan, Entrapment, The Mummy, The World Is Not Enough, Jason e gli Argonauti, 102 Dalmati, Harry Potter e altro ancora.

Gli altoparlanti e i sistemi subacquei Lubell vengono utilizzati per la:

- **pratica o la competizione di nuoto sincronizzato,**
- **oceanografia,**
- **ricerca sull'acustica subacquea,**
- **istruzione SCUBA,**
- **richiamo di subacquei amatoriali e militari,**
- **NASA e RKA Neutral Buoyancy Labs,**
- **barche per immersioni,**
- **comunicazione con delfini e balene,**
- **respingendo pesci e uccelli acquatici da acque contaminate e impianti idroelettrici,**
- nuoto in piscina,
- tomografia acustica,
- modellazione di solitoni acustici,
- esplorazione di grotte,
- biologia marina,
- festival musicali subacquei,
- produzione di film subacquei,
- musicoterapia,
- accelerazione della crescita delle piante negli impianti idroponici,
- riduzione dei tempi di degasaggio nei birrifici,
- installazione in piscine residenziali, alberghiere e universitarie.

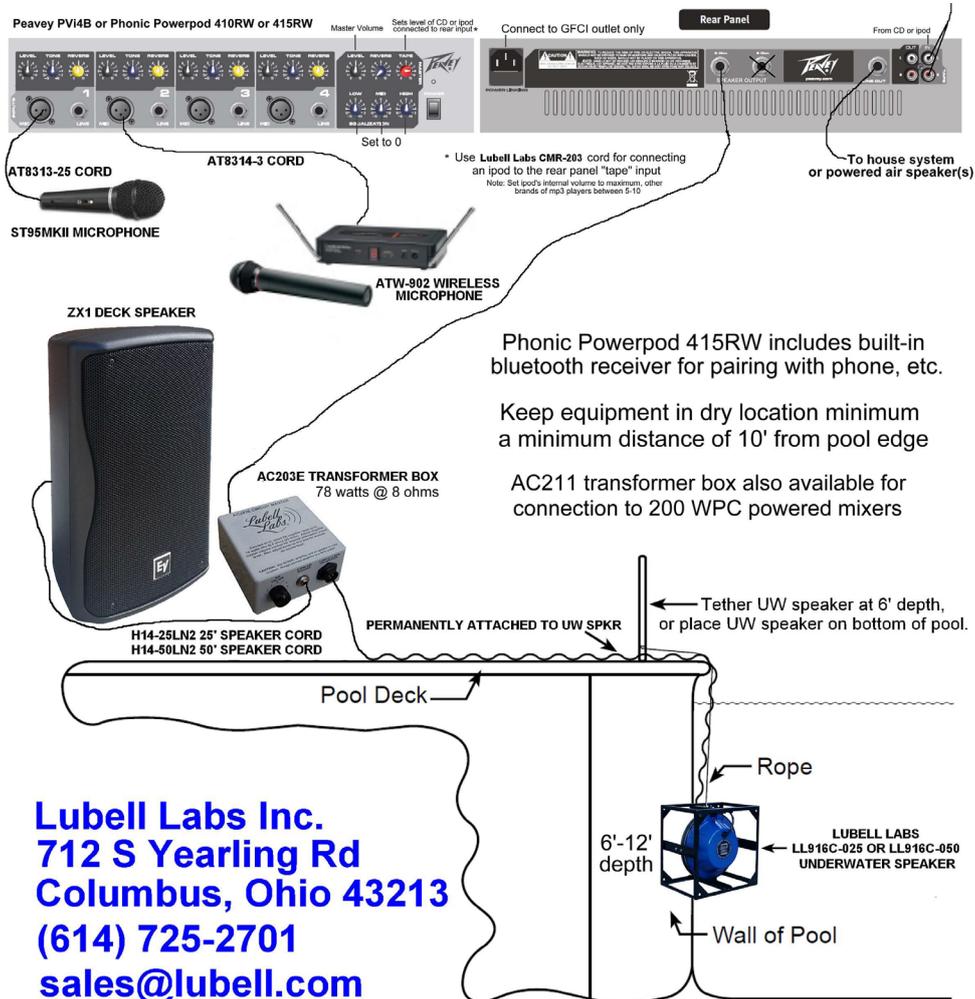
## Lubell LL916 Basic System

È la base per un sistema audio completo di aria e acqua, fornendo un suono più che adeguato per il nuoto sincronizzato in piscine olimpioniche da 50 metri e il nuoto in piscina olimpionica da 25 iarde.

- **Mixer** potenziato Powerpod 415R 100 watt con lettore di unità flash USB e mixer microfono/linea
- Lubell LL916C-025 **altoparlante subacqueo** con cavo da 25' e connettore a 3 pin
- Lubell AC203E box trasformatore splitter con jack di uscita, uno per altoparlante aereo e uno per il subacqueo



## LL916 Basic System *Lubell Labs*



**Lubell Labs Inc.**  
**712 S Yearling Rd**  
**Columbus, Ohio 43213**  
**(614) 725-2701**  
**sales@lubell.com**

## Lubell System 3300 DIVER RECALL SYSTEM

Il **Lubell System 3300** è il sistema di richiamo subacqueo e di comunicazione al pubblico subacqueo più efficiente al mondo. Il System 3300 ha molti usi, tra cui la produzione di film subacquei, il **richiamo dei subacquei a fare immersioni in barca** o in un **habitat nei fondali** e la **sicurezza nazionale per interrogare i subacquei sospetti**.

È destinato **all'installazione permanente su imbarcazioni** militari, commerciali e da diporto per il richiamo e la guida di subacquei.

Il suo funzionamento a **12 volt CC** e i **connettori del pannello posteriore**, lo rendono ideale anche per **applicazioni portatili**, tra cui la regia di film subacquei e le istruzioni subacquee.

- **4 Modalità di sirena** per la **segnalazione e il richiamo dei subacquei SCUBA**.
- **Un microfono a cancellazione di rumore** è cablato per una riproduzione vocale di alta qualità. L'interruttore push-to-talk del microfono esclude qualsiasi segnale della sirena per un uso PA istantaneo.
- Il **jack di ingresso radio (stereo da 3,5 mm)** consente il **collegamento di una radio marina bidirezionale** per la ritrasmissione subacquea di trasmissioni vocali.
- Portata di richiamo della sirena di **500 metri** tipica in mare aperto (raggio di **1 miglio in condizioni ideali**)
- Powerful **180+dB/uPa/m output level**
- Sirena/gamma di toni da 750Hz a 1800Hz
- Hardwired PTT microfono antirumore \*
- Amplificatore switching efficiente da 100 watt
- Cavo:
  - a) **Cavo in PVC** da 15,24m o 30,48m (aggiungere \$ 12,50).
  - b) Per l'uso in **climi freddi** installare il **connettore a paratia Impulse-Teledyne IERD2F-BC-3** sull'altoparlante con un cavo di accoppiamento in **neoprene** da 22,86 metri.
- Dim: Altoparlante U/W 10,75" H x 10,75" L x 7,75" P; Sirena 2,63" H x 6,25" L x 8,25" P



## Lubell Labs LL916H e LL916C Altoparlanti piezoelettrici pistonici

I portatili **Lubell Labs LL916C** e **LL916H** sono **altoparlanti subacquei piezoelettrici** a pistoncini full-range. Il loro design unico (brevetto n. 3391385) fornisce i **più alti livelli di uscita e la più ampia risposta in frequenza di qualsiasi altoparlante subacqueo commerciale sul mercato**, rendendo il prodotto adatto per il nuoto sincronizzato, il nuoto in piscina, il richiamo dei subacquei e dozzine di altre applicazioni in piscina, fiume, e oceano.

A differenza di alcuni concorrenti che tagliano gli angoli e fanno funzionare oltre un migliaio di volt attraverso i loro cavi per altoparlanti subacquei, Lubell Labs segue pratiche ingegneristiche sicure operando a tensioni di 20 volt o meno sul cavo dell'altoparlante subacqueo.

L'LL916C è montato su gabbia, la quale fornisce anche una **protezione aggiuntiva** alla **sensibile elettronica** interna contro la rottura dovuta a cadute accidentali.



LL916H



LL916C



Poiché gli altoparlanti subacquei Lubell LL916C e LL916H hanno **requisiti di sicurezza speciali** e presentano un carico capacitivo, vengono sempre venduti/utilizzati con i trasformatori della serie AC di Lubell Labs .

Questi **box** trasformatori personalizzati incorporano un circuito RLC sintonizzato con **trasformatore ad avvolgimento isolato e resistore in serie da 50 watt** per fornire prestazioni a banda larga, adattamento di impedenza, limitazione di corrente e isolamento elettrico per la sicurezza. Alcune delle scatole più popolari sono l'AC202C da utilizzare con il Chiayo Stageman ( CAWSS). Far **corrispondere sempre la potenza nominale della scatola del trasformatore Lubell con la potenza nominale di uscita dell'altoparlante** dell'amplificatore con cui verrà utilizzato.

- Per l'uso in: acqua di **piscina**, acqua **dolce**, acqua **salata**
- Tipo di trasduttore: trasduttore acustico subacqueo a pistone piezoelettrico
- **Costruzione dell'alloggiamento** : 150 mil di **PVC stampato a iniezione su pistoncini in AL pressofuso**
- **Guarnizione centrale**: interna in **silicone**, esterna in **EPDM**
- Risposta in frequenza: 200Hz - 23kHz (500Hz-21.000Hz +/-10dB)
- Livello di uscita massimo: **180dB/uPa/m a 1kHz**
- Tensione/corrente massima del cavo: 20 Vrms / 3A (ciclo di lavoro 100%)
- Potenza dell'amplificatore consigliata: 78 watt a 8 ohm (25 Vrms) max
- Intervallo di **profondità operativa**: **1 metro - 18 metri**
- **Temperatura** di esercizio: **0°C - 41°C** (32°F - 105°F)
- Cavo standard: **AWG PVC terminato con 3 pin** Conxall 3182-3PG-524 ( pin 3 caldo ). 7,62; 15,24 m; 30,48 m; 45,72 m e 60,96 m.
- Peso (in aria): LL916H - 5,4 kg; LL916C - 8,0 kg con cavo standard da 7,62 m
- Dimensioni: LL916H: 233,68 mm diametro x 147,32 mm di lunghezza assiale; LL916C: 279,4 mm x 279,4 mm x 198,12 mm HWD

## Electrovoice UW30 Altoparlante subacqueo

Altoparlante subacqueo a **bobina mobile** economico.

L'UW30 fornisce una risposta notevolmente uniforme (+/- 4 dB) tra 80 Hz - 1300 Hz, con un TVR di 125 dB ref 1 µPa/V @ 1 m.

L'UW30 è adatto per attività tra cui: nuoto sincronizzato in piccole piscine domestiche, studi di biologia marina e di impatto ambientale in acquari e vasche e relax durante le sessioni di Watsu (massaggio acquatico) e vasche di galleggiamento.

Adatto a **climi da tropicale a artico** in acqua **dolce o salata** in virtù della sua **custodia esterna in ABS ad alto impatto** e del **cavo termoplastico flessibile**.

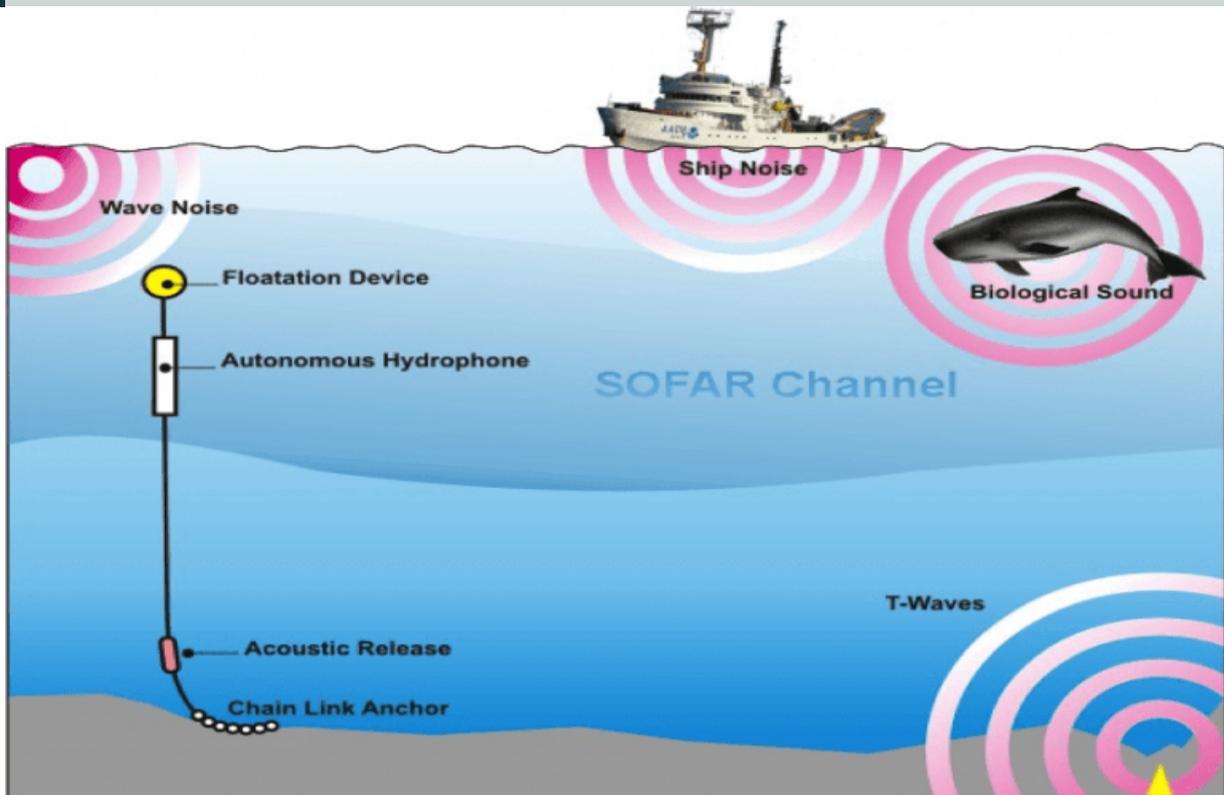
Per garantire la **sicurezza del personale** l'UW30 deve essere **montato in un guscio di formatura in metallo resistente alla corrosione**, la cui parte anteriore è racchiusa da una griglia dell'altoparlante in metallo resistente alla corrosione, che è legata e fissata al formando guscio, assicurando un contatto a bassa resistenza.

Questo requisito di montaggio è definito nel **2005 NFPA 70: National Electrical Code (NEC) Handbook Section 680.27**, nonché nel **2003 International Residential Code (IRC) Paragrafo E4106.9.1**. Inoltre, l'altoparlante subacqueo UW30 deve essere collegato a un amplificatore audio commerciale da 30-40 watt approvato da UL o ETL da 8 ohm e terminali dell'altoparlante isolati da trasformatore comune etichettati "Cablaggio di classe 2 accettabile";



- Costruzione: **bobina mobile con magnete ceramico** da 12,7 once, **involucro in ABS**
- Risposta in frequenza nominale: 100 Hz - 10 kHz
- Livello di uscita massimo: **153 dB a 150 Hz**
- Gestione della potenza nominale: 30 watt (15,49 Vrms) 500-5000 Hz rumore rosa
- Impedenza nominale: 8 ohm nominali
- Direttività: **Omnidirezionale (50 Hz-3 kHz)**
- **Profondità** operativa: **1,22 m** ottimale, **3,05 m** massimo
- Cavo: 15,24 m 18 AWG 3 conduttori TPE SJE00W, terminazione nuda
- **Certificazioni:** UL , CE
- Peso netto/Dimensioni: 2,72 kg / 18,3 cm di diametro x 6,86 cm di lunghezza assiale
- **Riferimenti ai codici elettrici:** National Electric Code 680.27 ; Codice di residenza internazionale E4106.9





## 2.1 Cosa sono gli idrofoni

Un idrofono è un **sensore subacqueo** progettato per **acquisire suoni, rumori ed altri segnali acustici che si propagano negli ambienti liquidi**.

Gli idrofoni più commerciali utilizzano per la rilevazione **sensori piezo-elettrici** che permettono di **trasformare la pressione esercitata dall'onda in segnale elettrico**. Esistono idrofoni basati su vari principi di funzionamento e con differenti sensibilità.

Si possono misurare onde acustiche d'intensità uguale o più piccola del rumore acustico causato dai venti, dalle attività umane, e dal moto caotico delle molecole d'acqua.

Possono essere progettati come:

- **sensori PASSIVI** (idrofoni), adatti solo all'ascolto e quindi all'acquisizione di segnali acustici,
- **sensori ATTIVI** (trasduttori) in grado non solo di ricevere, ma anche di emettere segnali acustici.

La qualità intrinseca degli idrofoni e della loro elettronica è **direttamente proporzionale alla loro "rumorosità"**. Più un idrofono sarà "silenzioso" ed il suo rumore intrinseco sotto la curva di rumore del mare, più sarà sensibile ed in grado di acquisire piccoli segnali emessi anche a distanze molto notevoli. **Idrofoni ultra silenziosi** sono quelli con una curva di rumore intrinseco sotto la curva di rumore del mare forza zero (i cosiddetti idrofoni "**below sea state zero**").

Per alcune applicazioni di bioacustica e monitoraggio ambientale vengono monitorati, ad esempio, segnali acustici emessi da cetacei e rumori ambientali di vario tipo. Questi, se **acquisiti da una catena di idrofoni in posizione nota**, possono anche essere **elaborati** attraverso appositi programmi di "signal processing" o algoritmi di vario tipo, per determinare la **direzione di provenienza** degli stessi o **altri parametri di interesse**.

**L'ambito di utilizzo varia** dalle **acque poco profonde** così dette "shallow waters" alle applicazioni in **ambienti estremi e ultra profondi**. Nella fattispecie Colmar ha recentemente sviluppato degli idrofoni digitali per un progetto sullo studio dei Neutrini, posizionati alla profondità di ben 3500m.

Infine, gli idrofoni possono anche essere utilizzati in ambito industriale, per esempio per **monitorare il funzionamento di pompe o altri apparati** all'interno di vasche o altri ambienti, allo scopo di **prevenire malfunzionamenti e prolungare l'obsolescenza di alcuni apparati**.

Gli idrofoni sono composti da una **ceramica piezoelettrica**, che traduce in energia elettrica quella meccanica, derivante da un'onda di pressione. Questo accade perché il suono altro non è che un'onda di pressione che si propaga in un fluido.

## 2.2 Prodotti sul mercato

### Cetacean Research™ CR1-200-SP

Il Cetacean Research™ CR1-200-SP è un potente e portatile sistema di **registrazione, misurazione e analisi del rumore subacqueo quando interfacciato con il tuo laptop Windows**. Con una risposta in frequenza lineare da 16Hz a 48kHz (utilizzabile da 5Hz a 68kHz), questo sistema fornisce la registrazione, nonché **l'analisi in tempo reale e post-elaborazione** di una vasta gamma di segnali e rumore subacquei.

Poiché questo sistema può sopportare segnali di grandi dimensioni senza sovraccaricare (fino a 220dB), è ideale per misurare rumori molto forti come quelli prodotti da **battipalo, pistole ad aria compressa, sonar a bassa e media frequenza ed esplosivi**. Inoltre, il basso rumore di sistema e l'ampia gamma dinamica del CR1-200-SP gli consentono anche di misurare livelli sonori ambientali più silenziosi (fino a 55 dB).

- One -200 SpectraDAQ computer **interfaccia USB calibrata**
- **Software di analisi SpectraPLUS**



## Cetacean Research™ C75-DR100-SP

Idrofono **omnidirezionale a banda ultra larga.**

Connettore di accoppiamento stampato su cavo schermato da 15, 30 o 50 m

Gli idrofoni sono alimentati da una batteria da 9V (non inclusa) o da un alimentatore esterno ricaricabile a lunga durata opzionale.

Intervallo di frequenza utilizzabile (+3/-12dB) [kHz]	da 0,003 a 250
Profondità operativa massima	920 m
Intervallo di temperatura di esercizio	da -40 a 85 C°
Dimensioni [mm]	92 L x (da 25 a 18) dia.
Direzionalità	omnidirezionale

- TASCAM DR-100 **Registratore**
- **Software di analisi SpectraPLUS .**



## Cetacean Research Technology CR2

Il Cetacean Research™ CR2 è un idrofono ideale per il **rilevamento e la registrazione di segnali estremamente forti sott'acqua.** Esempi di tali fonti rumorose includono l'ecolocalizzazione dei delfini a distanza ravvicinata, il sonar ad alta potenza, i grandi battipalo, gli array di armi ad aria compressa e le esplosioni subacquee.

Gli idrofoni sono **modellati su un cavo coassiale extra resistente e flessibile.**

I cavi possono essere terminati con connettori BNC o mono phone.

Intervallo di frequenza utilizzabile:	da 0,0019Hz a 28kHz
Profondità operativa:	460 m
Intervallo di temperatura di esercizio:	da -40 a 70 C°
Dimensioni:	56 L x 14 dia (mm)
Direzionalità:	omnidirezionale sotto i 10kHz



(Cetacean Research Technology)

## Cetacean Research Technology CR1

**Idrofono multiuso** non preamplificato, ideale per il rilevamento e la registrazione di **segnali molto forti**, come quelli provenienti da battipali, pistole ad aria compressa o operazioni di demolizione subacquea.

Può essere utilizzato con un preamplificatore esterno per registrare e ascoltare i suoni più silenziosi dei cetacei e di altre sorgenti subacquee. Le applicazioni terrestri del CR1 includono il rilevamento delle vibrazioni e il suo utilizzo come geofono. L'idrofono viene fornito con un **cavo coassiale** rivestito in **poliuretano extra resistente**.

Intervallo di frequenza utilizzabile:	da 0,0002 a 50 kHz
Profondità operativa:	100 m
Intervallo di temperatura di esercizio:	da -25 a 60 C°
Dimensioni:	73 L x 32 dia
Direzionalità:	omnidirezionale sotto i 10kHz



## Aquarian Scientific AS-1

Idrofono di misurazione omnidirezionale a **banda larga**

L'AS-1 è progettato per fornire la **massima sensibilità in dimensioni ridotte**, fornendo anche una risposta lineare nella larghezza di banda delle interfacce di registrazione del suono digitale commerciali di più alta qualità.

È adatto per misurazioni del suono subacqueo assoluto in ambienti marini e industriali.

Intervallo di frequenza utilizzabile:	da 1Hz a 100kHz
Profondità operativa:	200 m
Intervallo di temperatura di esercizio:	da -10 a 80 C°
Dimensioni:	12 mm P x 40 mm L
Direzionalità:	omnidirezionale
Guaina cavo:	poliuretano, diametro esterno: 4,5 mm
Incapsulante:	poliuretano





### 3.1 Definizione "Boa" e "Meda"

#### DEFINIZIONE

**BOA** = Nome generico di galleggianti di forme svariate, solidamente fissati con catene al fondo del mare, di laghi, ecc., e che vengono generalmente impiegati per l'ormeggio d'imbarcazioni; possono anche servire per indicare (b. da segnalazione) zone pericolose alla navigazione o rotte da seguire.

**MEDA** = Nome di segnali disposti in mare, per lo più fissi, di forme e di colori vari, in metallo o in muratura, impiegati come avviso ai naviganti in corrispondenza di punti pericolosi (scogli affioranti, secche, ecc.), come punti di riferimento (per l'atterraggio, per l'imboccatura di un canale di accesso al porto, ecc.), per indicare, in acque ristrette, il tratto di mare navigabile con sicurezza.

(Treccani)

### 3.2 Sistema di Segnalamento marittimo I.A.L.A.

La I.A.L.A. (International Association of Lighthouse Authorities) nel 1977 insieme ai paesi membri per uniformare il segnalamento marittimo che constava di circa 30 differenti sistemi, ha concordato un nuovo sistema di segnalamento denominato "Sistema lala", basato sulla segnalazione cardinale del pericolo, segnalazione isolata del pericolo, segnalazione di acque libere, segnalazione laterale e segnalazione speciale.

Questo sistema, è suddiviso in due zone denominate:

**Regione A** adottato lungo le coste dell'Europa, Africa, Australia e parte dell'Asia ;

**Regione B** da adottato per le coste del Canada, America settentrionale e meridionale, Giappone.

Questa suddivisione, è dovuta al fatto che alcuni segnali laterali invertono i colori da zona a zona.

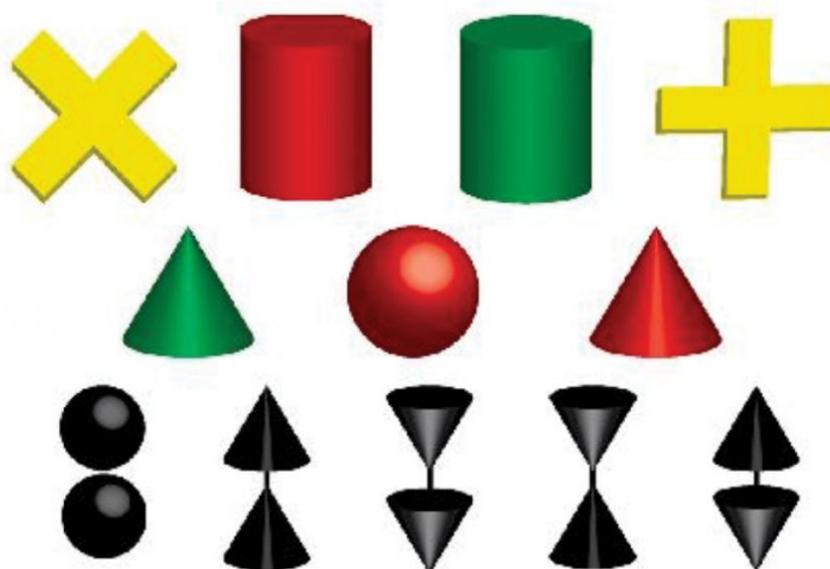
### 3.3 I Miragli

Per miraglio si intende il **segnalamento posto sopra la boa**. Coni dritti o rovesci, X, palloni, sono tutti Miragli.

#### *Denominazione, Forma e Colori dei Miraglio Prescritti dalla Normativa I.A.L.A.*

Tipo di segnale	Forma	Colore	Colore luce
Acque sicure		Rosso	Bianca
Laterale destro		Verde	Verde
Laterale sinistro		Rosso	Rossa
Cardinale Nord		Nero	Bianca
Cardinale Est		Nero	Bianca
Cardinale Sud		Nero	Bianca
Cardinale Ovest		Nero	Bianca
Pericolo isolato		Nero	Bianca
Segnale speciale		Giallo	Gialla

(R1001 – THE IALA MARITIME BUOYAGE SYSTEM)



### 3.4 Segnali Cardinali

Segnali che indicano il **punto cardinale dove bisogna passare per evitare il pericolo**. Indicano la presenza di una **zona di pericolo** la cui **posizione è opposta alla denominazione del segnale**, ovvero:

Cardinale **nord** segnala di **passare a nord**, a sud del segnalamento c'è un pericolo

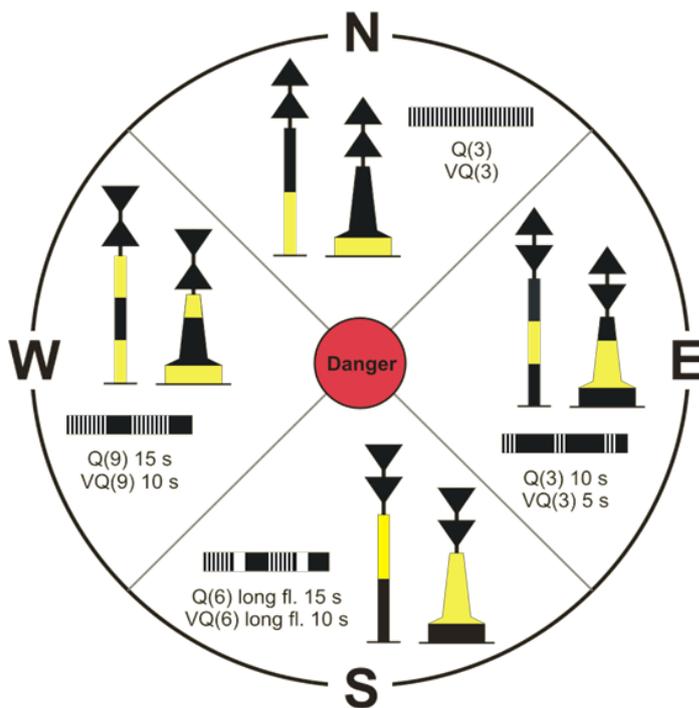
Cardinale **est** segnala di **passare a est**, a ovest del segnalamento c'è un pericolo

Cardinale **sud** segnala di **passare a sud**, a nord del segnalamento c'è un pericolo

Cardinale **ovest** segnala di **passare a ovest**, a est del segnalamento c'è un pericolo

Le boe non hanno forma specifica, di solito sono a **fuso o ad asta**.

La **colorazione** della boa e il **miraglio** sono invece **fondamentali** per il **riconoscimento diurno** del segnalamento.



	N	E	S	O
<b>Colore</b>	Nero Giallo 	Nero Giallo Nero 	Giallo Nero 	Giallo Nero Giallo 
<b>Miraglio</b>				
<b>Colore Luce</b>	Bianca			
<b>Luce</b>	Lampi brevi e rapidi	3 gruppi ogni 10 o 15 s.	6 gruppi ogni 10 o 15 s.	9 gruppi ogni 10 o 15 s.

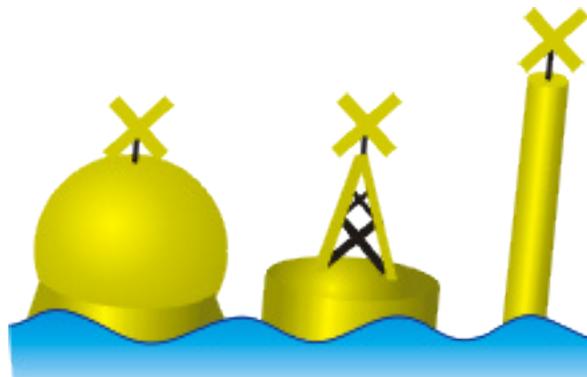
### 3.5 Mede Gialle / Segnali Speciali

Sono utilizzati per evidenziare la **presenza di una situazione particolare**, i cui dettagli sono riportati sulle carte nautiche o altra documentazione.

Possono indicare **aree militari, aree marine protette, oleodotti, cavidotti, boe di acquisizione dati.**

La forma della boa non è definita ma deve essere tale da non confondersi con i segnali di navigazione.

Colore	Miraglio	Luce Notturna
Giallo		Gialla con caratteristica luminosa tale da <b>non poter essere confusa</b> con le caratteristiche luminose dei segnali di navigazione.

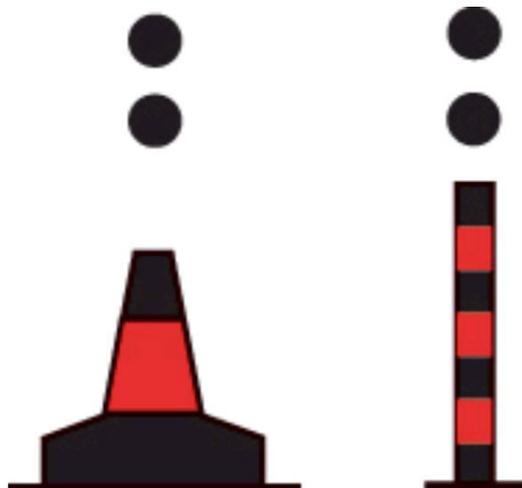


### 3.6 Mede a strisce Rosse e Nere / Pericolo Isolato

Indica direttamente la **posizione del pericolo isolato** (relitto affiorante, scogli ecc.).

Sono poste **sopra** di questo o **nelle immediate vicinanze** e quindi **basta tenersi a distanza di sicurezza** e la navigazione per non correre rischi.

Colore	Miraglio	Luce Notturna
<b>Nero</b> con una o più bande orizzontali <b>Rosse</b>		Lampeggiante bianca (2 lampi corti, scuro, 2 lampi corti, scuro...)



### 3.7 Mede Rosse e Verdi / Segnalamento Laterale

La segnalazione laterale delimita i **canali e le imboccature dei porti**.

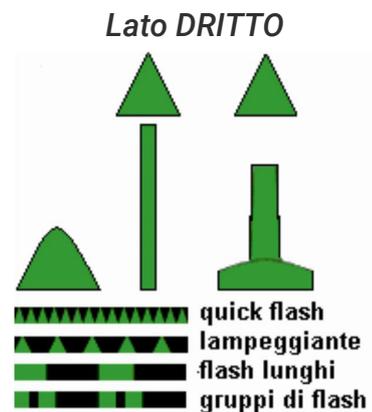
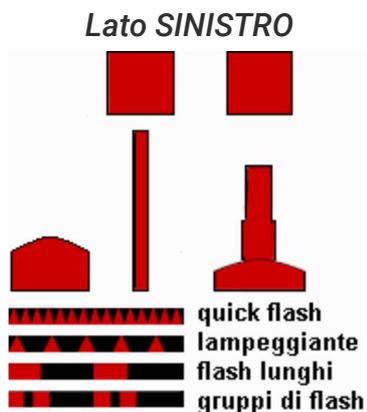
I segnali si dividono in **Regione A** e **Regione B** a seconda della posizione geografica.

Questi segnali possono anche indicare **passaggi preferenziali**, in quel caso vi è disegnata una fascia orizzontale di colore diverso, se in una boa rossa vi è segnata una fascia verde, indica che la direzione preferenziale è a dritta, se la boa è verde e la fascia è rossa la direzione preferenziale è a sinistra

Colore	Miraglio	Luce Notturna
Rosso o Verde	 	Colore del miraglio <b>Lampeggiante, Flash veloci, Flash lunghi,</b> <b>Gruppi di flash</b>

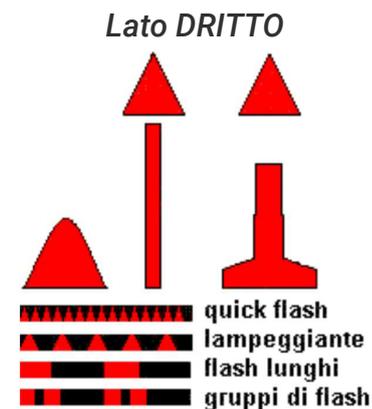
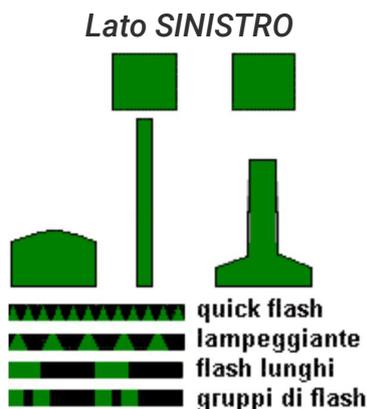
#### REGIONE A

Europa - Africa - Nuova Zelanda - Australia - Cina - India - Russia - Indonesia - Turchia - Medio Oriente ecc.



#### REGIONE B

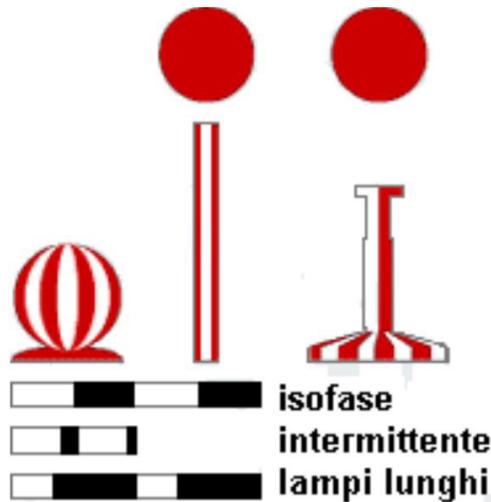
(U.S.A. - Filippine - Giappone - Corea)



### 3.8 Meda di Acque Sicure / Libere

Indica che **non vi sono pericoli per la navigazione** e quindi che **navighiamo in acque sicure**.  
Le caratteristiche sono indicate sulla carta nautica e sulle pubblicazioni ad esse inerenti.

Colore	Miraglio	Luce Notturna
Strisce verticali <b>Bianche e Rosse</b>		<b>Bianca, Isofase</b> (il periodo è esattamente diviso in due tra la luce e l'eclissi), <b>Intermittente</b> , a lampi lunghi o a segnali riproducenti la <b>lettera A</b> dell'alfabeto Morse (. -).



#### NOTE GENERALI

- Non sempre le mede sono ben mantenute e capita che i colori delle fasce non siano più distinguibili. Si faccia sempre affidamento sui miragli, questi sono sicuramente giusti.
- Le mede a volte rompono gli ormeggi e vanno alla deriva; altre volte, i tralicci su cui sono montate si rompono, o i fanali smettono di funzionare. Tutto ciò costituisce un serio pericolo per il navigante. Se si deve navigare in una zona dove ci sono mede e segnali, è bene prestare molta attenzione agli avvisi ai naviganti trasmessi più volte al giorno dal canale 68 del v.h.f.
- I segnali laterali, ovvero le mede verdi e rosse, nelle Americhe, Corea e Filippine, sono invertite, dove qui c'è il verde lì c'è il rosso

### 3.9 Prodotti sul mercato

#### Technocase - Stazione di monitoraggio SEALAB



Struttura della boa in **PE** ed **Acciaio inox 316** fornita di accessori e **materiale per l'ancoraggio**.

Cablaggio elettrico con **quadro sinottico; cellule fotovoltaiche** e immagazzinamento energia con **3/5 accumulatori AGM da 100 Ah**

Motore digitale

Stazione Meteo

Sonde multiparametriche per il rilevamento della qualità dell'acqua con: Livello, Temperatura, Conduttività, Ph, Ossigeno disciolto e ossidoriduzione. Opzionali sonde per clorofilla e Torbidità.

**Sistema di teletrasmissione** e control room via web.



#### Floatex - Boe Multiuso Tipo 1250-TFL

**FLOATEX**

Il TFL-1250 è un prodotto della collaborazione Tideland-Floatex orientato a continuare lo sviluppo di boe ad elevate prestazioni e di **boe multiuso economiche per tutti gli ambienti marini**.

Il progetto di questa boa consente l'utilizzo in un'**ampia varietà di applicazioni** che includono **acque poco profonde, bordi di canali**, fiumi con fino a 7 nodi di corrente e zone di marea a corrente rapida.

CARATTERISTICHE:

##### **POLIETILENE STABILIZZATO**

Corpo centrale e sovrastrutture in **polietilene rotazionale** hanno uno **spessore di 9,5 mm** e sono in grado di **sopportare urti e / o impatti leggeri**. Questo materiale robusto è **resistente all'abrasione** e **respinge la crescita marina** non necessitando della costosa sabbatura e verniciatura.

##### **RESISTENZA A LUNGO TERMINE**

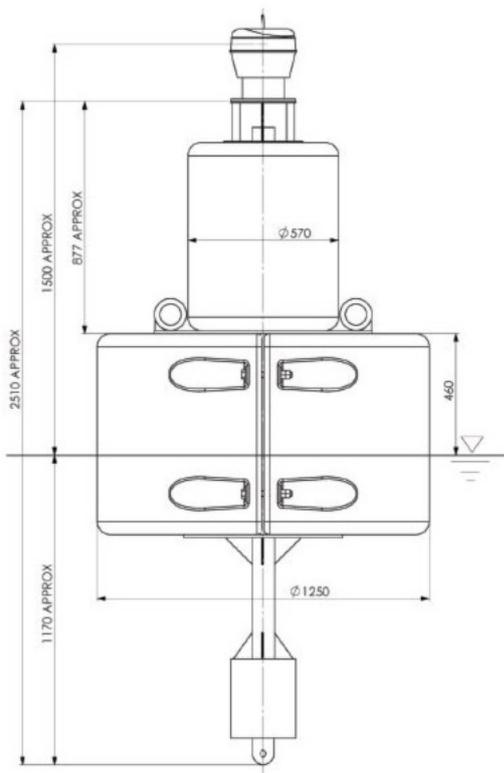
Ha un'**anima in acciaio zincato** che fornisce una **forza aggiuntiva e degli occhini di sollevamento** e di **ormeggio integrati**.

È **riempita con schiuma di poliuretano** per **prevenire qualsiasi significativa infiltrazione di acqua** in caso di foratura.

Come nel caso delle boe in polietilene Floatex, i **danneggiamenti di piccole dimensioni sono riparabili**.

Il corpo galleggiante della TFL-1250 è in **due pezzi separati**, il che consente di **sostituire una sezione galleggiante gravemente danneggiata** mentre la boa è in mare.

Dimensioni	1250 mm
Diametro del corpo (nominal)	9.5 mm
Spessore minimo	1500 m
Pescaggio (senza ormeggio)	1170 mm
Cilindrata per dm/immersione	122 kg
Peso dell'aria	360 kg
EQUIPAGGIAMENTO STANDARD	
LANTERNA MARINA	10 kg max supported weigth
STRUTTURA + RIFLETTORE RADAR	ACCIAIO GALVANIZZATO
GALLEGGIANTE	CALOTTA: polietilene rotostampato NUCLEO: schiuma di poliuretano
OCCHIO DI ORMEGGIO	ACCIAIO GALVANIZZATO
ORMEGGIO CONSIGLIATO	#colspan#1250 mm
Dimensione catena a maglie aperte	16 mm
Ormeggio massimo supportato	220 kg
Affondatore (in acqua di mare)	1000 kg





## MSM - Boa meteo-oceanografica EBM-OC

Le boe oceanografiche EBM-OC vengono utilizzate per la **rilevazione di vari fattori ambientali**, meteorologici e oceanografici che possono essere presenti nell'ambiente marino, particolarmente indicate sia per acque riparate che per acque aperte.

I loro **galleggianti**, di elevata leggerezza ed elasticità, sono costituiti da un **foglio di polietilene espanso a cellule chiuse** (senza assorbimento d'acqua) e proiettato con uno **strato di elastomero poliuretano colorato**. Questi materiali conferiscono un carattere inaffondabile, preservando così l'attrezzatura tenuta.

Progettato secondo le raccomandazioni IALA.



MOBILIS

## Mobilis - Boa meteo-oceanografica DB 2000

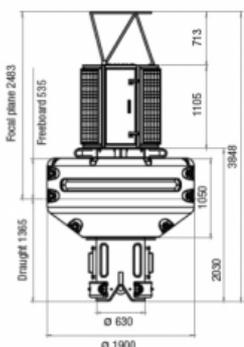
Ha un **nucleo centrale in acciaio** con accesso attraverso lo scafo per la strumentazione e il cablaggio subacqueo.

Il punto di riferimento è la **torre esagonale di 1 m**, che offre spazio interno per strumentazione e batterie e un'ampia area esterna per il **montaggio di pannelli solari**.

La galleggiabilità è fornita da **galleggianti in polietilene (PE) stampati rotazionalmente** a sezioni multiple, che sono **imbullonati attorno alla struttura**.

Le torri sono realizzate in **alluminio marino** e possono essere dotate di un'ampia gamma di alloggiamenti per batterie, pannelli solari, anelli per sensori e topmark.

- **Galleggianti in MDPE** stabilizzato ai raggi UV: mantengono il colore all'interno delle linee guida IALA per oltre 15 anni.
- **Alimentazione solare** e di rete
- Funzioni di sicurezza integrate come il **ponte antiscivolo**



## Floatex - Boe Luminose 2213-BL

**FLOATEX**

Le **boe leggere** "BL" sono state progettate per una **maggiore visibilità della boa**.

La boa è composta da **un modulo galleggiante** a livello del mare **in polietilene vergine ad alta resistenza**, completamente riciclabile e **riempito con schiuma poliuretanic a cellule chiuse** per garantire l'inaffondabilità anche in condizioni di mare mite o in caso di piccoli incidenti.

Il pigmento di **colore** è **inserito nel polietilene vergine durante il processo di stampaggio**; questo garantisce una **maggiore durata del colore** e un grande aiuto per l'ambiente in quanto **non richiede mai la verniciatura** e quindi **nessuna dispersione tossica nell'acqua**.

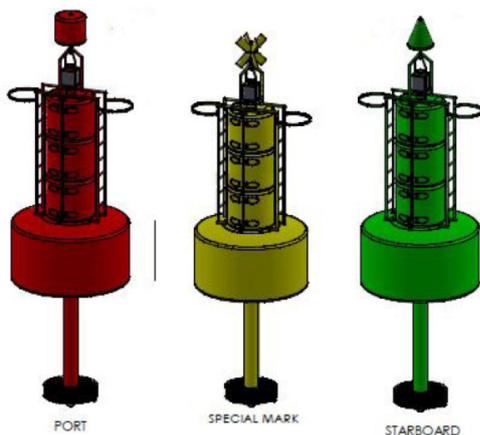
Diametro da 1200mm o 2200mm.

Un grande Day Mark è **installato nella parte superiore** del modulo mobile.

Queste serie di boe sono fornite con **fanale marino autoalimentato**.

Per **facilitare le operazioni di sollevamento** e di ormeggio sono installati **due occhielli di sollevamento sulla parte superiore del modulo mobile** e un **occhio di ormeggio sul fondo della boa**.

DIMENSIONI	
Diametro del corpo della boa (nominal)	2200 mm
Spessore del corpo	7 mm
Altezza piano focale	3700 mm approx.
Pescaggio (senza ormeggio)	3110 mm
Cilindrata per dm/immersione	380 Kg
Superficie laterale	5.2 m <sup>2</sup>
Peso dell'aria approx	2257 Kg
MATERIALS	
Corpo della boa:	PE rotostampato + PU espanso
Parte metallica:	Acciaio galvanizzato
Top mark	Acciaio galvanizzato (optional)
Peso max supportato della lanterna	20 KG
ORMEGGIO	
Catena a maglie aperte	28 mm
massimo ormeggio supportato:	414 Kg



## Floatex - Boe Serie 900 PL

**FLOATEX**

Le boe serie PL **offrono una buona stabilità e resistenza con dimensioni relativamente ridotte.**

Possono essere **ancorati in mare aperto** per applicazioni che richiedono un piano focale inferiore a 2,48 metri dal livello del mare.

Le boe PL possono essere **dotate di fanale marino autoalimentato** compatto di ultima tecnologia per raggiungere **distanze di luce comprese tra 1 e 3 miglia nautiche.**

La **sovrastuttura in acciaio** consente una **facile installazione di pannelli solari e batterie ricaricabili** per rendere questa boa di segnalazione autosufficiente per l'energia.

Il corpo della boa è **riempito di schiuma espansa** come principale **garanzia di inaffondabilità.**

Tutte le **parti metalliche** delle boe **sono sabbiato, zincate con metallizzazione e colorate con vernice marina poliuretana.**

DIMENSIONI	
Diametro del corpo (nominale)	900 mm
Spessore minimo	7 mm
N° galleggianti	2
Piano focale	2.48 m
Pescaggio (senza ormeggio)	2900 mm
Cilindrata per dm/immersione	65 kg
Peso dell'aria	475 kg
EQUIPAGGIAMENTO STANDARD	
LANTERNA MARINA	5 kg max supported weight
STRUTTURA + RIFLETTORE RADAR	ACCIAIO GALVANIZZATO
GALLEGGIANTE CON 9/9 GALLEGGIANTE CIL 9/9	CALOTTA: polietilene rotostampato NUCLEO: schiuma di poliuretano
OCCHIO DI ORMEGGIO	ACCIAIO GALVANIZZATO
ORMEGGIO CONSIGLIATO	
Dimensione catena a maglie aperte	16 mm
Ormeggio massimo supportato	158 kg
Affondatore (in acqua di mare)	1000 kg





## 4.1 Lanterne Marine Solari

### Sealite - SL-70 2-3NM+ Solar Marine Light

Realizzata in policarbonato resistente e durevole e utilizzando i più recenti LED ad alta intensità, la lanterna SL-70 vanta due moduli solari ad alte prestazioni incorporati nella prima lente Solar Collection di Sealite al mondo. Questi moduli solari sono angolati per ottenere la massima cattura della luce solare, consentendo all'unità di funzionare in modo affidabile in una gamma di ambienti con poca luce solare.

L'SL-70 può essere installato in pochi minuti e non richiede l'intervento dell'operatore. I caratteri del flash sono facilmente regolabili in loco dall'utente e la lanterna ha un interruttore ON/OFF permanente per una facile conservazione.

Il vano batteria sigillato consente di sostituire la batteria dopo anni di servizio: non gettare via la luce al termine della durata della batteria.



### AO-ML-5S - AOKUX

La lanterna marina solare modello AO-ML-5S viene utilizzata su boe, fari e qualsiasi altro sito al largo per una navigazione sicura in mare/fiume.

Questa lanterna marina a LED è una lanterna completamente autonoma. Quattro pannelli solari sono integrati nell'assieme e montati per raccogliere la luce solare da tutte le angolazioni. Il LED ad altissima intensità viene utilizzato come fonte di luce che migliora le prestazioni. La migliore lanterna per il monitoraggio GSM della boa come funzione opzionale, in caso di guasto, invierà automaticamente un messaggio di testo.

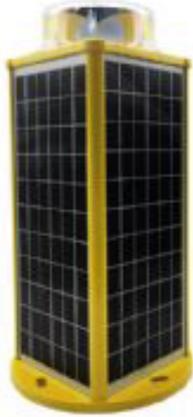
Conformità: 1. IALA E-200-1

Caratteristiche :

1. Basato sulla tecnologia LED e il suo colore è conforme alle Raccomandazioni IALA E-200-1
1. La tecnologia LED riduce i tempi e i costi di manutenzione
2. Alloggiamento per PC, resistenza ai raggi UV, antiurto e resistente alla corrosione.
3. Spia dissuasiva per uccelli come optional.

4. Base in alluminio pressofuso verniciato a polvere.
5. Pannello solare in silicio monocristallino a 4 lati, l'efficienza di conversione è migliore del silicio policristallino.
6. Angolo verticale del pannello solare su 4 lati regolabile.
7. Interfaccia pulsante ON/OFF.
8. Pannello solare come fotocellula per il funzionamento giorno/notte (dal tramonto all'alba)
9. 256 tipi di lampeggiamento sono conformi a IALA, controllati dal telecomando.

**LOKUX**



### 3-5NM+ Solar Marine Lantern (SL-75)

L'SL-75 è una lanterna marina solare con una portata visibile fino a 5NM. La lanterna incorpora due pannelli solari ad alte prestazioni per la massima cattura della luce solare e utilizza la più recente tecnologia Bluetooth per una comoda configurazione e manutenzione.

Il modello è supportato dall'applicazione mobile SealitePro™, progettata per consentire la programmazione completa (tramite Bluetooth) della lanterna SL-75. L'App consente agli utenti di leggere e programmare le funzioni della lanterna dal proprio dispositivo mobile fino a 50 metri di distanza.

Ciò riduce i tempi di manutenzione, migliora la produttività e riduce i rischi per la sicurezza riducendo al minimo la necessità di salire su una boa o una struttura.

La sincronizzazione GPS opzionale consente a due o più unità impostate sullo stesso carattere flash di lampeggiare all'unisono, migliorando il riconoscimento visivo dei confini o dei canali marini. Il GSM opzionale offre agli utenti la possibilità aggiuntiva di controllare e monitorare la risorsa da remoto.



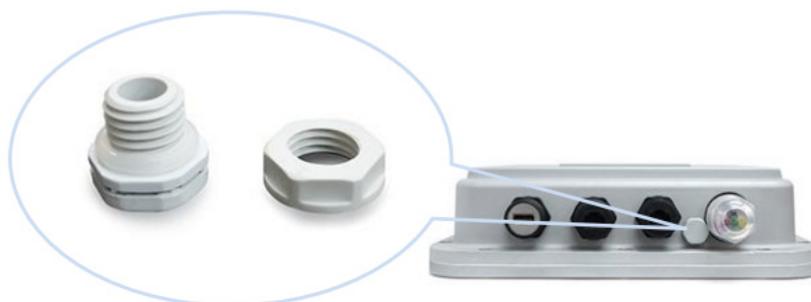
## 4.2 Ventilazione

### Tappo di sfiato

Le prese d'aria vengono utilizzate sugli involucri di rete che devono consentire un flusso d'aria costante in entrata e in uscita, impedendo che polvere, acqua e altre forme di contaminanti danneggino i circuiti elettronici. Inoltre, aiutano a equalizzare la pressione all'interno degli involucri, rilasciare gas e ridurre la condensa.

I nostri involucri di sfiato per custodia protettiva hanno guarnizioni durevoli e materiali robusti per una tenuta ermetica e affidabile. La maggior parte delle prese d'aria di protezione ha un grado di protezione IP67, che consigliamo anche noi. IP67 significa sostanzialmente che lo sfiato protegge al 100% da particelle solide come sabbia e polvere e può proteggere dall'intrusione di acqua mentre la custodia è immersa nell'acqua fino a 1 m per un massimo di 30 minuti.

Le custodie proteggono le apparecchiature elettroniche sofisticate da corrosione, temperature fredde e calde, intrusione di polvere/particelle, intrusione di acqua, vento forte e variazioni di pressione. Per farlo con successo, hanno bisogno di prese d'aria di protezione.



## 4.3 Sportello di Ispezione

### SP2445

Sportello d'ispezione calpestabile con apertura a 180° o apertura totale con sportello rimovibile. Stampato in ASA (Acrilonitrile stirene acrilato), resistente ai raggi UV che assicura un colore e una qualità costante nel tempo.



### SP2453

Sportello d'ispezione calpestabile con apertura a 180° o apertura totale con sportello rimovibile e cassetto integrato. Stampato in ASA (Acrilonitrile stirene acrilato), resistente ai raggi UV che assicura un colore e una qualità costante nel tempo.



# 3

a Parte

**SEAUL8R, Safeguard the Hearing of  
the Seas**



## 1.1 Cosa fa

È un sistema che nasce in sostituzione alle attività di soft-start dei pile driver.

Tramite suoni naturali pre-registrati, allerta ed allontana le specie marine affinché evitino i danni derivanti dal rumore dei cantieri.

Finiti i lavori, tramite suoni di aree marine vive e in salute, attira i pesci nell'area interessata per evitarne la desertificazione.

Attraverso un idrofono, inoltre, monitora costantemente il rumore derivante dalle attività di cantiere.

## 1.2 Ispirazione

Vivendo sin dalla nascita in una località marittima e portuale, ho da sempre avuto il mare sotto i miei occhi.

Vedere dalla riva le barche passare a largo ed immergersi per ascoltare il rumore del motore, ma senza mai chiedersi come invece i pesci lo percepivano.

L'inquinamento acustico è un tema molto sottovalutato dall'opinione pubblica, ma che, soprattutto negli ultimi anni, sta diventando sempre più di maggior importanza, sia a livello europeo che internazionale, soprattutto grazie al lavoro svolto da enti come Accobams o Ascobans.

Facendo ricerca mi sono reso conto di come alcuni modi di dire come "muto come un pesce" siano in realtà fuorvianti e quanto il suono sia invece realmente importante per la loro esistenza e sopravvivenza.

A dimostrarmi quanto importante sia questo tema ed a motivarmi nell'elaborazione della tesi, il 9 febbraio 2022, La JPI Oceans, BANOS, BlueMed, NOAA hanno pubblicato il bando della joint Call Transnazionale "Underwater noise in the marine environment" per progetti di ricerca

sul tema dell'inquinamento acustico marino.

Uno dei topic principali, all'interno del bando, sull'inquinamento acustico coincideva con il caso studio sul quale stavo lavorando già da qualche mese: Il rumore dei Pile Driver.

Eliminare il rumore prodotto dai Pile Driver è impossibile, esistono però delle strutture che consentono di attutirlo.

A spingermi verso l'opzione di un sistema di allerta tramite speaker, in sostituzione alle attività di ramp-up, è stato lo studio svolto dalla James Cook University australiana e l'Australian Institute of Marine Science che puntava all'uso dell'acustica e dei suoni per il ripristino delle barriere coralline morte.

### 1.3 Come funziona

Dopo le ordinarie operazioni di monitoraggio delle specie presenti nella zona, svolte dagli MMO-PAM prima dell'inizio dei lavori, ed una volta stabilita la presenza o meno di quest'ultime, inizia la fase di allerta che avviene attivando da remoto uno speaker subaqueo.

#### **FASE DI ALLERTA:**

Lo speaker, collegato ad un mixer gestito da remoto tramite antenna, emette un mix di suoni preregistrati da un'eventuale team di biologi marini o operatori specializzati, ad esempio: suoni di predatori, suoni di allerta emessi da alcune specie nel momento dell'individuazione di un predatore, ecc.

In questo modo le specie si allontanano dalla zona interessata, ma, riuscendo ad associare il suono alla presenza di predatori, evitano il trauma derivante dall'impatto improvviso con un suono ignoto che li porterebbe ad evitare la zona in futuro.

Lo speaker in allerta, viene messo in funzione almeno 24 ore prima della prima giornata di lavoro e, nei giorni a seguire, almeno un'ora prima dell'inizio dei lavori giornalieri.

#### **FASE DI RICHIAMO:**

Al termine dei lavori, lo speaker si attiva da remoto per emettere una seconda traccia, anche questa preregistrata, ma che, a differenza della prima, è composta da un mix di suoni derivanti da regioni marine sane ed in vita, ricche di vegetazione e fauna.

Quest'attività consente alle specie marine di rivalutare l'area dei lavori come sicura, favorendone così la ripopolazione ed evitandone la desertificazione.

La durata della fase di richiamo deve avere una durata minima di almeno 20 giorni consecutivi ed altri 14 non necessariamente contigui, a seconda delle attività degli MMO-PAM, variabili in funzione delle condizioni meteomarine idonee.

#### **FASE DI MONITORAGGIO:**

Per quanto riguarda tutte le attività svolte all'interno di un cantiere marino, secondo il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, è necessario redigere un documento sulla Valutazione dell'Impatto ambientale dei lavori.

Per facilitare la redazione di quest'ultimo, il Sistema di SEAUL8R prevede l'uso di un idrofono specifico per sopportare segnali di grandi dimensioni senza sovraccaricare (fino a 220dB), dunque mirato alla misurazione di rumori molto forti come quelli prodotti da battipalo, pistole ad aria compressa, sonar a bassa e media frequenza ed esplosivi.

I suoni percepiti vengono trasmessi, tramite un amplificatore per idrofoni collegato ad antenna, ad un computer collegato a distanza che immagazzina le informazioni e le traduce al fine di redigere la valutazione degli impatti.

### 1.4 Progettazione

Sono partito da una fase di ricerca sull'inquinamento acustico, sugli enti che si occupano di quest'argomento e le principali cause, fino ad analizzare il caso specifico dei Pile Driver.

Successivamente ho stilato un elenco dei componenti da dover inserire all'interno del sistema e quelli che erano gli obiettivi progettuali.

Ho successivamente analizzato la composizione delle varie boe dati e non, presenti sul

mercato attuale e basandomi su quelli ho sviluppato i primi concept incentrati principalmente sui materiali, l'assemblabilità e facilità di manutenzione.

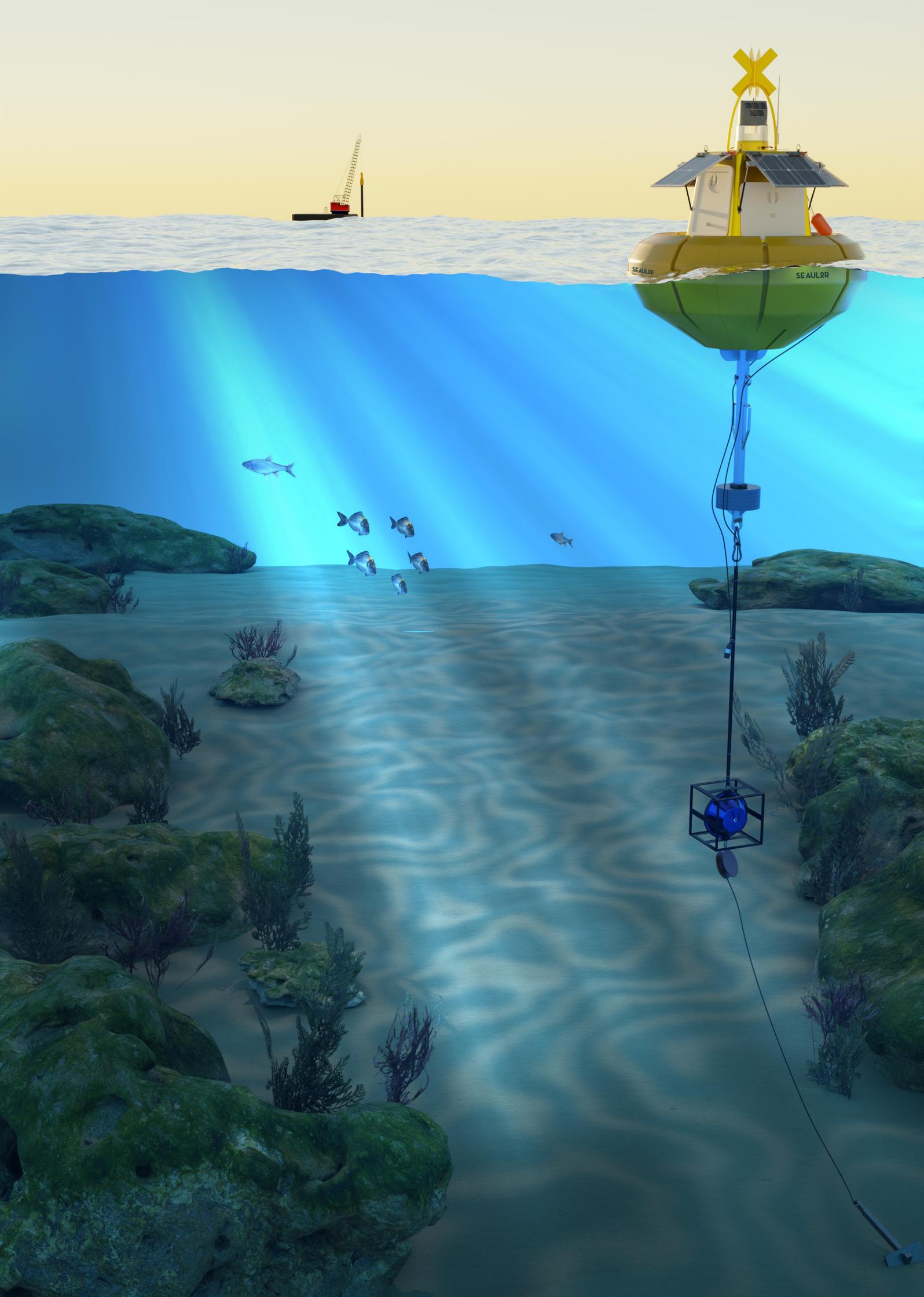
Dopo i primi concept sono passato alla progettazione delle singole parti della boa partendo dalla cabina per la strumentazione.

Prima di tutto, grazie all'aiuto di alcuni studenti di ingegneria elettronica, ho definito uno schema dei collegamenti elettronici, in modo da capire quali e quanti componenti dovessi inserire ed il loro ingombro.

Successivamente sono passato alla progettazione della struttura base della boa ed al sistema di collegamento tra cabina - struttura - galleggiante.

Dopo una serie di prove ed una volta definito il peso della struttura sommata alla cabina ed alle varie componenti, sono passato al galleggiante.

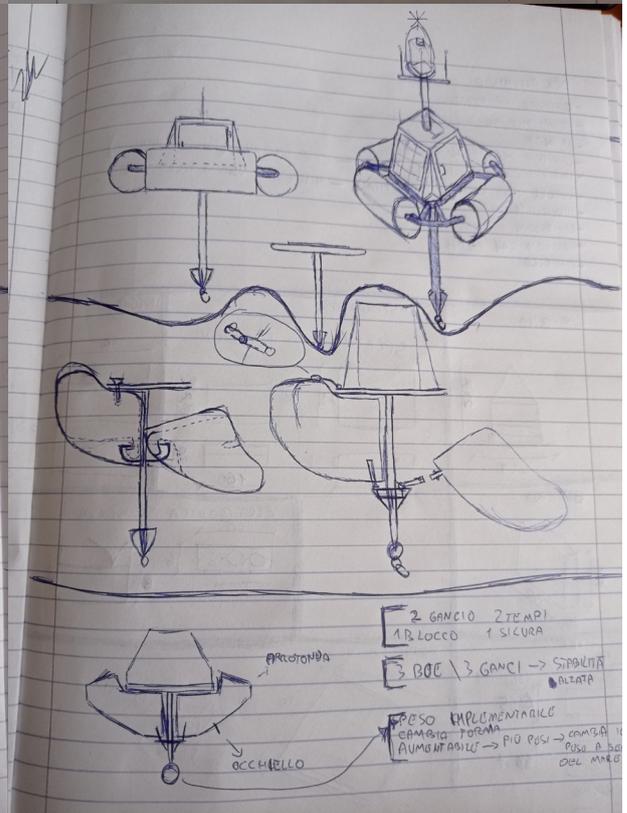
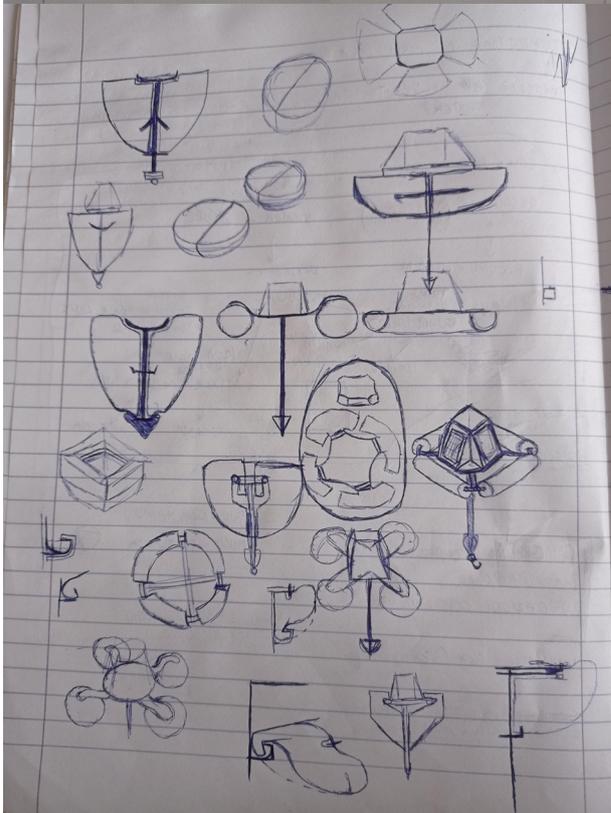
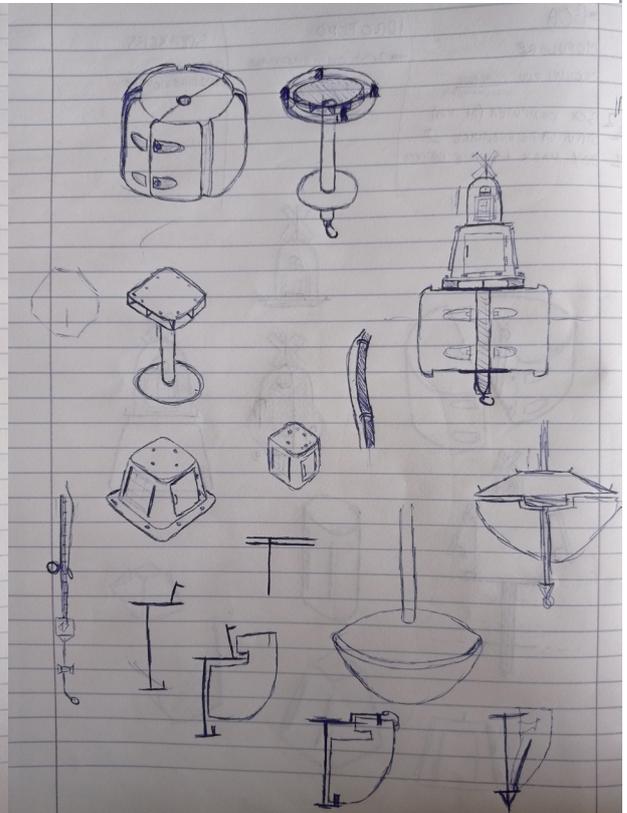
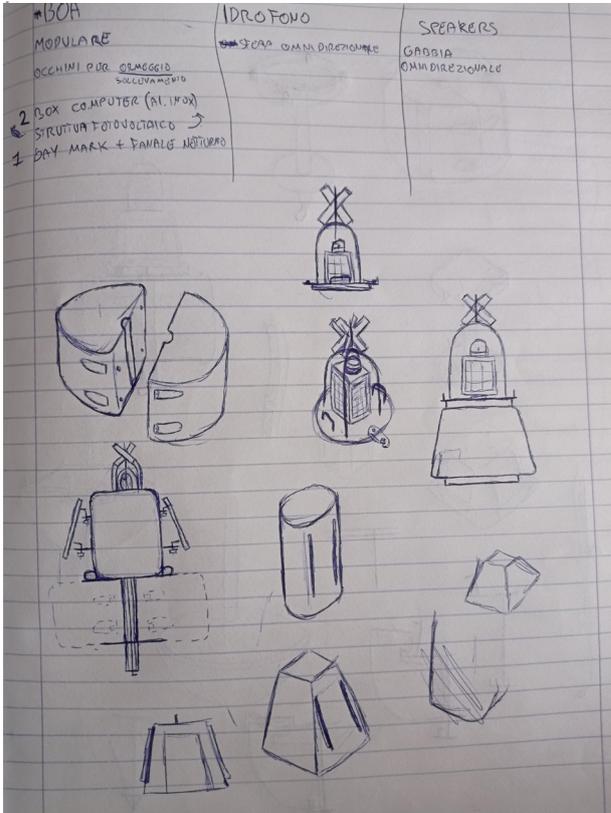
Tramite una serie di calcoli ho stabilito un volume ipotetico intorno al quale, dopo aver confermato la sua galleggiabilità con la zavorra aggiunta, ho disegnato una forma definitiva per il galleggiante.

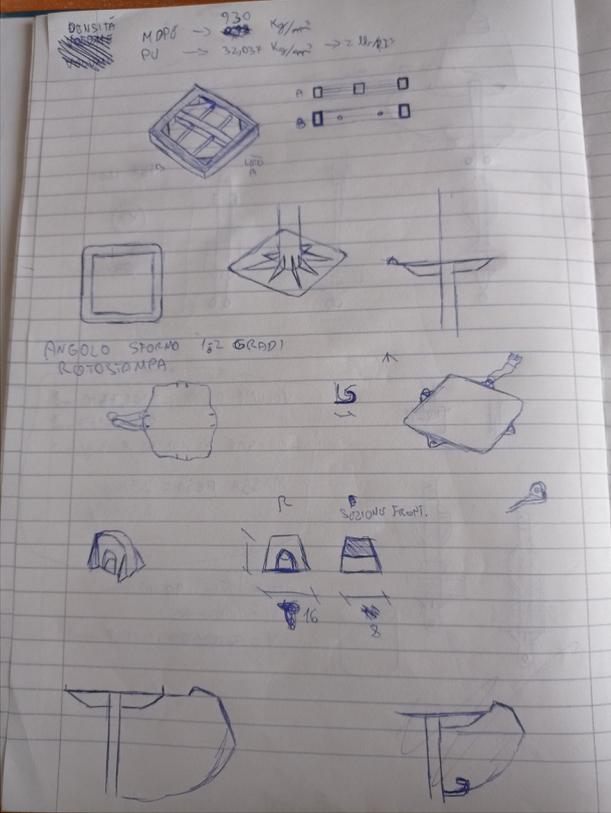
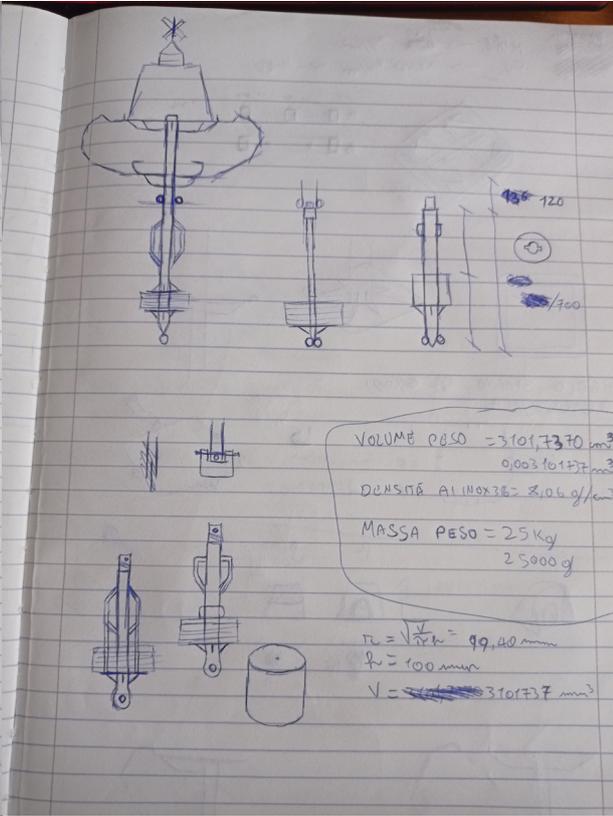
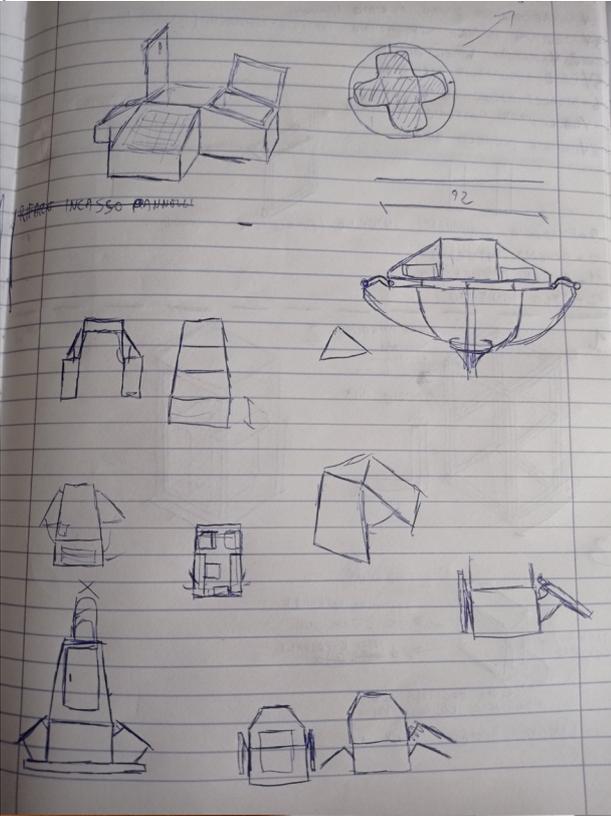


# 2

## SVILUPPO PROGETTUALE

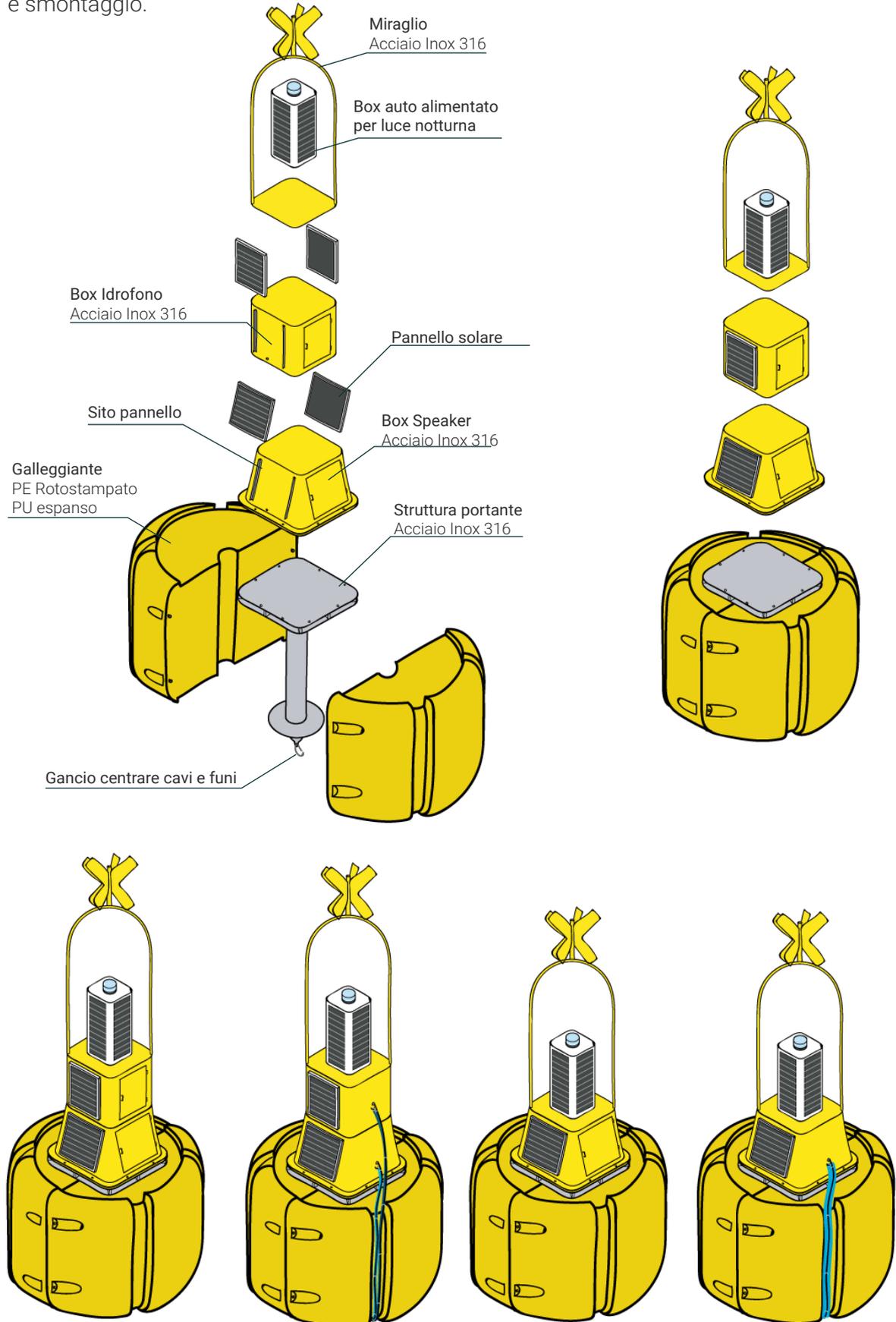
### 2.1 Sketches



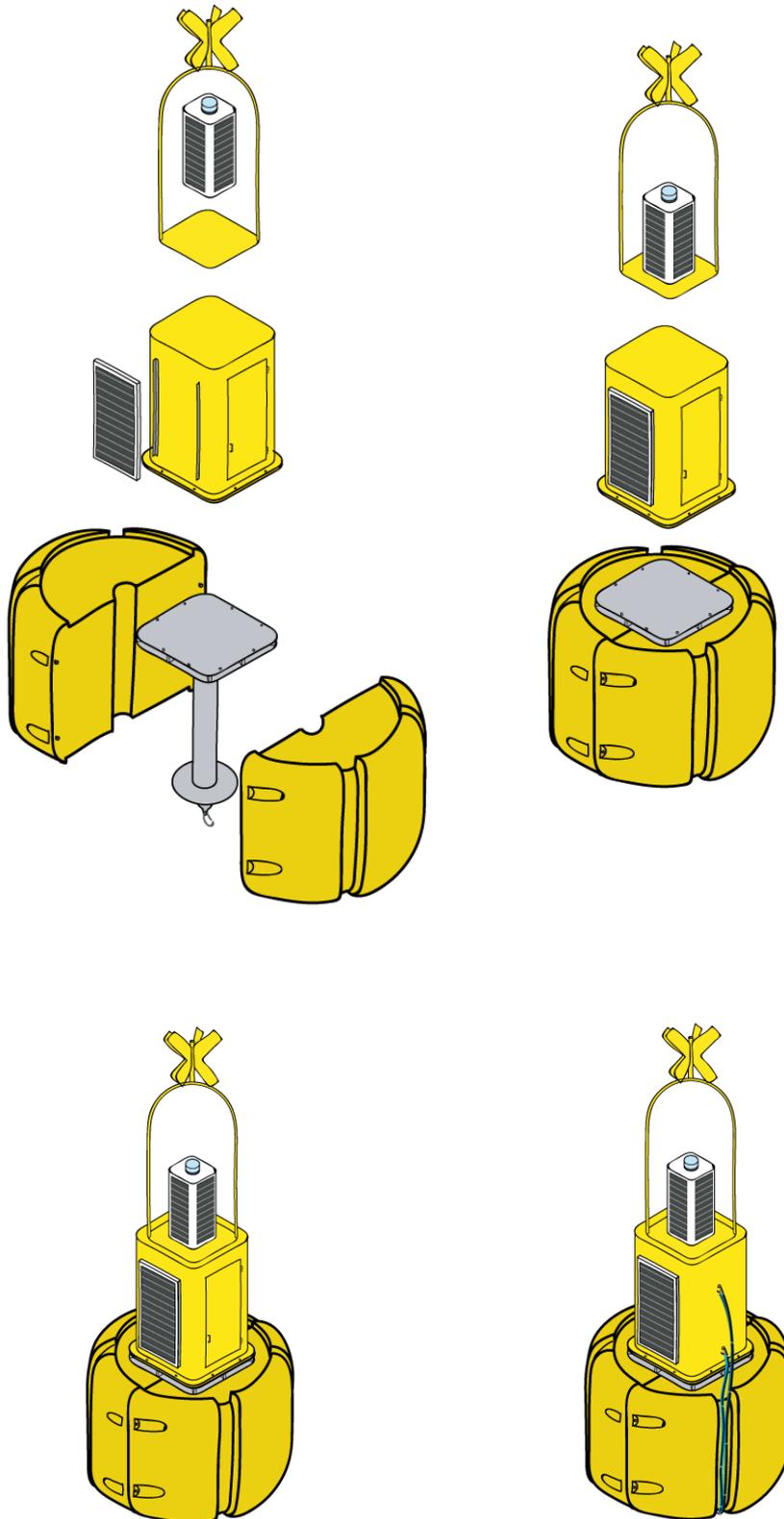


## 2.2 Concept 1

Il primo concept era incentrato sulla modularità degli elementi, prevedeva 2 cabine separate per la strumentazione in modo da poter usare solo l'idrofono, solo lo speaker o entrambi. Il sistema di fissaggio dei pannelli solari era affidato a due carrelli ed il sistema di fissaggio dei galleggianti prevedeva l'uso di bulloni e viti, ma ciò complicava le operazioni di montaggio e smontaggio.



La variante del primo concept riguardava principalmente la cabina, che diventa unica, aumentando di conseguenza il suo volume, preferibilmente in altezza per evitare un eccessivo ingombro all'interno dell'area di cantiere.



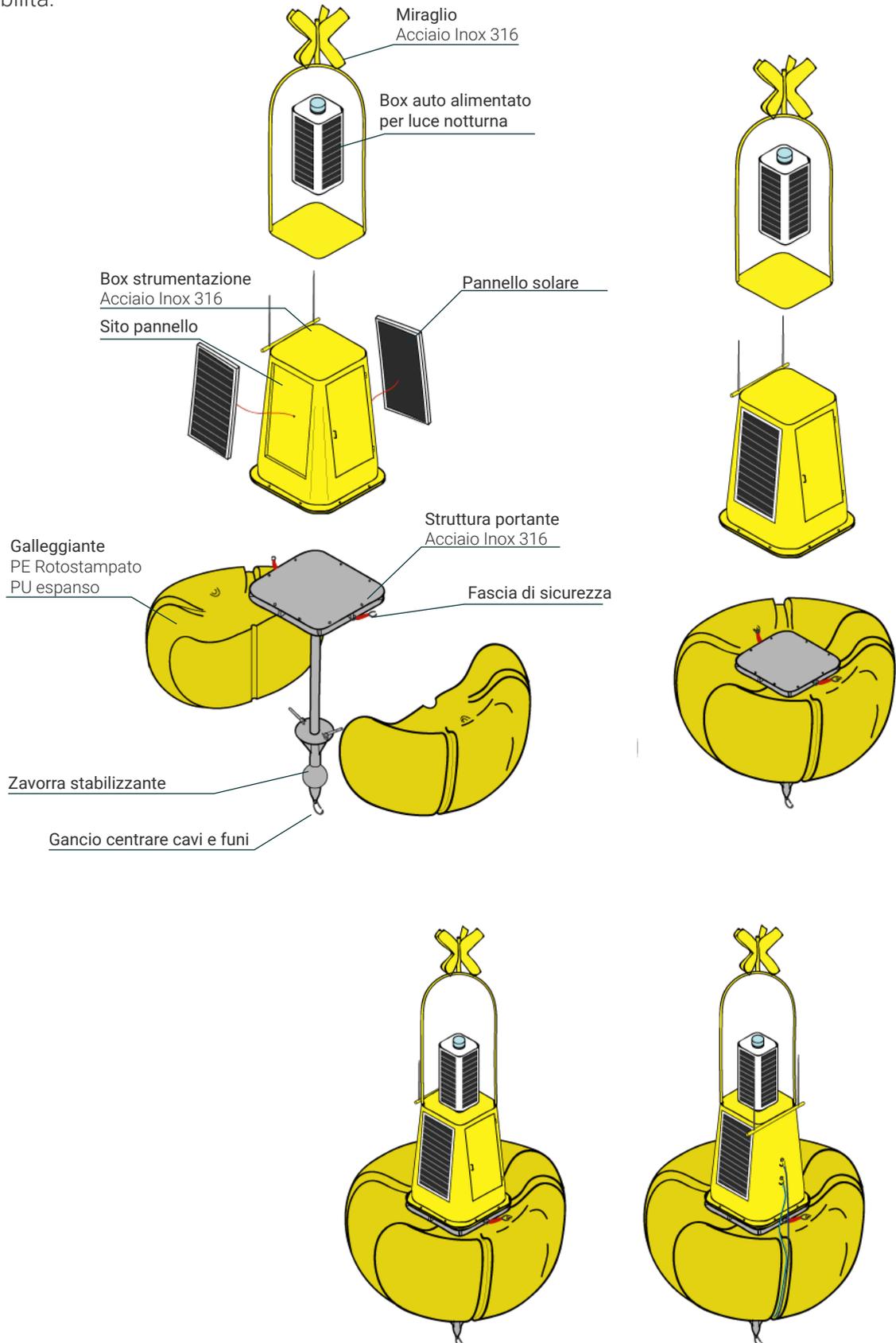
## 2.3 Concept 2

Il secondo concept non prevedeva più l'opzione di due cabine separate perché complicava troppo la manutenzione e i collegamenti tra le due.

Il sistema dei pannelli era affidato ad un incasso nella cabina e bloccato con delle viti.

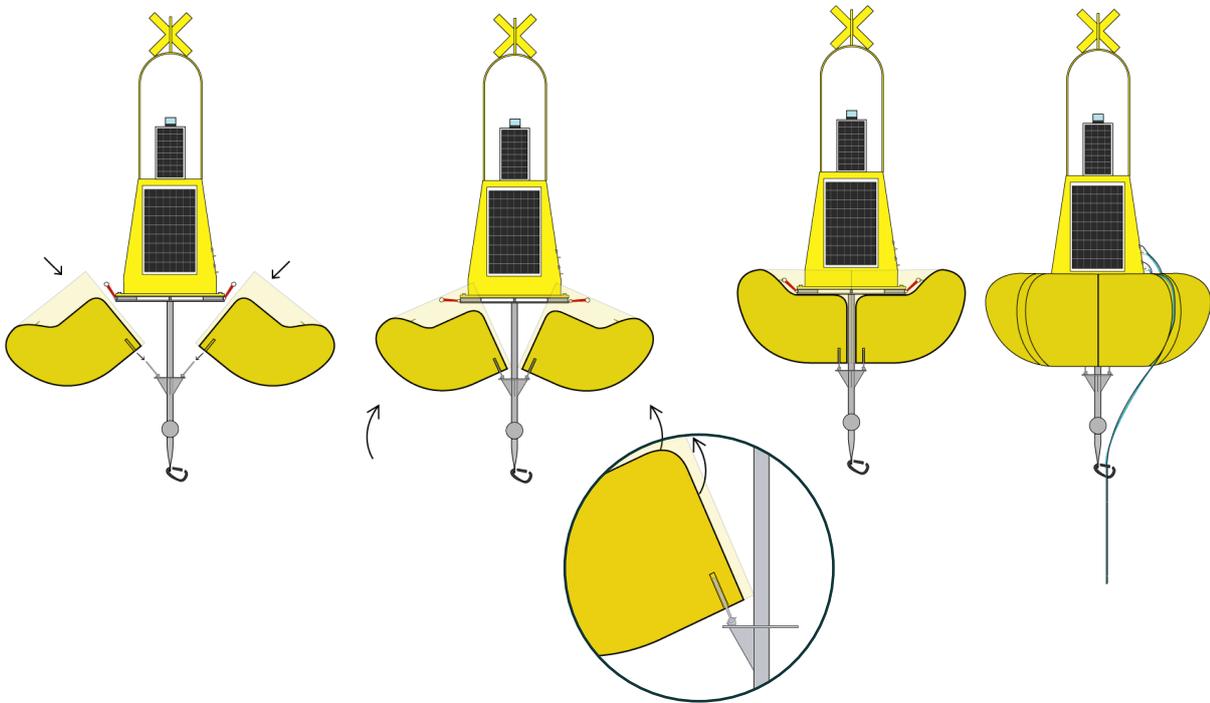
Il cambiamento principale c'è stato però nel sistema di montaggio dei galleggianti e nell'aggiunta di una zavorra per la stabilità della boa.

Anche la forma del galleggiante è diventata più morbida e stondata, per una maggiore stabilità.

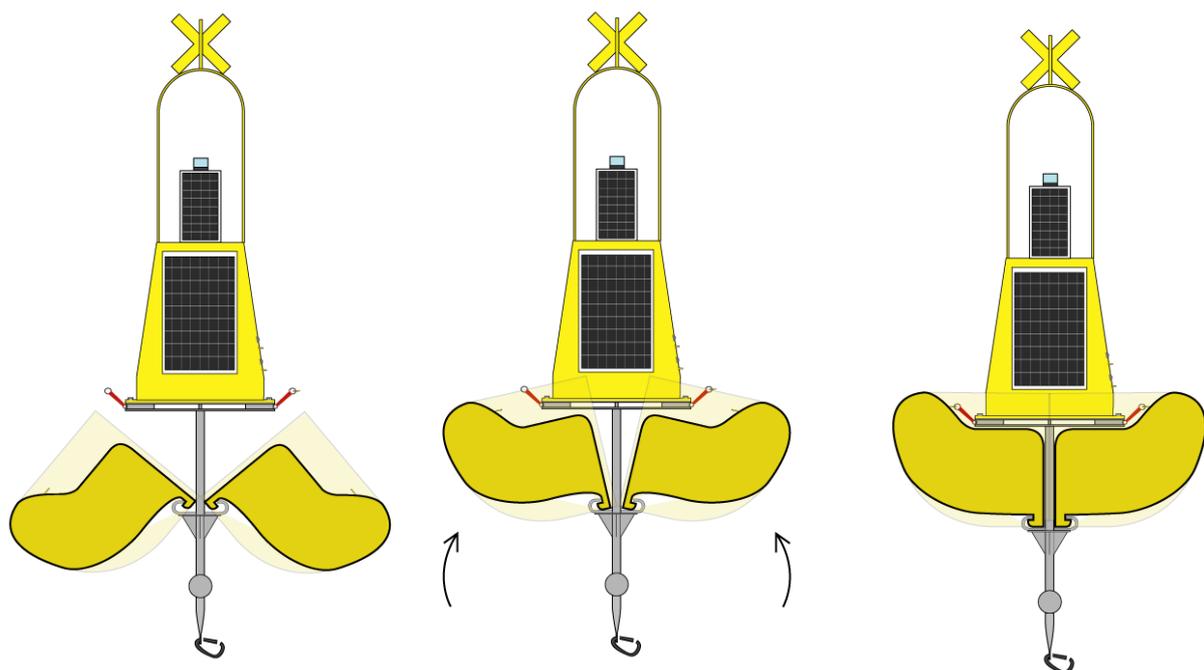


La prima variante del sistema di montaggio dei galleggianti, prevedeva l'uso di di uno snodo dentato per per l'inserimento del galleggiante, che veniva sollevato e bloccato allo snodo, tramite la maniglia, e per sicurezza tramite una fascia ed un moschettone sulla parte superiore.

Il problema dello snodo dentato, oltre alla difficoltà di inserimento e alla difficile raggiungibilità, è l'ossidazione o altre eventuali problematiche dovute all'acqua che potrebbero comprometterne il funzionamento.



La seconda variante sostituisce lo snodo dentato con un tubolare ad uncino e sfrutta un incasso creato nello stampo del galleggiante, in modo da poterli inserire ad incastro. Infine viene agganciato con una fascia di sicurezza ed un moschettone nella parte superiore del galleggiante.



## 2.4 SEAUL8R

Il progetto definitivo si sviluppa tutto intorno ad una struttura principale alla quale si attaccano tutte le altre principali parti del sistema.

La cabina diventa unica e, una volta definiti gli ingombri della strumentazione ed i collegamenti, prende la forma di un tronco di piramide con gli angoli smussati.

I pannelli sono affidati ad una cerniera ed un pistone che gli permettono di essere ruotati a seconda delle necessità dell'utente.

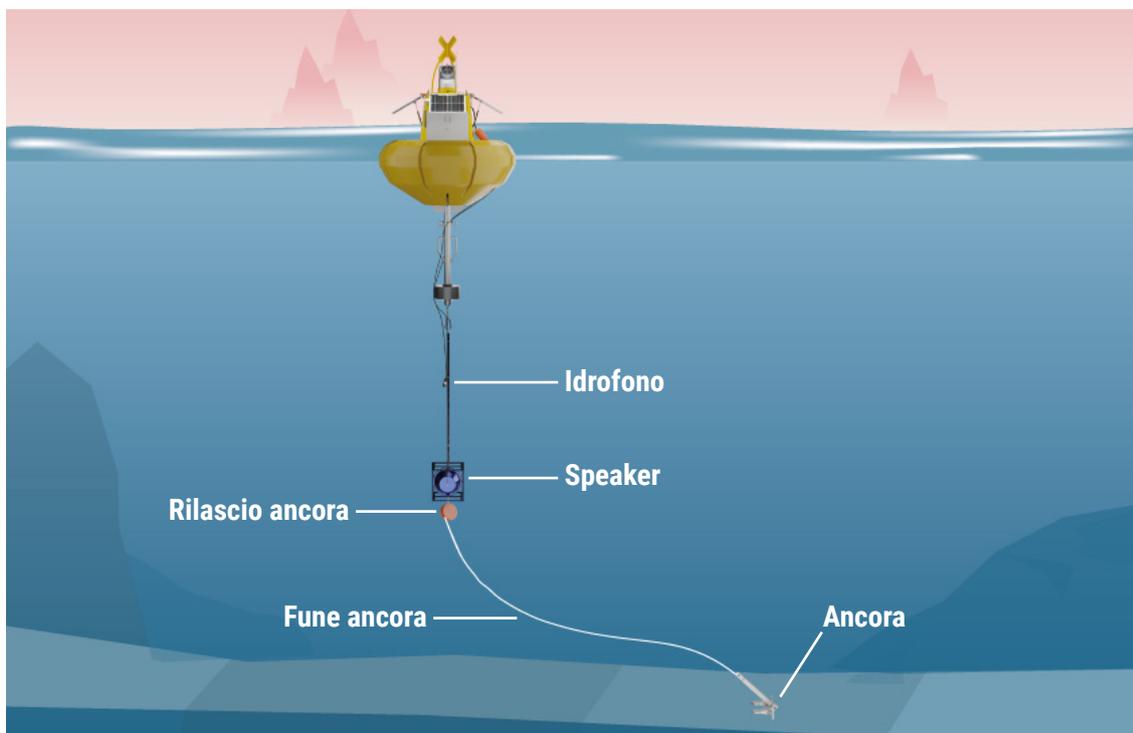
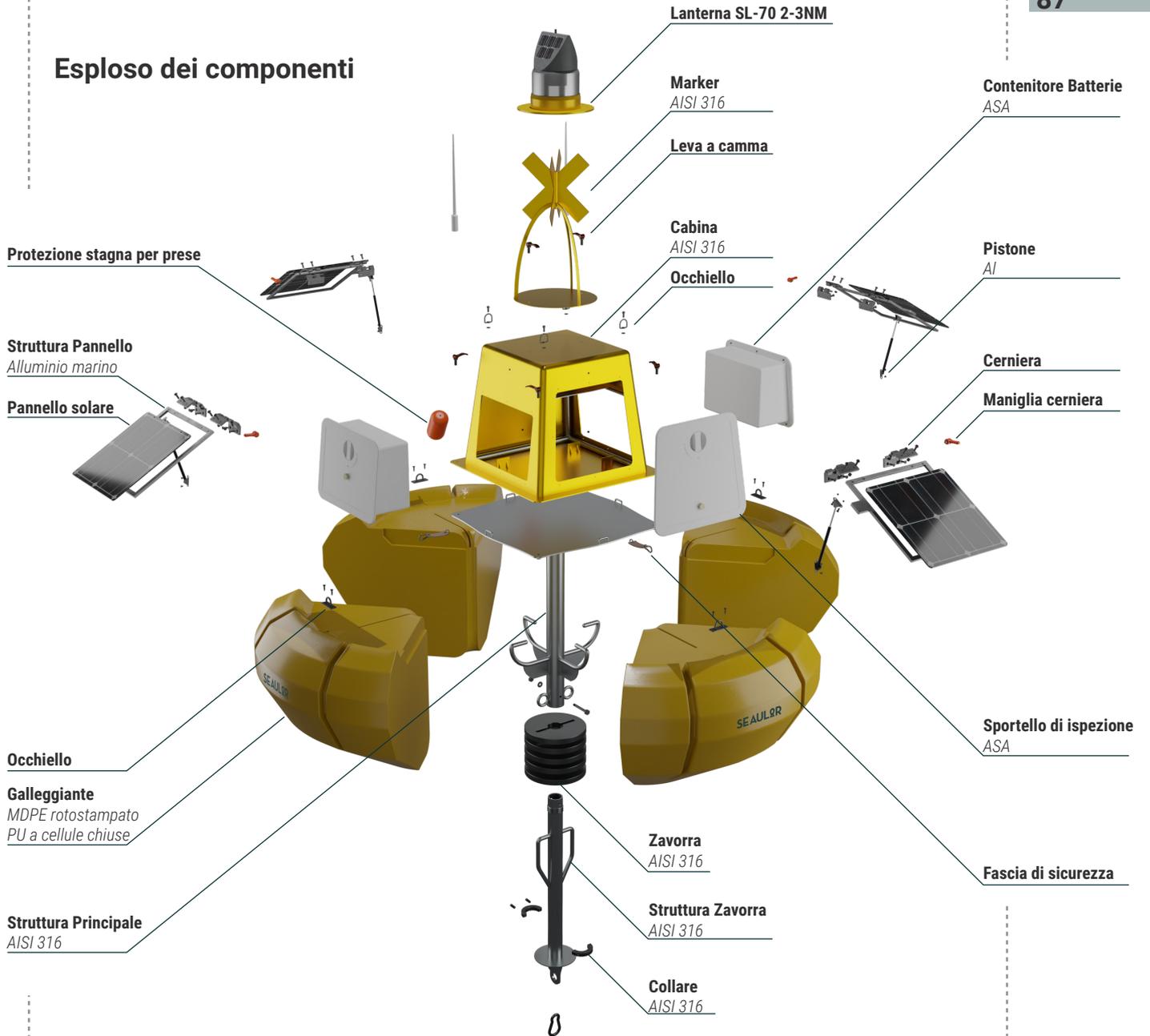
Il sistema di galleggiamento è affidato a 4 galleggianti che si incastrano nella struttura principale e vengono bloccati, con un moschettone, nella parte superiore.

Il sistema della zavorra viene approfondito e posizionato ad una distanza sufficiente ad abbassare il baricentro della boa; inoltre, separando i pesi, è possibile aumentare o diminuire il peso della zavorra a seconda delle necessità.

Viene anche definito il sistema di ancoraggio della boa ed il posizionamento dello speaker e dell'idrofono sott'acqua.



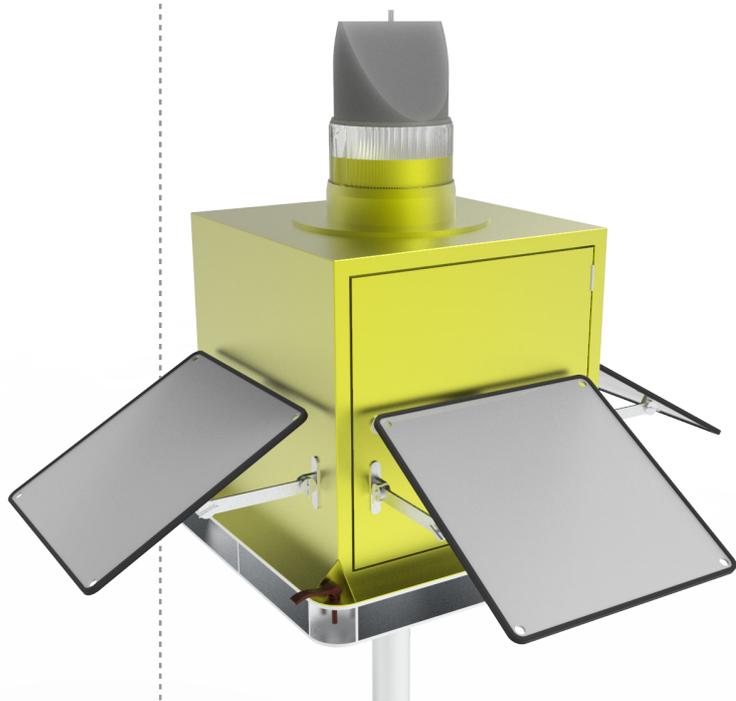
**Esploso dei componenti**



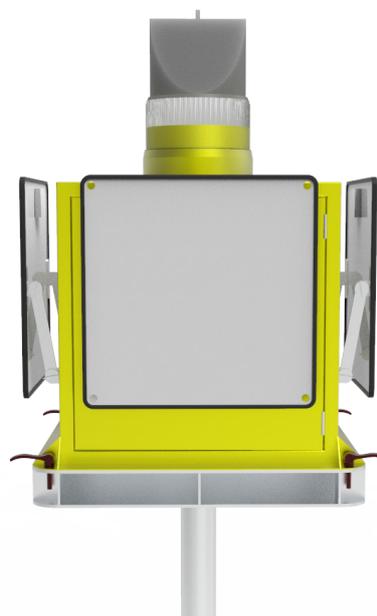
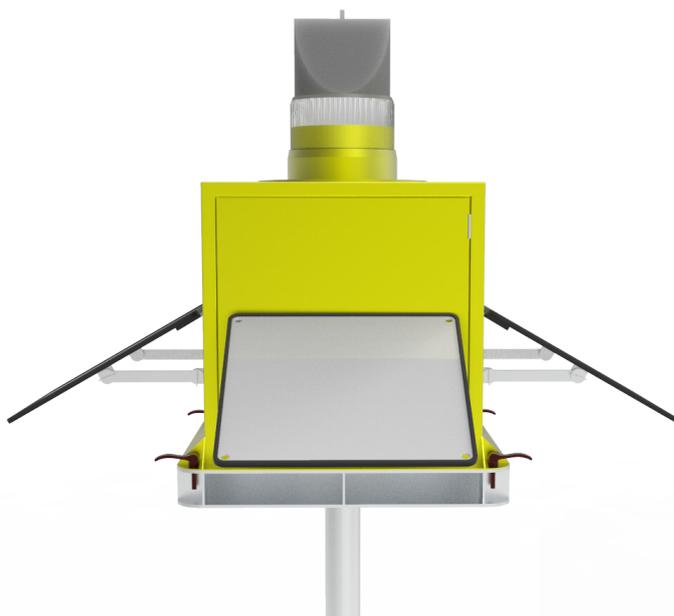
## 2.5 Cabina

### Concept 1

Il primo concept della cabina si ispirava alla forma delle cassette di sicurezza impermeabili. La cabine era supportata all'interno da una struttura a barre angolari

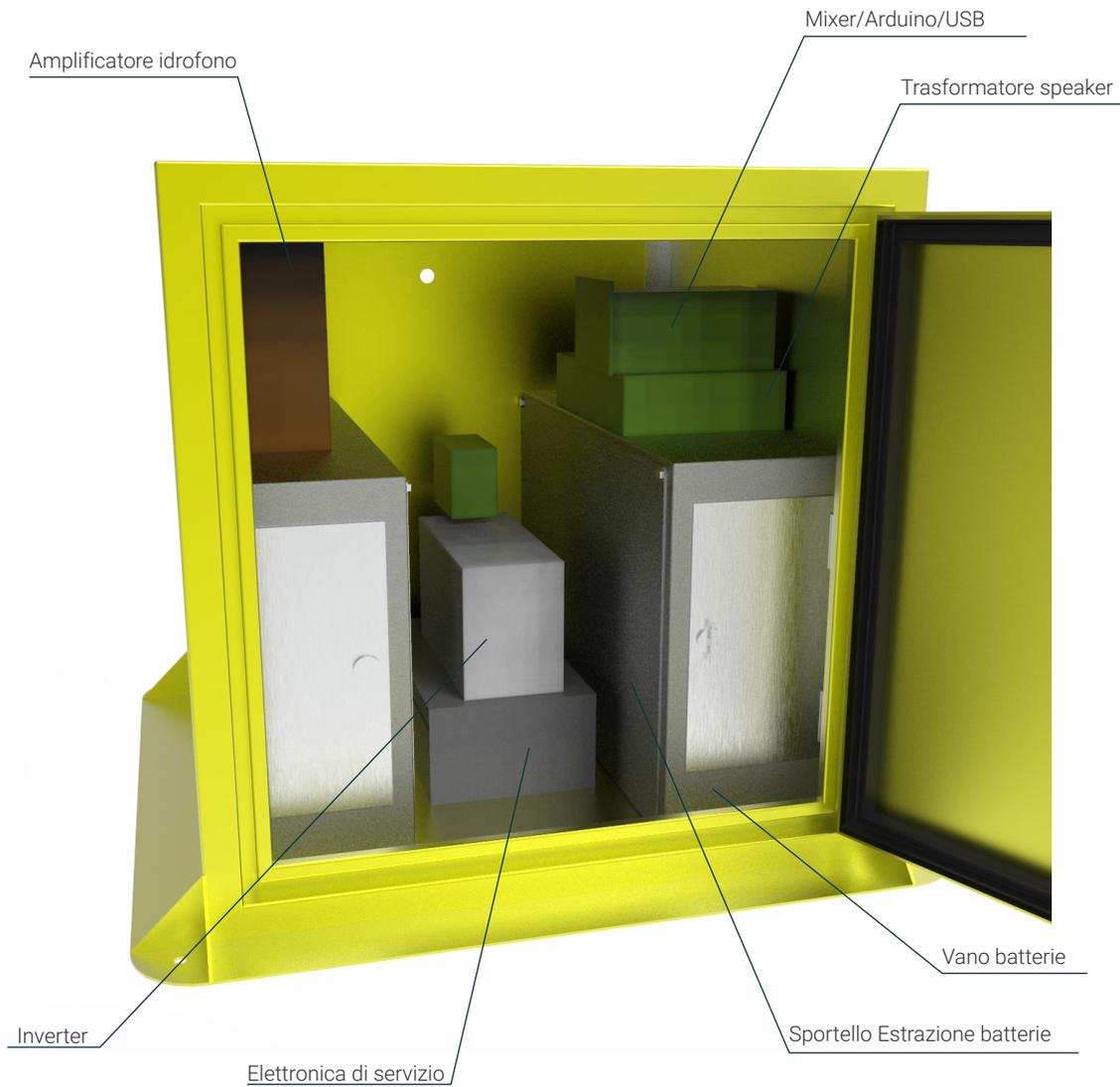


Ciascun pannello solare era protetto da una cornice di EPDM ed attaccato alla struttura tramite due bracci regolabili con 2 snodi dentati, a rischio nel momento in cui è soggetta alla forza del vento e delle intemperie.



All'interno della cabina sono saldate due lamiera che costituiscono i due vani delle batterie. Questi prevedevano due aperture, una laterale per l'estrazione ed una frontale per la gestione dei collegamenti.

Il resto della strumentazione veniva fissata alle lamiera o alle

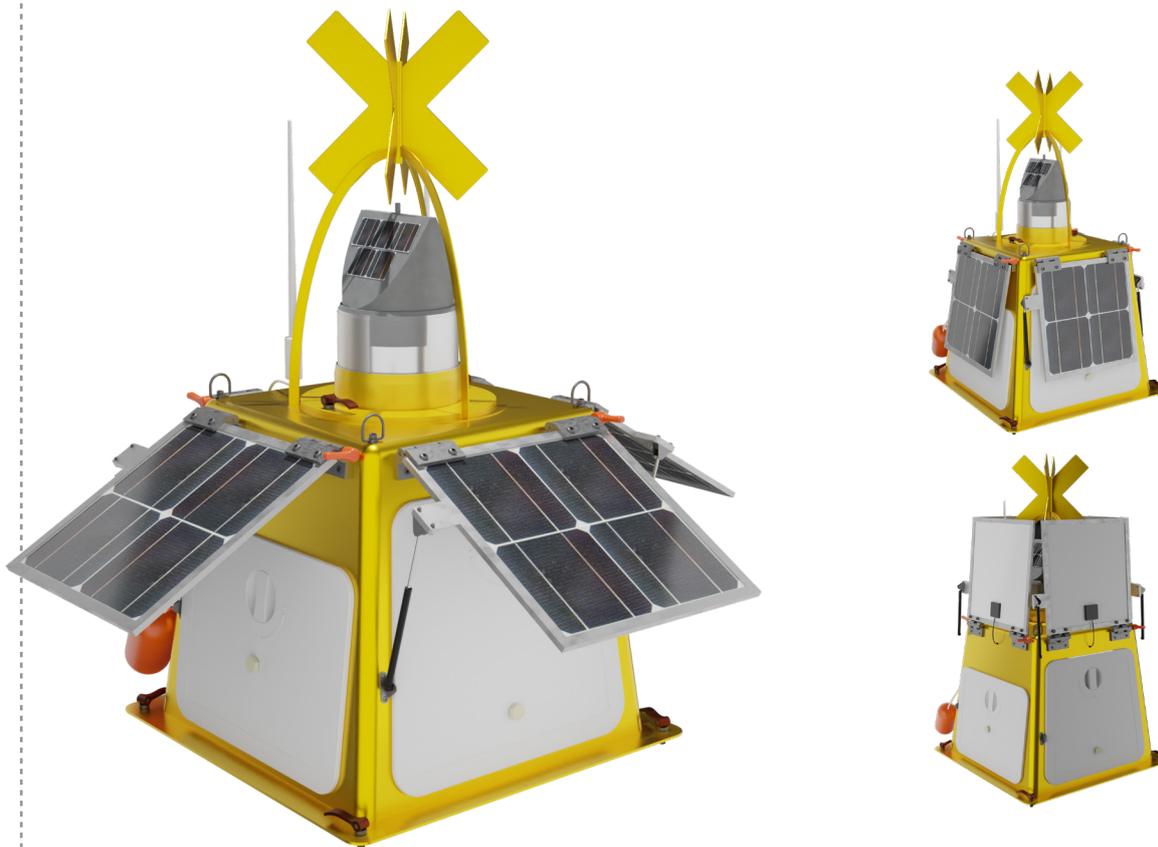


### Versione Definitiva

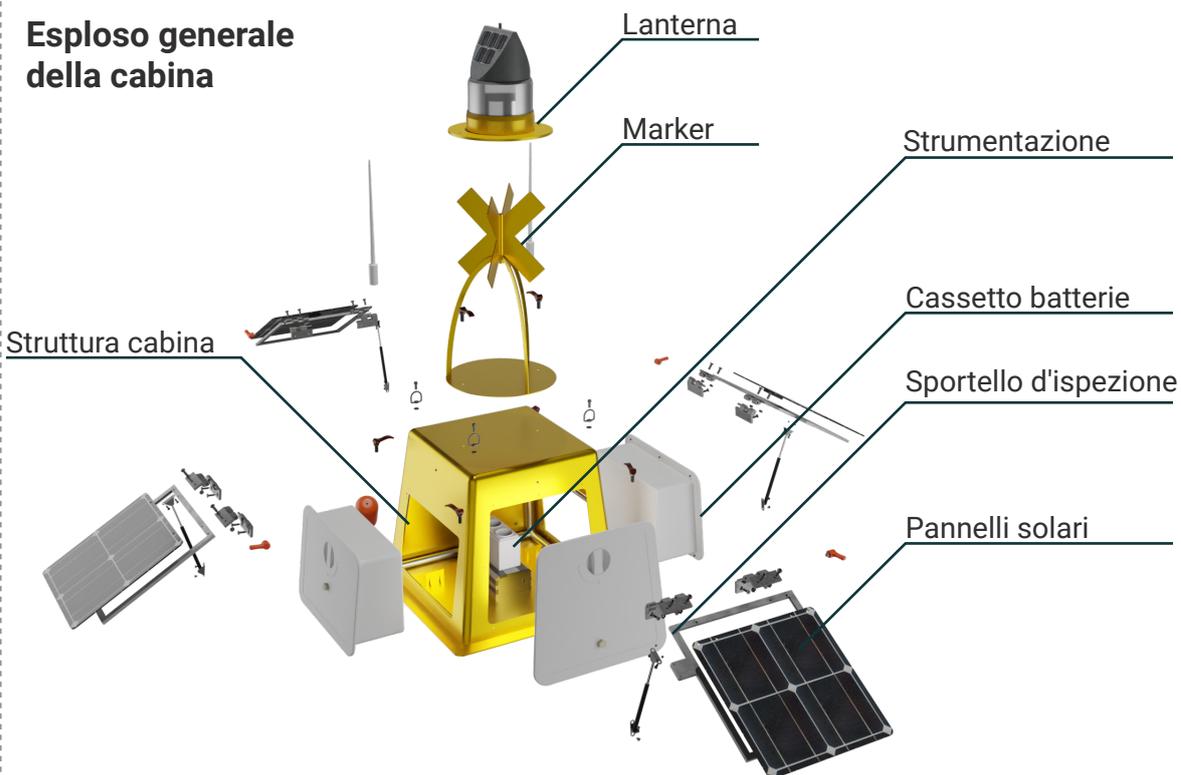
L'obiettivo della cabina è quello di racchiudere al suo interno tutta la componentistica elettronica e potersi separare dal resto della boa, rendendosi autonoma, in modo da facilitare le operazioni di manutenzione e calibrazione.

La forma definitiva della cabina nasce dalla volontà di avvicinarla esteticamente all'ambiente nautico.

A rendere più evidente questo aspetto sono principalmente gli angoli smussati e gli sportelli frontali e laterali che prendono ispirazione dagli sportelli d'ispezione delle barche.



### Esploso generale della cabina



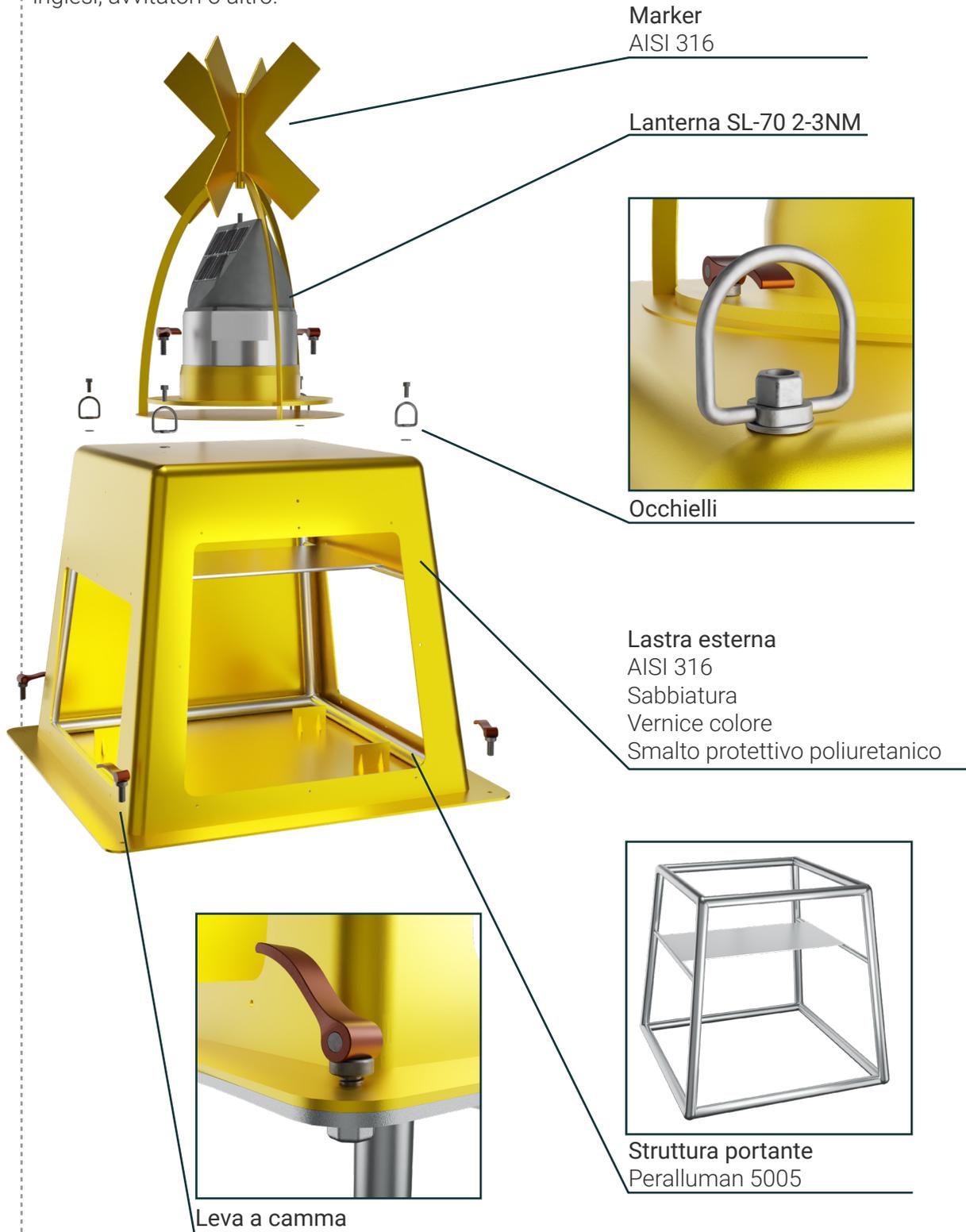
## Struttura Cabina

La struttura della cabina è pensata per supportare il peso della lanterna e del marker, oltre che del sistema di alimentazione, è per proteggere la componentistica interna. Per tale ragione la lastra esterna è in Acciaio Inox 316, un materiale resistente a corrosione ed a sollecitazione.

Questa è sostenuta da una struttura tubolare in Peralluman 5005, una lega di alluminio pensata per le strutture saldate per il settore nautico.

Gli occhielli girevoli permettono all'utente di prendere la boa più facilmente, in qualunque angolazione si trovi rispetto a SEAUL8R.

La scelta dell'uso delle leve a camma per il fissaggio della cabina è dettata dalla volontà di facilitare le operazioni di sgancio e aggancio anche sprovvisti di strumentazione come chiavi inglesi, avvitatori o altro.



## Alimentazione

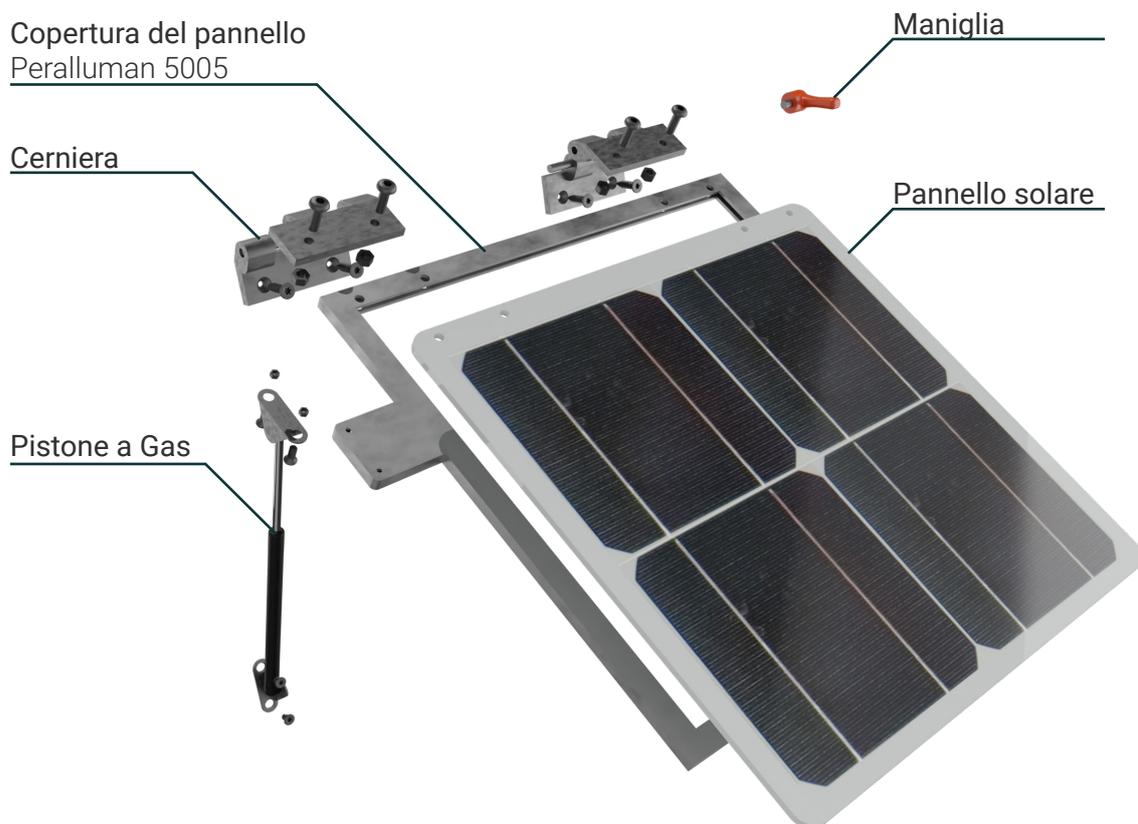
Il sistema di alimentazione si basa sull'utilizzo di 4 pannelli solari, disposti sulle 4 facce laterali della cabina.

I Pannelli sono inseriti all'interno di una struttura di Alluminio, la quale viene attaccata alla cabina tramite una cerniera.

La cerniera, combinata al pistone è essenziale per il movimento del pannello in 3 diverse posizioni: **1 Pannelli abbassati** per facilitare le operazioni di imbarco; **2 Pannelli a 30°** per permettergli di sfruttare il massimo dell'energia durante l'uso; **3 Pannelli alzati** per non essere d'intralcio durante l'apertura degli sportelli d'ispezione.

La cerniera è inoltre dotata di una maniglia bloccante che consente di mantenere fermo il pannello nelle diverse situazioni.

## Esploso



**1° Posizione**  
Abbassati



**2° Posizione**  
30°



**3° Posizione**  
Alzati



## Sportello d'ispezione

Per garantire l'impeabilizzazione degli sportelli vengono utilizzati gli sportelli d'ispezione, ispirati a quelli utilizzati sulle barche per tenere gli effetti personali all'asciutto.

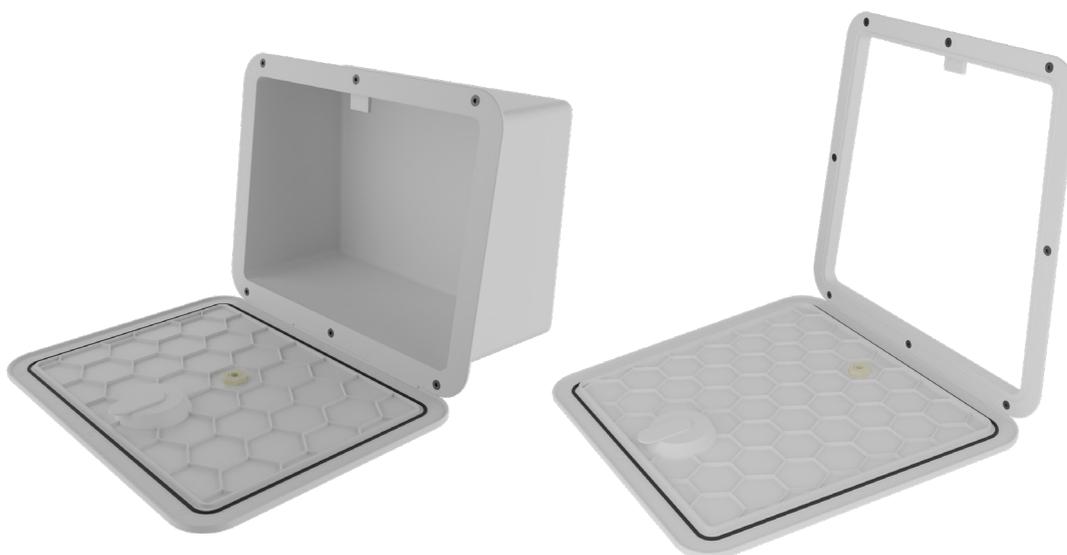
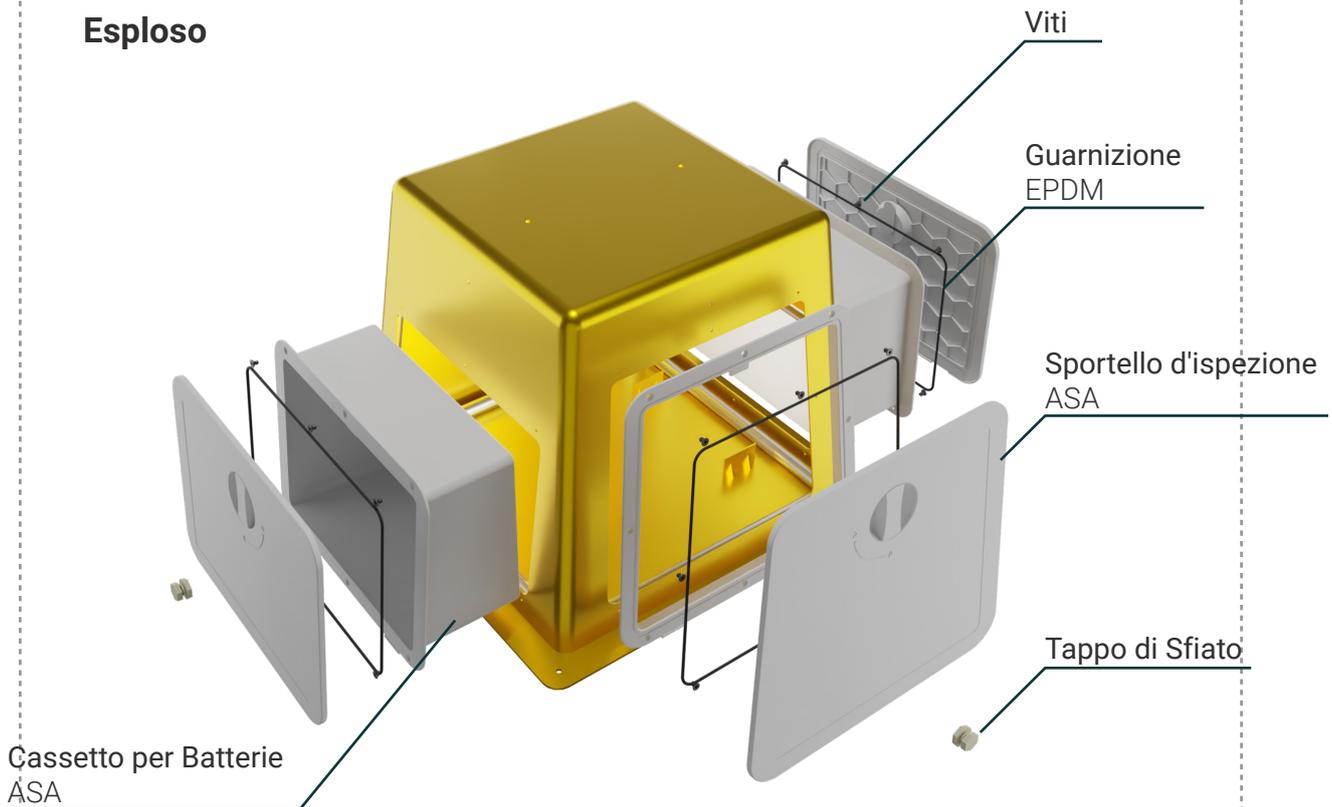
Questi sono adatti a resistere urti e pressione garantendo sempre l'impermeabilizzazione dell'interno.

Gli sportelli laterali, a differenza di quello frontale, sono dotati di cassetto e vengono utilizzati come vani per le batterie.

Il questo modo è possibile isolare le batterie dal resto della strumentazione ed è possibile estrarle dall'esterno.

Tutti gli sportelli sono dotati di tappi di sfiato che consentono un ricambio dell'aria continuo.

### Esploso

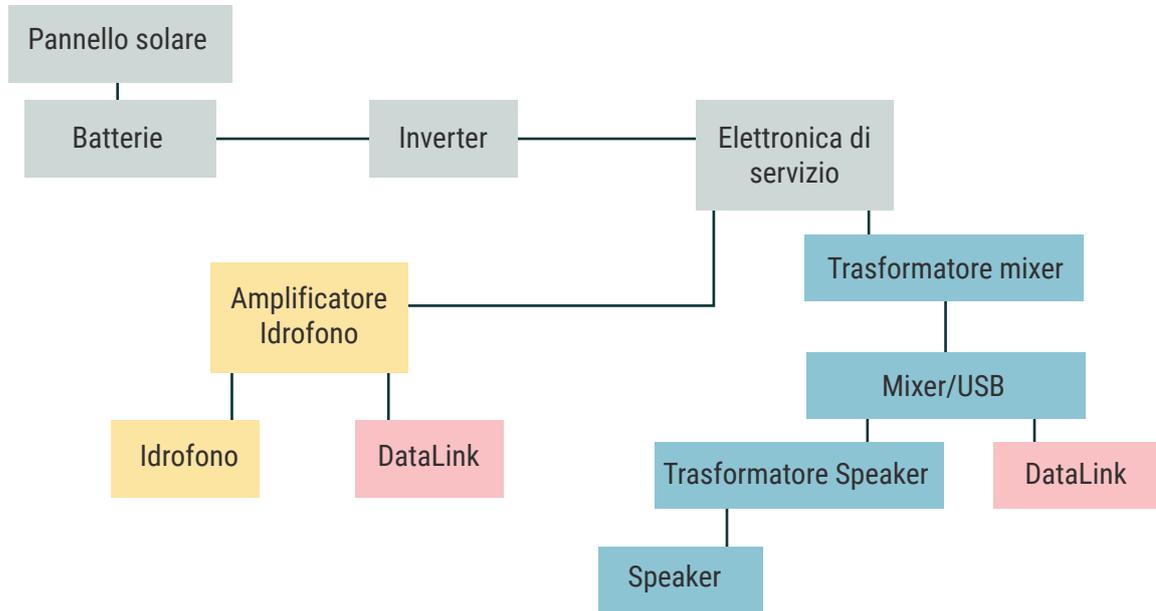


Cassetto per Batterie

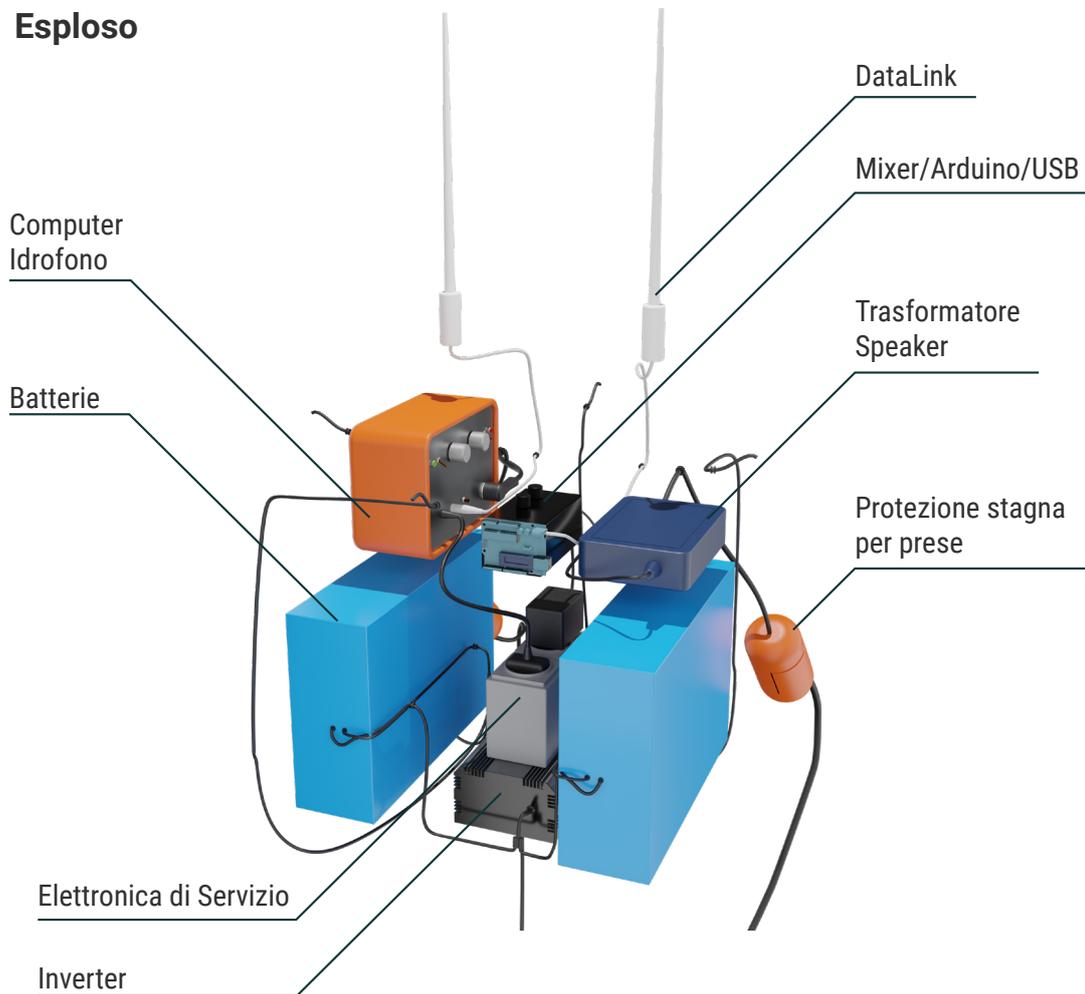
Sportello d'ispezione

## Strumentazione interna

### Schema dei collegamenti



### Esploso



## 2.6 Struttura Principale

La struttura "Principale" è definita così perché è il centro della Boa SEAUL8R ed ogni componente è collegato agli altri tramite questa.

La parte superiore della struttura è data da un piano d'appoggio per la cabina e da 4 occhielli, uno su ogni lato, che utili all'aggancio dei galleggianti tramite moschettone.

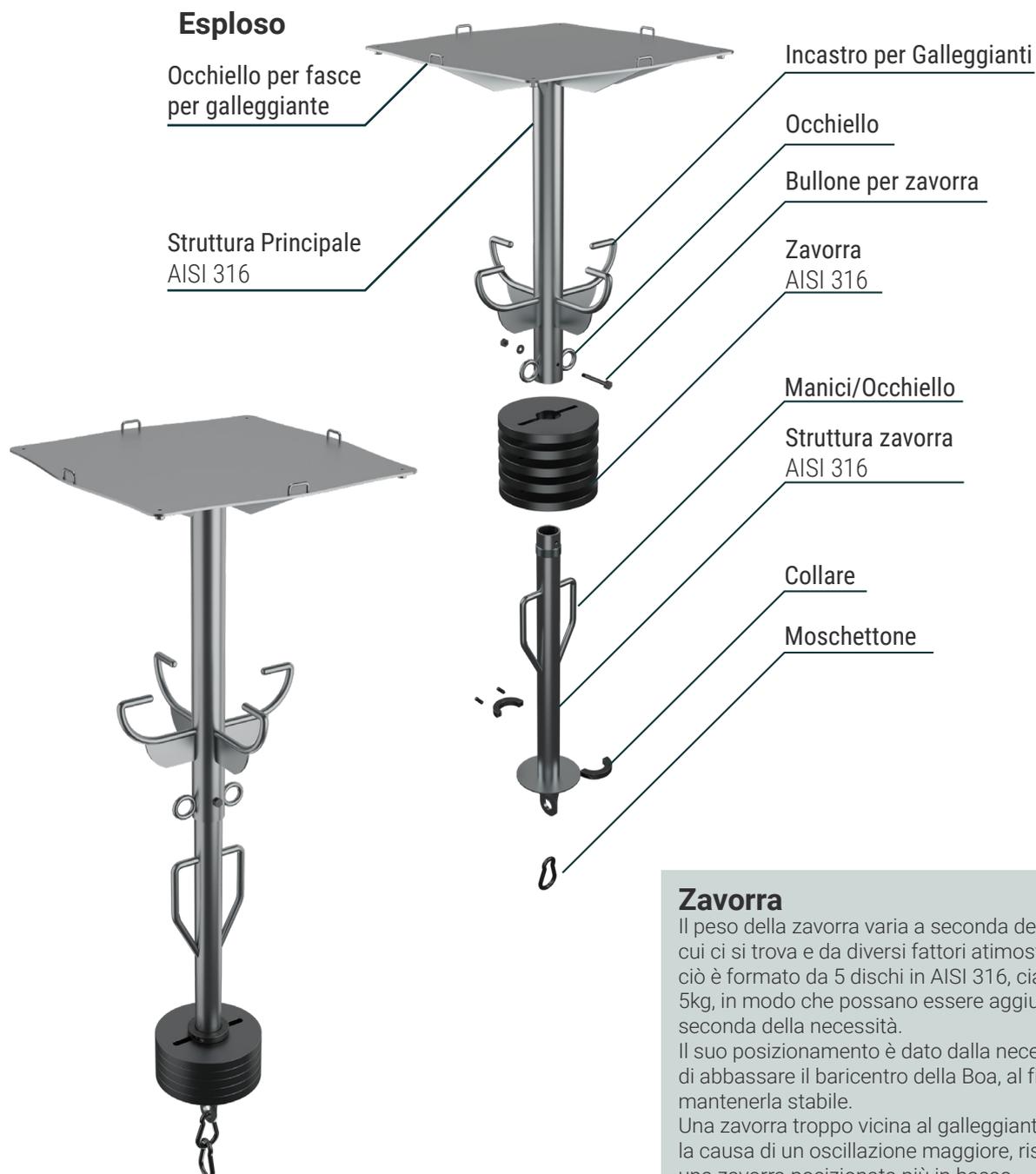
Il piano appoggia su un tubolare cavo in fondo al quale vengono saldati 4 tubolari piegate di diametro inferiore, sostenuti da lastre verticali, utili all'incastro dei galleggianti.

Al di sotto degli incastrati sono presenti 2 occhielli laterali per eventuali ormeggi ad altre boe o ancore.

Alla struttura principale viene avvitata ed imbullonata un'altra struttura, la cui funzione è quella di sostenere la zavorra necessaria al bilanciamento della boa.

La struttura prevede 2 manici laterali e, più in basso, una base per sorreggere i 5 pesi bloccati poi da un collare.

La struttura della zavorra, sulla punta inferiore, viene palettata e forata per fungere da occhiello per agganciarci la strumentazione.



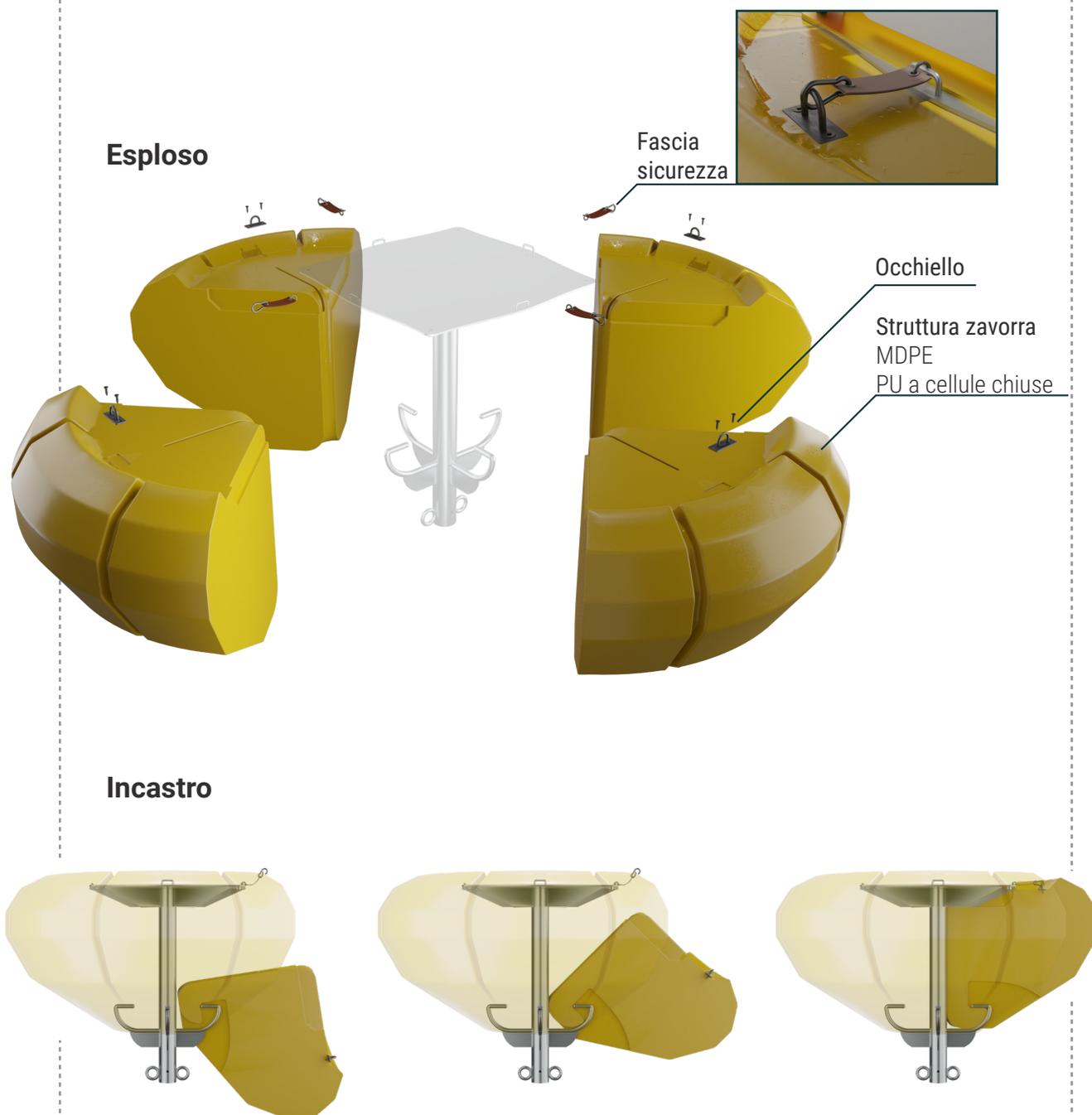
## 2.7 Galleggianti

Il galleggiante viene diviso in 4 in modo da facilitare le operazioni di manutenzione e ridurre lo spreco di materiale in caso di ricambio.

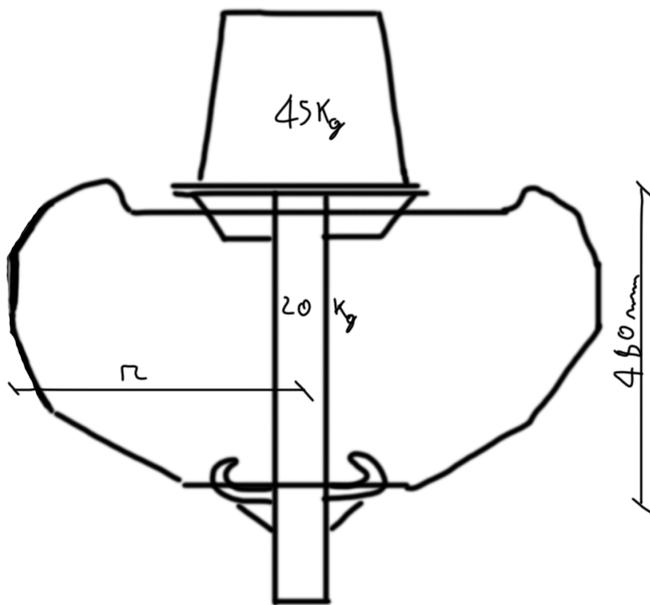
I galleggianti sono composti da uno strato esterno di 8mm di MDPE che viene rotostampato con l'aggiunta del pigmento di colore durante la stampa, questo garantisce una maggiore durata del colore e non richiede mai la verniciatura e quindi nessuna dispersione tossica nell'acqua.

L'interno è invece composto da Poliuretano espanso a cellule chiuse per garantire l'inaffondabilità anche in caso di piccoli incidenti, fori o graffi più profondi.

Il galleggiante vien incastrato alla struttura principale e successivamente bloccato da una fascia di sicurezza, agganciata tramite moschettone, ad un occhiello posto sulla parte superiore del galleggiante.



## Calcoli volume galleggiante

Pressione Cabina + Struttura  $P_{cs}$ 

$$S_c = S_s = l^2 = 500^2 \text{ mm} = 0,25 \text{ m}^2$$

$$m_c = 45 \text{ Kg} \quad m_s = 20 \text{ Kg}$$

$$m_{cs} = m_c + m_s = 45 \text{ Kg} + 20 \text{ Kg} = 65 \text{ Kg}$$

$$F_{P_{cs}} = m_{cs} \cdot g = 65 \text{ Kg} \cdot 9,8 \frac{\text{N}}{\text{Kg}} = 637 \text{ N}$$

$$F_A = F_{P_{cs}} = 637 \text{ N}$$

$$P_{cs} = \frac{m_{cs} \cdot g}{S_c} = \frac{F_A}{S_c} = \frac{637 \text{ N}}{0,25 \text{ m}^2} = 2548 \text{ Pa}$$

Raggio del galleggiante ipotizzato  $\longrightarrow r = 550 \text{ mm}$ Superficie del galleggiante ipotizzata  $\longrightarrow S_G = \pi r^2 = \pi \cdot 550^2 \text{ mm} = 0,9498 \text{ m}^2$ Volume del galleggiante ipotizzato  $\longrightarrow V_G = 8,142 \text{ E} + 07 \text{ mm}^3 = 0,08142 \text{ m}^3$ 

$$V_{TOT} = 0,08142 \text{ m}^3 \cdot 4 = 0,32568 \text{ m}^3$$

$$V_{PV} = 7,219 \text{ E} + 07 \text{ mm}^3 \cdot 4 = 0,07219 \text{ m}^3 \cdot 4 = 0,28876 \text{ m}^3$$

$$V_{PE} = V_{TOT} - V_{PV} = 0,32568 \text{ m}^3 - 0,28876 \text{ m}^3 = 0,03692 \text{ m}^3$$

Densità  $\longrightarrow d_{PV} = 32,037 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$ 

$$d_{PE} = 930 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$$

Massa Galleggiante

$$m_{PV} = V_{PV} \cdot d_{PV} = 0,28876 \text{ m}^3 \cdot 32,037 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} = 9,2510 \text{ Kg}$$

$$m_{PE} = V_{PE} \cdot d_{PE} = 0,03692 \text{ m}^3 \cdot 930 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} = 34,3356 \text{ Kg}$$

Pressione totale

$$P_{TOT} = \frac{(m_{cs} + m_{PV} + m_{PE}) \cdot g}{S_G} = \frac{(65 + 9,2510 + 34,3356) \text{ Kg} \cdot 9,8 \frac{\text{N}}{\text{Kg}}}{0,9498 \text{ m}^2} = \frac{1064,14868 \text{ N}}{0,9498 \text{ m}^2} = 1120,3924 \text{ Pa}$$

$$P_{TOT} \leq P_{cs} \longrightarrow 1120,3924 \text{ Pa} < 2548 \text{ Pa}$$

Pressione Cabina + Struttura + Zavorra  $P_{CSZ}$

$$S_c = S_s = 0,25 \text{ m}^2$$

$$m_c = 45 \text{ Kg} \quad m_s = 30 \text{ Kg} \quad m_z = 25 \text{ Kg}$$

$$m_{CSZ} = m_c + m_s + m_z = 45 \text{ Kg} + 30 \text{ Kg} + 25 \text{ Kg} = 100 \text{ Kg}$$

$$F_{P_{CSZ}} = m_{CSZ} \cdot g = 100 \text{ Kg} \cdot 9,8 \frac{\text{N}}{\text{Kg}} = 980 \text{ N} = F_A$$

$$P_{CSZ} = \frac{F_{P_{CSZ}}}{S_c} = \frac{980 \text{ N}}{0,25 \text{ m}^2} = 3920 \text{ Pa}$$

Pressione Totale

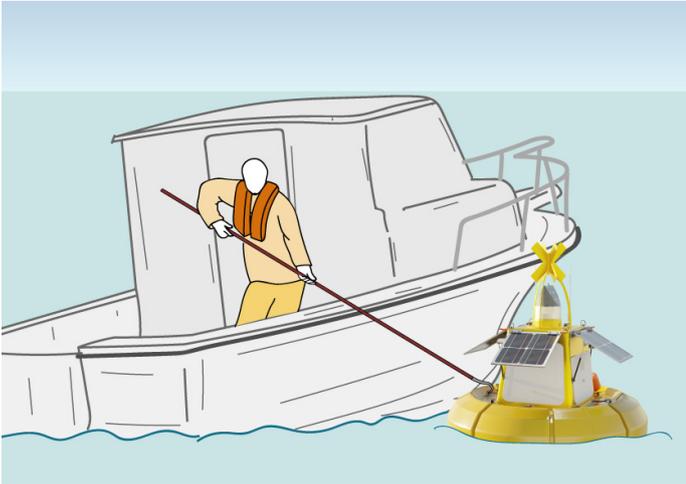
$$P_{TOT} = \frac{(m_{CSZ} + m_{PV} + m_{PE}) \cdot g}{S_c} = \frac{(100 + 9,2510 + 34,3356) \text{ Kg} \cdot 9,8 \frac{\text{N}}{\text{Kg}}}{0,9498 \text{ m}^2} = \frac{1401,1497 \text{ N}}{0,9498 \text{ m}^2} = 1481,5210 \text{ Pa}$$

$$P_{TOT} \leq P_{CSZ} \quad 1481,5210 \text{ Pa} < 3920 \text{ Pa}$$

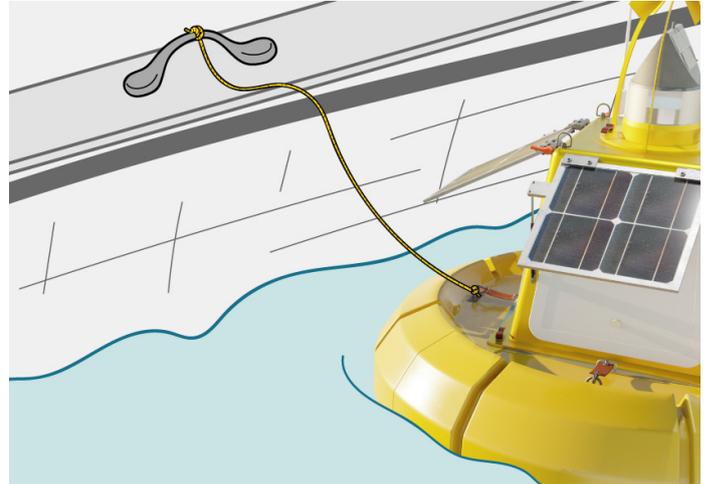
## 2.8 Storyboard

### Operazioni di imbarco della cabina.

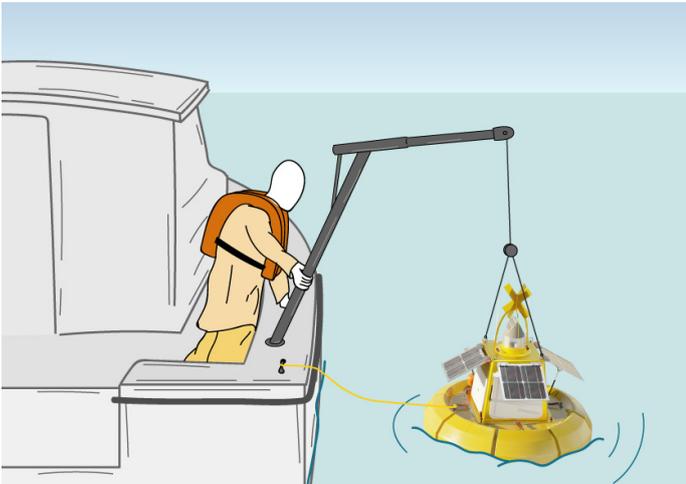
Presca della boa ed avvicinamento



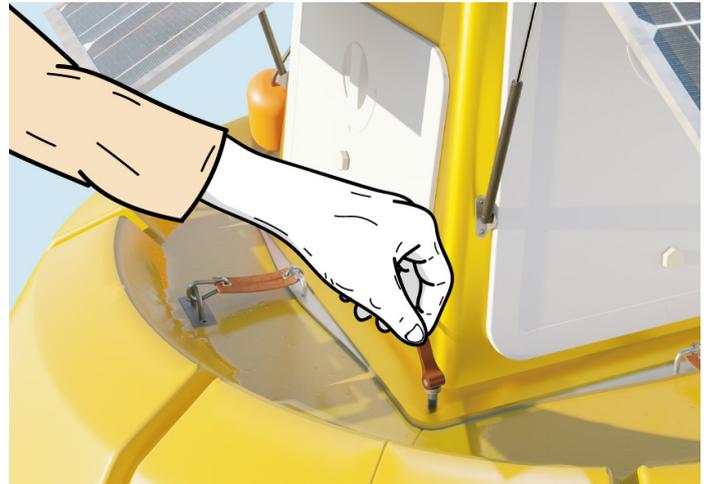
Ormeggio della boa alla barca



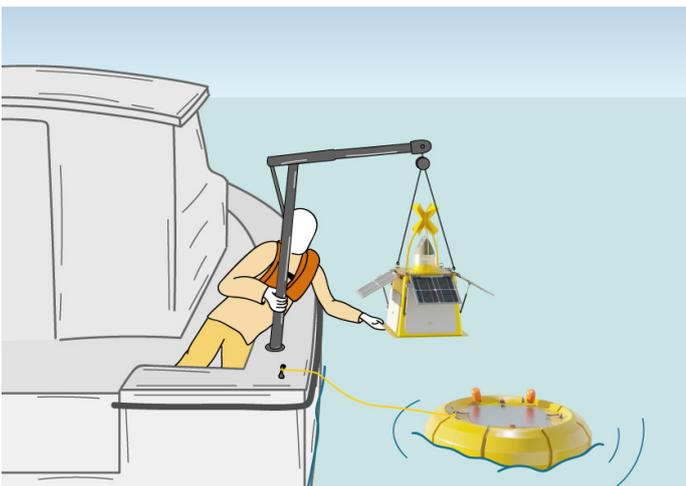
Aggancio della cabina alla gruetta



Sganciamento della cabina, tramite le leve.

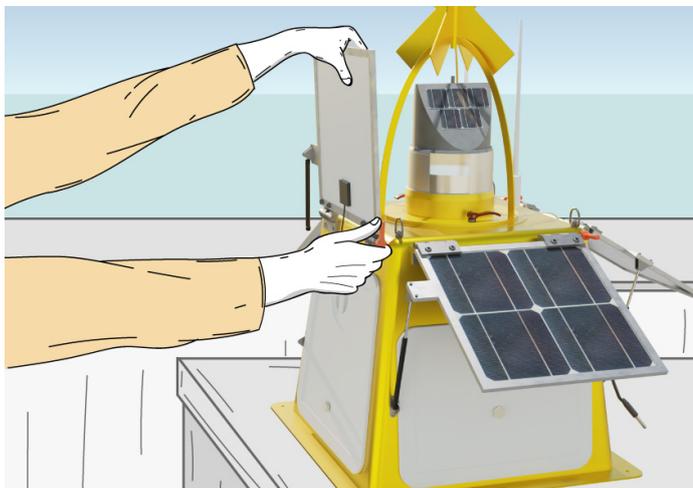


Imbarco della cabina

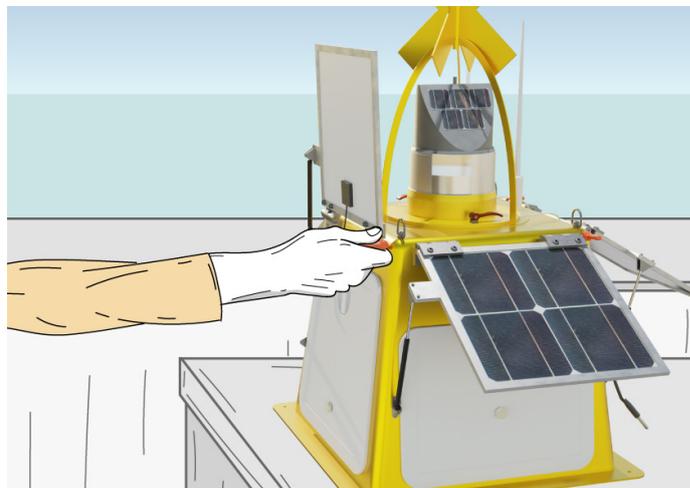


## Operazioni di apertura

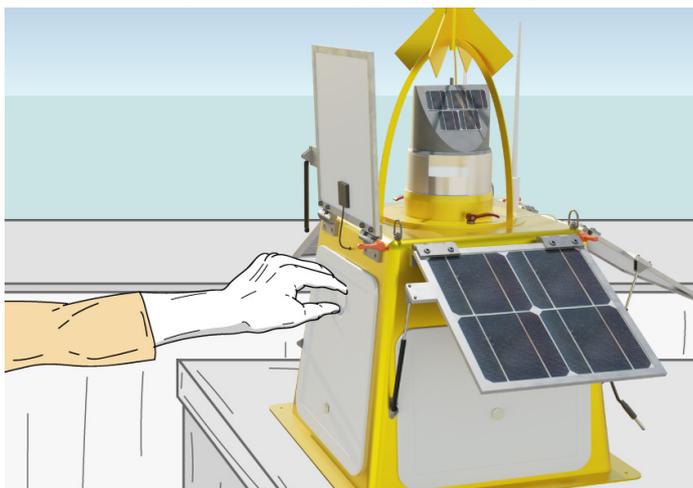
Svitare la maniglia per sbloccare la cerniera ed alzare il pannello, dopo aver sganciato il pistone.



Bloccare la maniglia per fermare il pannello.



Sbloccare lo sportello dall'apposita maniglia.

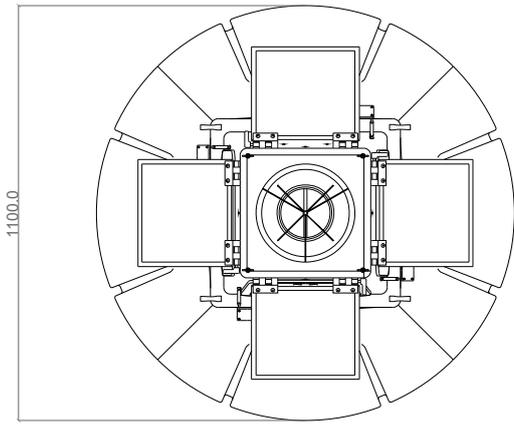


Aprire lo sportello d'ispezione.

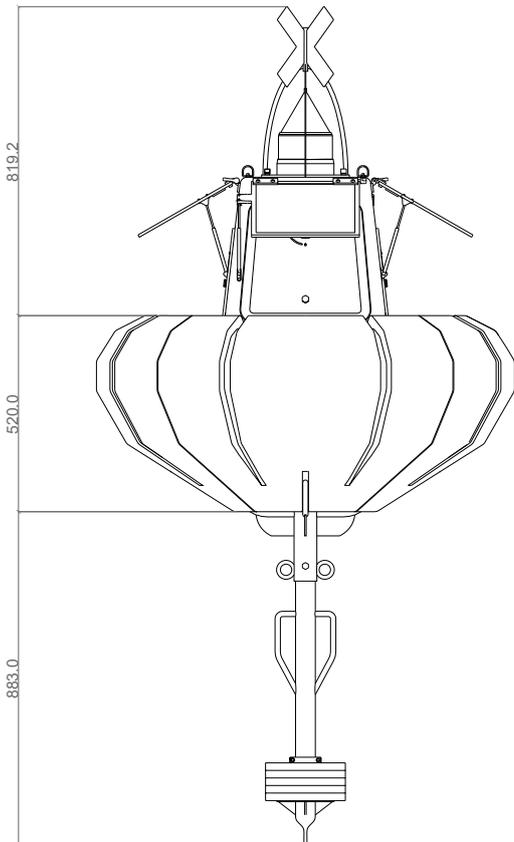


## 2.9 2D SEAUL8R

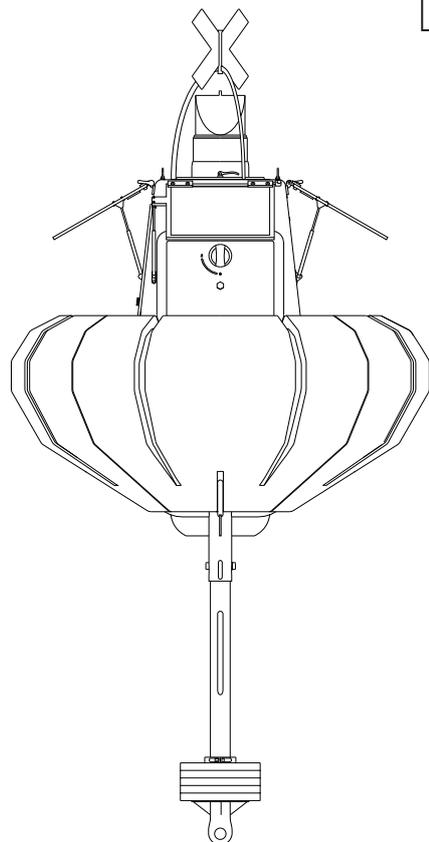
Relatore: Carlo Vannicola	Created By: Andrea Nicolardi
Stato progetto: Definitivo	Title: SEAUL8R: Safeguard the Hearing of the Seas
University: Unicam	Date: 13/04/22



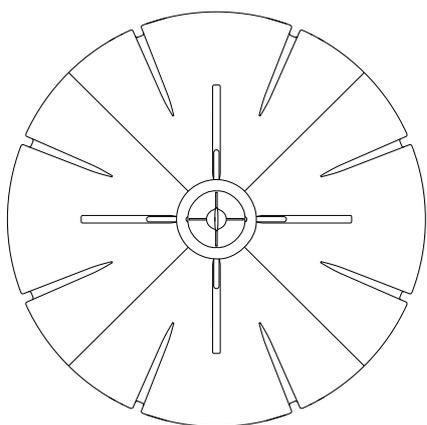
Vista dall'alto



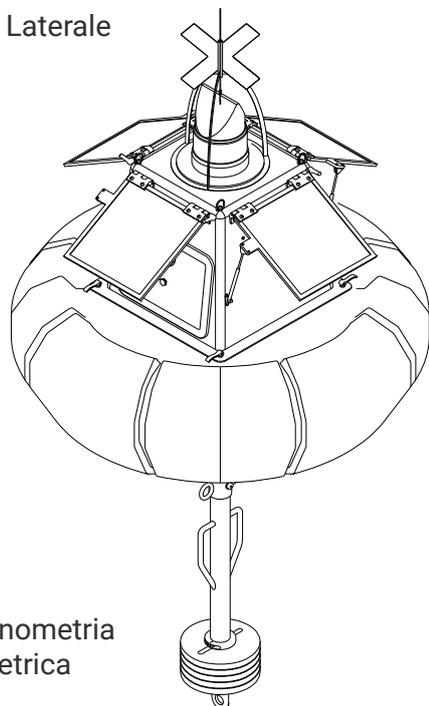
Vista Frontale



Vista Laterale

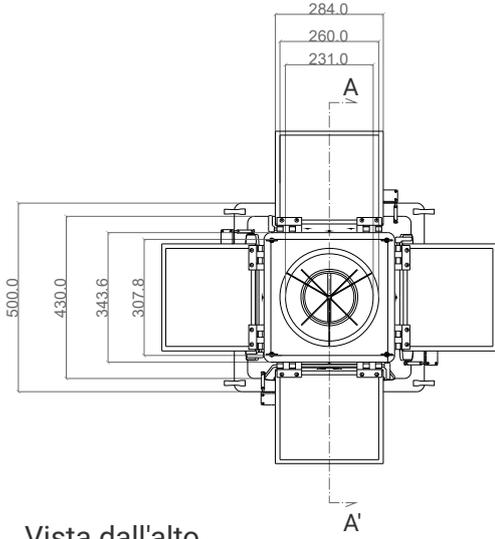


Vista dal Basso

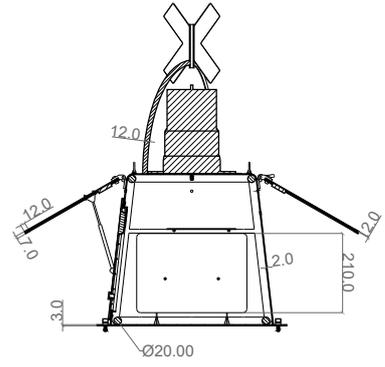


Assonometria  
Isometrica

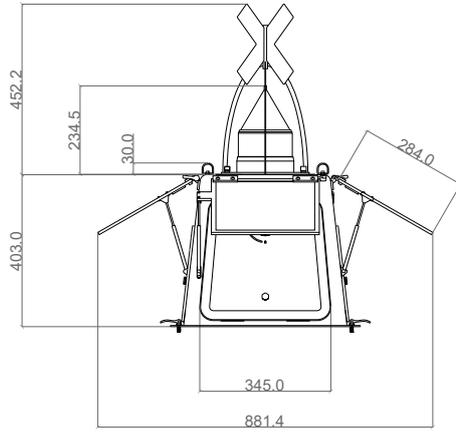
University: Unicam	Created By: Andrea Nicolardi	Relatore: Carlo Vannicola
Date: 13/04/22	Title: SEAJLBR: Safeguard the Hearing of the Seas	Stato progetto: Definitivo



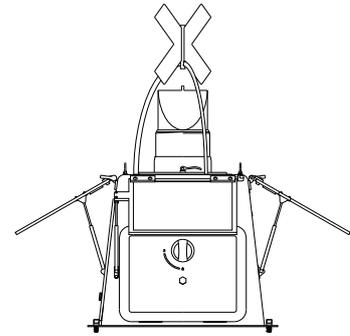
Vista dall'alto



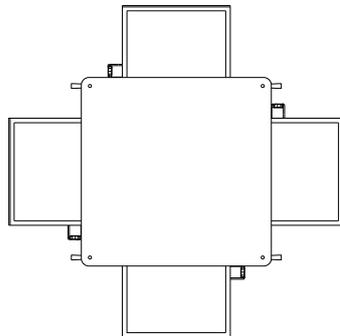
Sezione A-A'



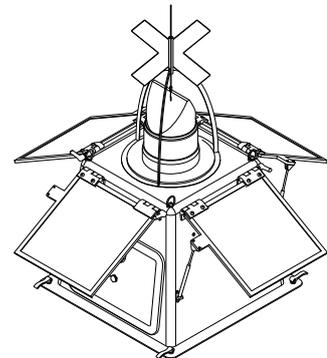
Vista Frontale



Vista Laterale

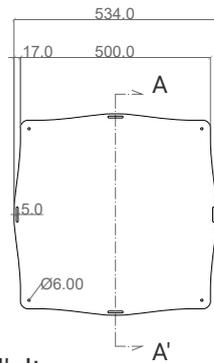


Vista dal Basso

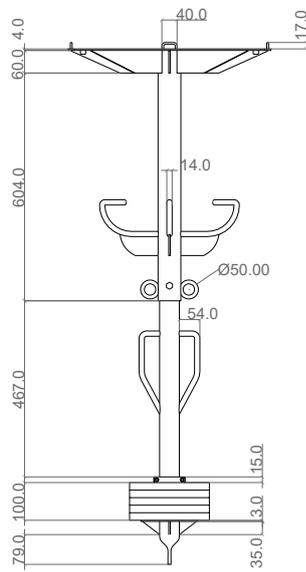


Assonometria Isometrica

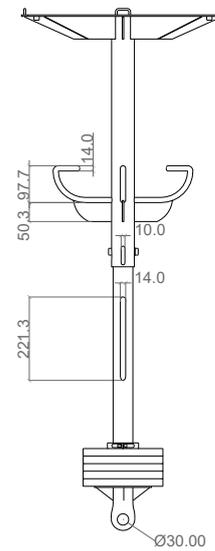
Relatore: Carlo Vannicola	Created By: Andrea Nicolardi	Stato progetto: Definitivo
University: Unicam	Title: SEAU18R: Safeguard the Hearing of the Seas	
Date: 13/04/22		



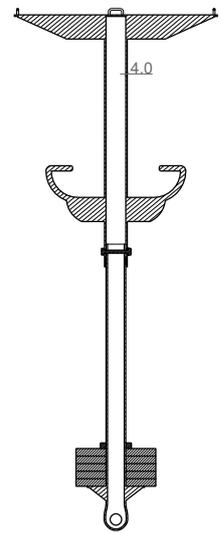
Vista dall'alto



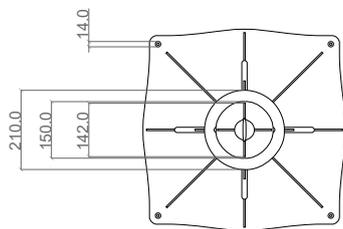
Vista Frontale



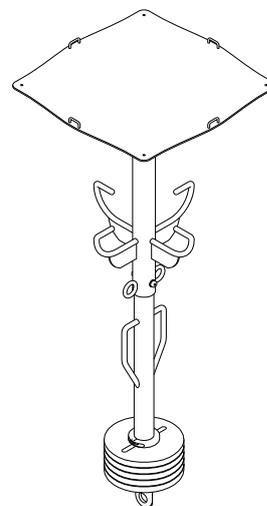
Vista Laterale



Sezione A-A'

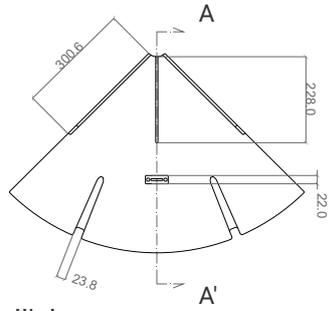


Vista dal Basso

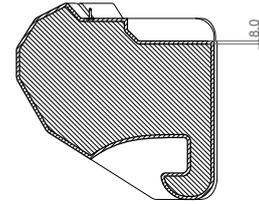


Assonometria Isometrica

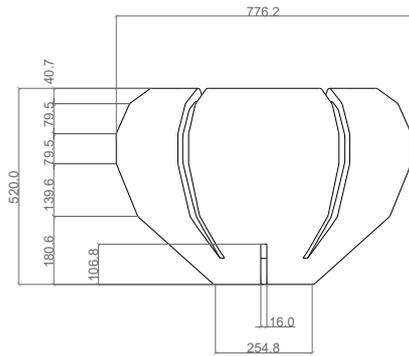
University: Unicam	Created By: Andrea Nicolardi	Relatore: Carlo Vannicola
Date: 13/04/22	Title: SEAJLBR: Safeguard the Hearing of the Seas	Stato progetto: Definitivo



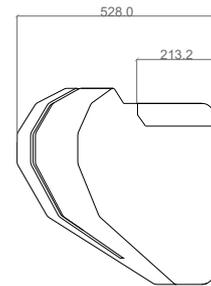
Vista dall'alto



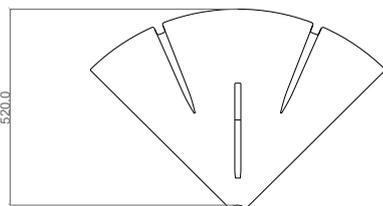
Sezione A-A'



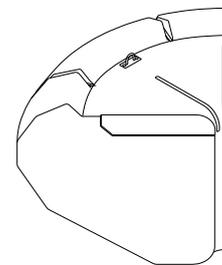
Vista Frontale



Vista Laterale



Vista dal Basso



Assonometria Isometrica

## 2.10 Identità visiva

# SEAUL&R

Come nome SEAUL&R è stato scelto "SEAUL&R", un gioco di parole con "See you later", in quanto la funzione principale è quella di allontanare i pesci per poi richiamarli.

C'è dunque l'idea di voler comunicare direttamente con le speci marine, rivolgendosi direttamente a loro con un amichevole "Ci vediamo dopo".

Il gioco di parole consiste nel sostituire il verbo "See" con l'equivalente di "mare" in inglese, ossia "Sea".

C'è stata poi un abbreviazione delle parole "You" in "U" e "Later" in "L&R" in modo da abbreviare il nome per iscritto.



Il numero "8" è stato modificato e ridisegnato con una forma che ricordasse la sagoma di un pesce.

**Neutraface - Bold**  
 ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ  
 abcdefghijklmnopqrstuvwxyz  
 1234567890

## SAFEGUARD THE HEARING OF THE SEAS

Il Payoff è "Safeguard the Hearing of the Seas", un chiaro riferimento a quello che è il tema principale che ha guidato l'intero progetto di tesi, ovvero l'inquinamento acustico marino e la salvaguardia dell'udito delle specie marine.

### Colori



#### Acquamarine

HEX: #28565a

R 15.69% G 33.73% B 35.29%



#### Ocean Crest

HEX: #d6ddd

R 83.9% G 86.7% B 86.7%



#### Verde bluastro

HEX: #1f3a3d

R 12.16% G 22.75% B 23.92%

## **Sitografia e Bibliografia**

- GESAMP (*Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection*)
- Progetto "Sordo come un pesce" Università di Trieste e Vienna, Riserva marina WWF di Miramare
- *The Impact of Ocean Noise Pollution on Marine Biodiversity*, 2008
- *Linee guida per lo studio e la regolamentazione del rumore di origine antropica introdotto in mare e nelle acque interne*
- *A synthesis of two decades of research documenting the effects of noise on wildlife* Graeme Shannon, 2016
- Hildebrand, J. A. (2009). *Anthropogenic and natural sources of ambient noise in the ocean*
- "Effetti interattivi e cumulativi di più fattori di stress umani nei sistemi marini" Caitlin Mullan Crain, Kristy Kroeker, Benjamin S Halpern
- [www.sanctuaire-pelagos.org](http://www.sanctuaire-pelagos.org)
- *Methodological Guide, Guidance on Underwater noise mitigation measures*, Seventh Meeting of the Parties to ACCOBAMS
- *Acoustic enrichment can enhance fish community development on degraded coral reef habitat*
- *Corso Audio Multimediale - di Marco Sacco*
- [Lubell.com](http://Lubell.com)
- [CetaceanResearchTechnology.com](http://CetaceanResearchTechnology.com)
- [NAUTA.scientific.com](http://NAUTA.scientific.com)
- R1001 – THE IALA MARITIME BUOYAGE SYSTEM
- *Hydro sound emissions during impact driving of monopiles using Hydro Sound Dampers and Big Bubble Curtain*
- *Direzione generale per le valutazioni e le autorizzazioni ambientali*
- *Likely sensitivity of bottlenose dolphins to pile-driving noise*, J.A. David

## INQUINAMENTO ACUSTICO MARINO

"L'introduzione diretta o indiretta da parte umana, di sostanze o energia nell'ambiente marino (...) tali da provocare effetti deleteri quali danni alle risorse viventi, rischio per la salute umana, ostacolo alle attività marittime compresa la pesca, deterioramento della qualità dell'acqua per gli usi dell'acqua marina e riduzione delle attrattive".

(Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection)

## LA FAUNA MARINA E L'IMPORTANZA DEI "SUONI"

Il fatto che la luce si propaghi nell'acqua ad una velocità inferiore rispetto all'aria, ha avvantaggiato, in molti organismi marini, lo svilupparsi del senso dell'udito rispetto alla vista. Le specie marine sfruttano informazioni sonore per la maggior parte delle loro attività, quali ad esempio:

- La comunicazione per identificare i singoli individui;
- Mantenere la gerarchia e la coesione nel gruppo;
- Avvertire delle minacce;
- Trovare le prede;
- Rituali di accoppiamento;
- Stordire le prede con l'emissione di intense onde sonore capaci di immobilizzare i pesci;

Alterare la buona ricezione sonora può dunque mettere in pericolo la loro esistenza. I mammiferi marini (in particolare i cetacei odontoceti che utilizzano il biosonar) e molte altre specie di pesci sono quelli maggiormente colpiti dall'inquinamento acustico.

(The Impact of Ocean Noise Pollution on Marine Biodiversity, 2008)



## EFFETTI DELL'INQUINAMENTO SULLA FAUNA

Sott'acqua l'inquinamento acustico può essere così forte da generare una serie di effetti negativi come:

- Danni fisici, cambiamenti della forma fisica individuale, sordità, maggiore sensibilità a malattie;
- Problemi di orientamento, fuga dall'habitat originario, cambio delle rotte migratorie, spiaggiamenti;
- Mutazione del comportamento, compromissioni delle attività riproduttive;
- Interruzione di canali relazionali, problemi di alimentazione;

Negli ultimi dieci anni, le ricerche svolte hanno dimostrato che alcune forme di rumore oceanico possono uccidere, ferire e causare la sordità di balene, di altri mammiferi marini e diverse specie di pesci.

(A synthesis of two decades of research documenting the effects of noise on wildlife Graeme Shannon, 2016)



## RUMORE ANTROPOGENICO

Il rumore prodotto dalle attività dell'uomo si sovrappone ai suoni biologici, mascherandoli e, di fatto, rendendoli incomprensibili alle specie acquatiche. Tra le attività umane più rumorose per il mondo sottomarino ci sono:

- Rilevamenti sismici;
- Attività militari;
- Traffico di barche e navi;
- Esplorazione petrolifera e del gas, siti di produzione di altre materie prime;
- Dragaggio;
- Attività edilizie costiere ed offshore.

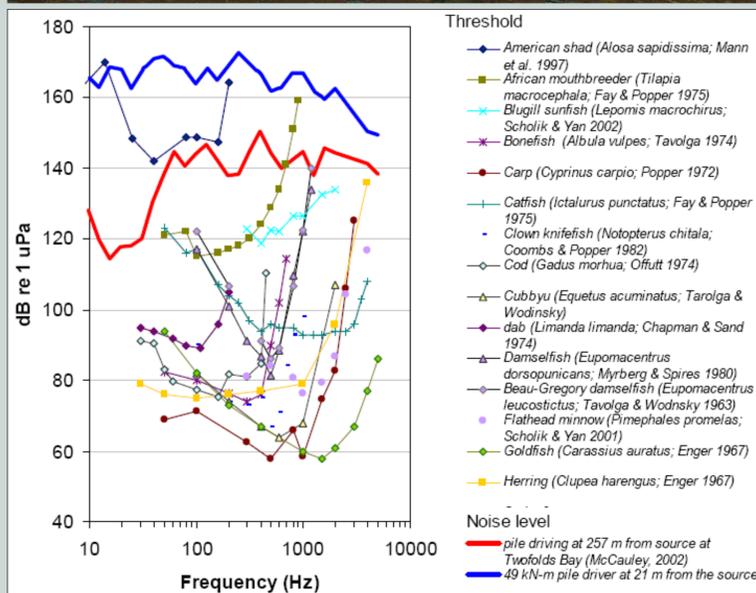
(Hildebrand, J. A. (2009). Anthropogenic and natural sources of ambient noise in the ocean)

## PILE DRIVING

L'impatto del pile driving risulta sostanzialmente in un incremento di rumore dovuto alla propagazione di energia nella colonna d'acqua e nel substrato. Uno studio<sup>1\*</sup> volto a determinare la sensibilità dei tursiopi a operazioni di pile driving ha dimostrato che il rumore prodotto da tali operazioni è capace di mascherare i suoni a bassa frequenza emessi dai cetacei (whistles) fino a 40 km di distanza mentre i suoni ad alta frequenza (clicks) utilizzati per l'ecolocalizzazione possono subire l'effetto masking fino a una distanza di circa 6 km dalla sorgente. Uno studio condotto nel 2002 in Mar Ligure<sup>2\*</sup> volto a verificare gli eventuali effetti delle attività di pile driving sulla balenottera comune (Balaenoptera physalus), ha ampiamente dimostrato come tali rumori portino i cetacei ad evitare l'area per un periodo di tempo piuttosto lungo anche dopo la cessazione dei lavori.

<sup>1\*</sup> (Likely sensitivity of bottlenose dolphins to pile-driving noise, J.A. David, 2006)

<sup>2\*</sup> (Linee guida per lo studio e la regolamentazione del rumore di origine antropica introdotto in mare e nelle acque interne, 2007)



Audiogramma di diverse specie di pesci (da Nedwell et al. 2004) sovrapposti allo spettro misurato in bande di un martello 49 kNm registrato a 257m dalla sorgente (McCauley 2002) e da 2 m. Fonte: Salgado Kent et al., 2009.

# SEAULOR

SAFEGUARD THE HEARING OF THE SEAS



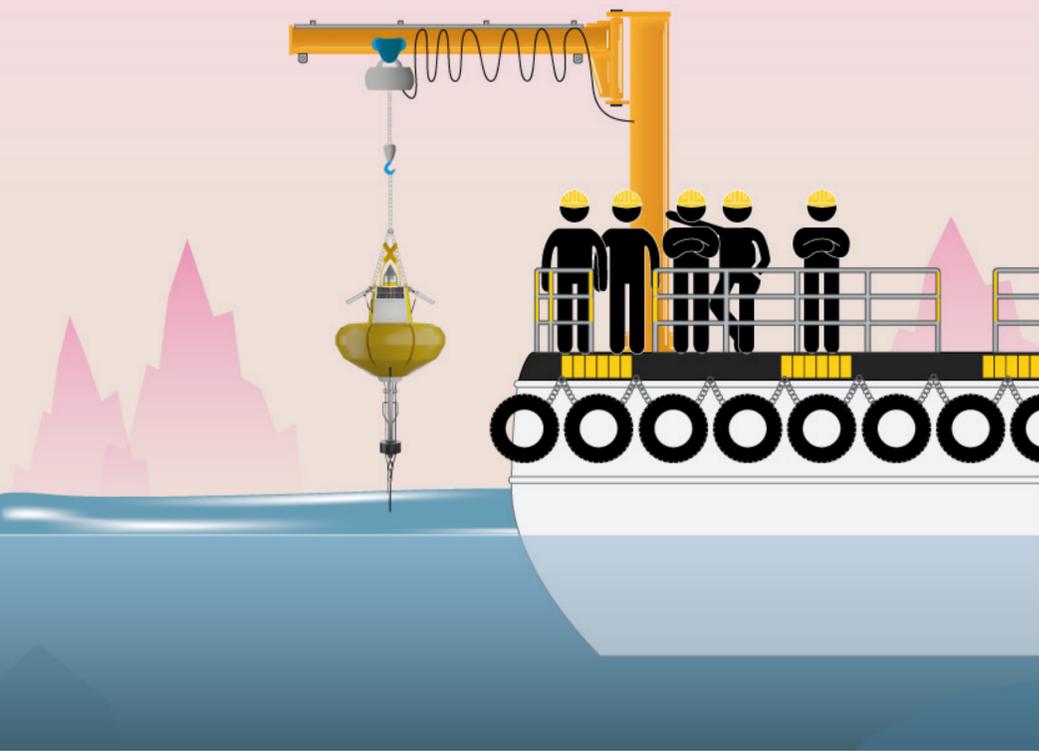
## SEAULOR

È una sistema che nasce in sostituzione alle attività di **soft-start** dei **pile driver**. Tramite **suoni naturali** pre-registrati, allerta ed allontana le specie marine affinché **evitino i danni** derivanti dal rumore dei cantieri. Finiti i lavori, tramite **suoni di aree marine vive e in salute**, attira i pesci nell'area interessata per **evitarne la desertificazione**. Attraverso un **idrofono**, inoltre, monitora costantemente il rumore derivante dalle attività di cantiere.

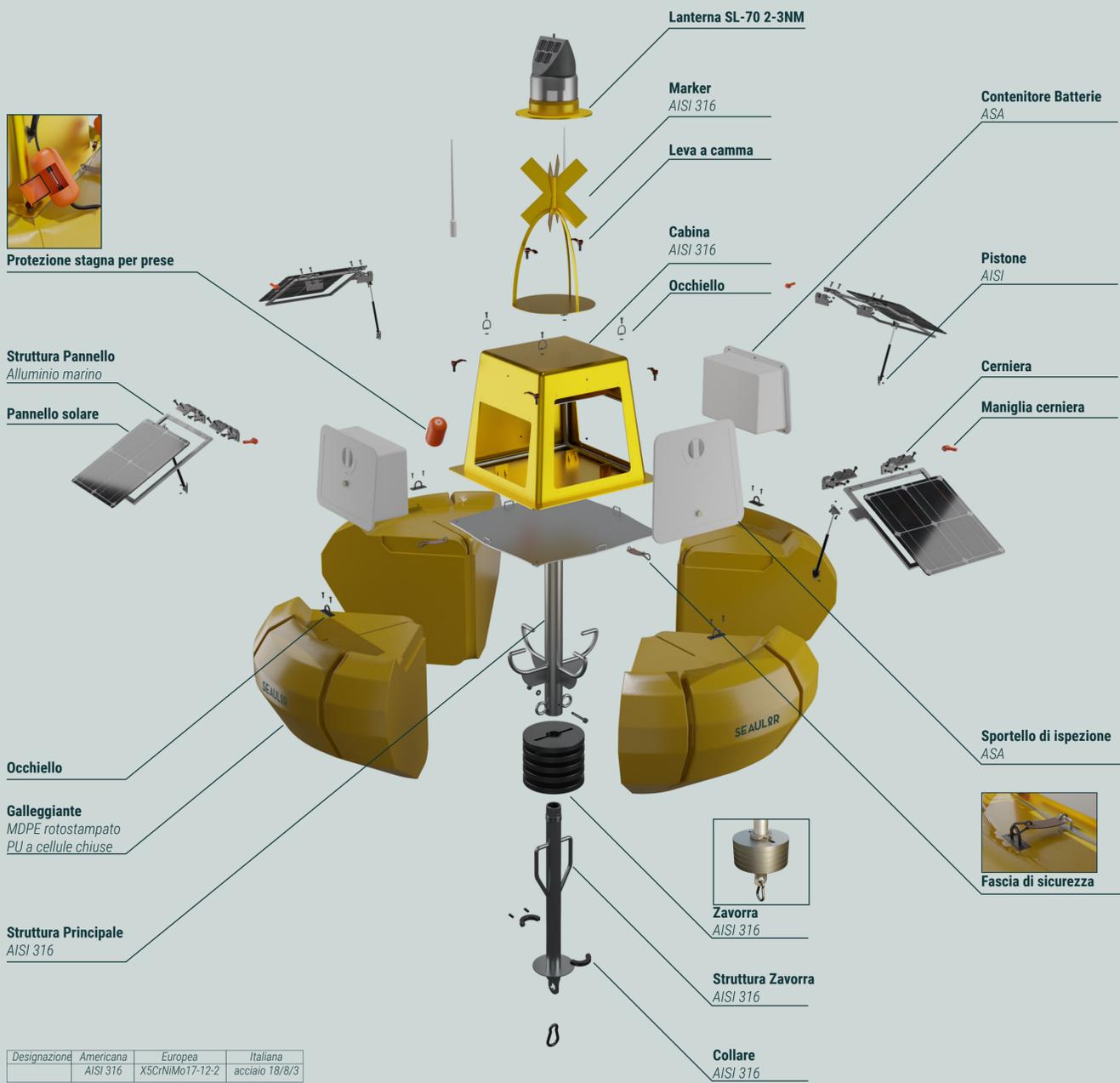
# OPERAZIONI DI MANUTENZIONE

Le operazioni di manutenzione vengono generalmente svolte a bordo di piattaforme molto grandi che consentono di ospitare gru di altrettante dimensioni. Questo perché viene imbarcata la boa nella sua interezza, compresa di ancora, dunque un peso maggiore, il che comporta l'impiego di un maggior numero di operai ed un ingombro di spazio notevole a bordo.

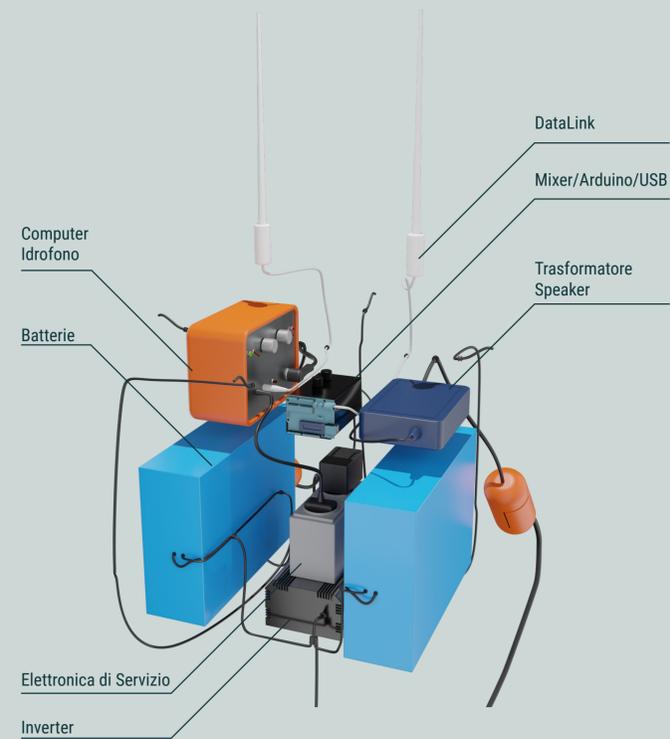
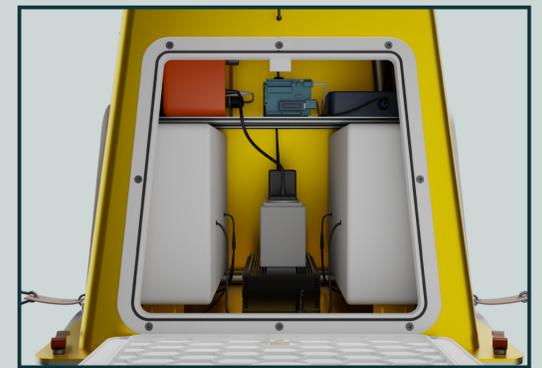
Con SEAUL8R è possibile separare la strumentazione, posta all'interno della cabina, dal resto della boa. Questo consente di portare a bordo solo la cabina senza dover levare l'ancora, utilizzando una barca, anche di ridotte dimensioni, che sia fornita di gru. Riducendo l'ingombro ed il peso da imbarcare, quest'operazione può essere svolta anche da un singolo operaio o da MMO-PAM.



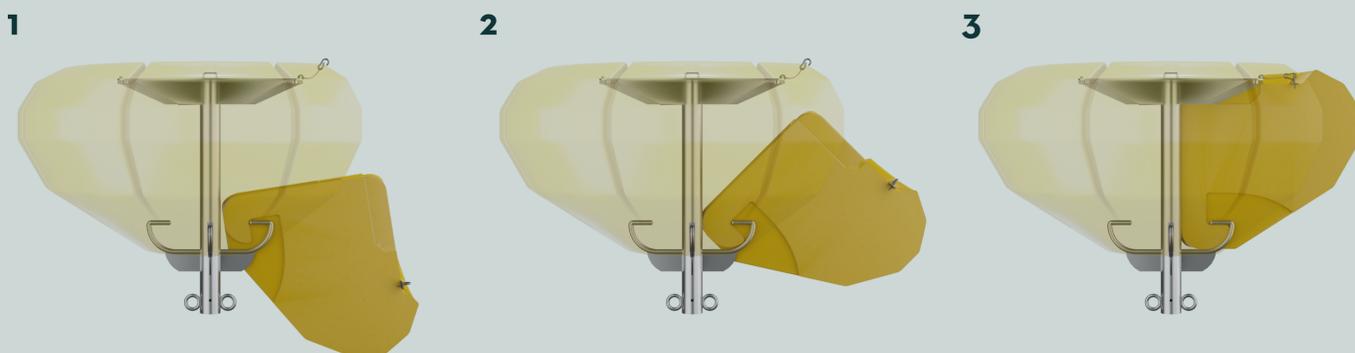
## ESPLOSO DEI COMPONENTI



## STRUMENTAZIONE INTERNA



## MONTAGGIO GALLEGGIANTE



## SOFTWARE

