



Enel Longanesi
Developments Srl

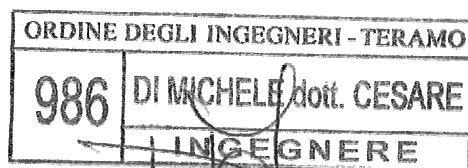
DOCUMENT TITLE

*Istanza
di Permesso di Ricerca di Idrocarburi in Mare
"d 79 F.R – .EN"
Progetto Definitivo*

Mare Ionio


***Istanza
di Permesso di Ricerca di Idrocarburi in Mare
"d 79 F.R – .EN"***

Progetto Definitivo



	PL014		Doc. n. PL014 D0000VRL01		
	00	Febbraio 2013	Marinelli A.	Di Michele C.	Palozzo W.
	REV.	DATA	ELABORATO	Verificato	Approvato

00	Emissione	PROGER	ENEL Longanesi Developments	ENEL Longanesi Developments	Febbraio 2013
REV.	DESCRIZIONE	PREPARATO	VERIFICATO	APPROVATO	DATA

 Enel Longanesi Developments Srl	DOCUMENT TITLE	DOCUMENT NO.	SHEET / OF
	<i>Istanza di Permesso di Ricerca di Idrocarburi in Mare "d 79 F.R – .EN" Progetto Definitivo</i>	PL014 D0000VRL01	2 / 26

INDICE

1	PREMESSA.....	3
1.1	UBICAZIONE GEOGRAFICA DELL'AREA DI INTERVENTO	3
2	CARATTERISTICHE DEL PROGETTO	5
2.1	SOGGETTO PROPONENTE	5
2.2	DATI CARATTERISTICI DEL PERMESSO DI RICERCA	5
2.3	INQUADRAMENTO GEOLOGICO E OBIETTIVI DELLA RICERCA	5
2.3.1	Temi di ricerca	8
2.4	DESCRIZIONE DEL PROGRAMMA LAVORI.....	9
2.5	DESCRIZIONE DELLE TECNOLOGIE DI RICERCA.....	10
2.5.1	Prospezione mediante Indagine Geofisica	10
2.5.2	Generazione di Segnali sismici – Sismica a Riflessione	11
2.5.3	Tipologia delle sorgenti di propagazione	14
2.6	TECNOLOGIE ADOTTATE NELLA PROSPEZIONE SISMICA OFFSHORE.....	15
2.6.1	Navi per la prospezione sismica a mare	15
2.6.2	Tipologia delle attrezzature di registrazione	18
2.6.3	Sorgente di energizzazione: l'airgun	21
2.6.4	Parametri operativi di progetto per acquisizione sismica con airgun.....	24
2.6.5	Modalità operative e tempi di esecuzione.....	26
2.7	EVENTUALI OPERE DI RIPRISTINO.....	26

 Enel Longanesi Developments Srl	DOCUMENT TITLE	DOCUMENT NO.	SHEET / OF
	<i>Istanza di Permesso di Ricerca di Idrocarburi in Mare "d 79 F.R – .EN" Progetto Definitivo</i>	PL014 D0000VRL01	3 / 26

1 PREMESSA

L'istanza del Permesso di Ricerca denominata "d 79 F.R.-EN", presentata al Ministero dello Sviluppo Economico in data 24/03/2011 è stata sottoposta al parere del CIRM con esito favorevole. Il presente elaborato descrive, oltre ad un inquadramento territoriale dell'area oggetto di studio, gli obiettivi previsti e le fasi operative dell'attività proposta, fornendo un quadro delle caratteristiche tecnico – fisiche del progetto e le esigenze di utilizzazione dello specchio d'acqua prospiciente il Golfo di Taranto.

1.1 UBICAZIONE GEOGRAFICA DELL'AREA DI INTERVENTO

L'istanza di Permesso di Ricerca ubicata nel Mar Ionio, in "Zona F", è caratterizzata da un'estensione areale di circa 748,7 Km² (Figura 1.1; *Allegato 01 – Inquadramento Territoriale; Allegato 02 - Ortofotocarta*) ed è ubicata ad oltre 12 miglia nautiche dalla costa; il punto del blocco, più vicino alla costa si trova a circa 17 miglia nautiche da Gallipoli.

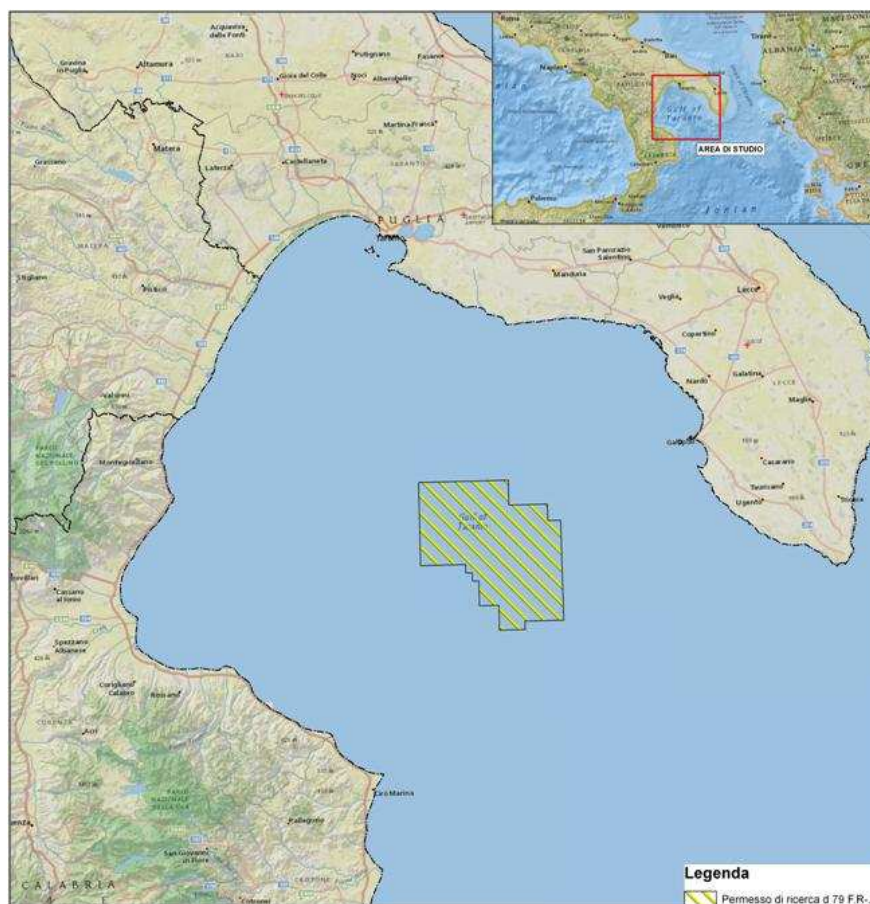



Figura 1.1 – Inquadramento territoriale

 Enel Longanesi Developments Srl	DOCUMENT TITLE	DOCUMENT NO.	SHEET / OF
	<i>Istanza di Permesso di Ricerca di Idrocarburi in Mare "d 79 F.R – .EN" Progetto Definitivo</i>	PL014 D0000VRL01	4 / 26

La profondità delle acque va da un minimo di circa 700 metri fino ad un massimo di circa 1800 metri.

Il progetto in esame prevede l'operazione di acquisizione sismica a mare attraverso strumentazione idonea all'identificazione di eventuali orizzonti mineralizzati.

L'attività proposta ha carattere temporaneo e non prevede in alcun modo la realizzazione di opere permanenti sia in mare che a terra; terminata l'attività di indagine sismica, tutte le apparecchiature utilizzate saranno issate a bordo e sul posto non verrà lasciato alcun tipo di strumentazione.

 Enel Longanesi Developments Srl	DOCUMENT TITLE	DOCUMENT NO.	SHEET / OF
	<i>Istanza di Permesso di Ricerca di Idrocarburi in Mare "d 79 F.R – .EN" Progetto Definitivo</i>	PL014 D0000VRL01	5 / 26

2 CARATTERISTICHE DEL PROGETTO

2.1 SOGGETTO PROPONENTE

Soggetto proponente del progetto in esame è ENEL Longanesi Developments:

Nome istanza	<i>d 79 F.R-.EN</i>
Tipo di istanza	<i>Permesso di Ricerca in Mare</i>
Data di presentazione	<i>24/03/2011</i>
Superficie	<i>748,7 Km^q</i>

2.2 DATI CARATTERISTICI DEL PERMESSO DI RICERCA

L'area oggetto di istanza di permesso di ricerca per idrocarburi gassosi denominata "d 79 F.R-.EN" è compresa all'interno delle seguenti coordinate:

Vertice	Longitudine	Latitudine
<i>a</i>	<i>17° 16'</i>	<i>39° 59'</i>
<i>b</i>	<i>17° 30'</i>	<i>39° 59'</i>
<i>c</i>	<i>17° 30'</i>	<i>39° 56'</i>
<i>d</i>	<i>17° 36'</i>	<i>39° 56'</i>
<i>e</i>	<i>17° 36'</i>	<i>39° 54'</i>
<i>f</i>	<i>17° 38'</i>	<i>39° 54'</i>
<i>g</i>	<i>17° 38'</i>	<i>39° 42'</i>
<i>h</i>	<i>17° 32'</i>	<i>39° 42'</i>
<i>i</i>	<i>17° 32'</i>	<i>39° 41'</i>
<i>l</i>	<i>17° 28'</i>	<i>39° 41'</i>
<i>m</i>	<i>17° 28'</i>	<i>39° 44'</i>
<i>n</i>	<i>17° 25'</i>	<i>39° 44'</i>
<i>o</i>	<i>17° 25'</i>	<i>39° 47'</i>
<i>p</i>	<i>17° 24'</i>	<i>39° 47'</i>
<i>q</i>	<i>17° 24'</i>	<i>39° 48'</i>
<i>r</i>	<i>17° 23'</i>	<i>39° 48'</i>
<i>s</i>	<i>17° 23'</i>	<i>39° 49'</i>
<i>t</i>	<i>17° 16'</i>	<i>39° 49'</i>

2.3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E OBIETTIVI DELLA RICERCA

L'area oggetto di istanza di permesso di ricerca per idrocarburi gassosi denominata "d 79 F.R-.EN" è ubicata nel Golfo di Taranto, confinato dalla Calabria, dalla Basilicata e dalla Puglia, in zona "F", ad una distanza minima dalla costa pari a 35 km (Figura 2.1).


 Enel Longanesi Developments Srl	DOCUMENT TITLE	DOCUMENT NO.	SHEET / OF
	<i>Istanza di Permesso di Ricerca di Idrocarburi in Mare "d 79 F.R – .EN" Progetto Definitivo</i>	PL014 D0000VRL01	6 / 26



Figura 2.1 - Istanza di permesso di ricerca "d 79 F.R.-EN": ubicazione geografica.

L'area confina a nord con l'istanza di permesso di ricerca *d 67 F.R.-AG* (ENI), ad ovest con l'istanza di permesso di ricerca *d 73 F.R.-SH* (Shell) e a sud-ovest con l'istanza di permesso di ricerca *d 77 F.R.-NP* (Northern Petroleum) (Figura 2.2).

 Enel Longanesi Developments Srl	DOCUMENT TITLE	DOCUMENT NO.	SHEET / OF
	<i>Istanza di Permesso di Ricerca di Idrocarburi in Mare "d 79 F.R – .EN" Progetto Definitivo</i>	PL014 D0000VRL01	7 / 26

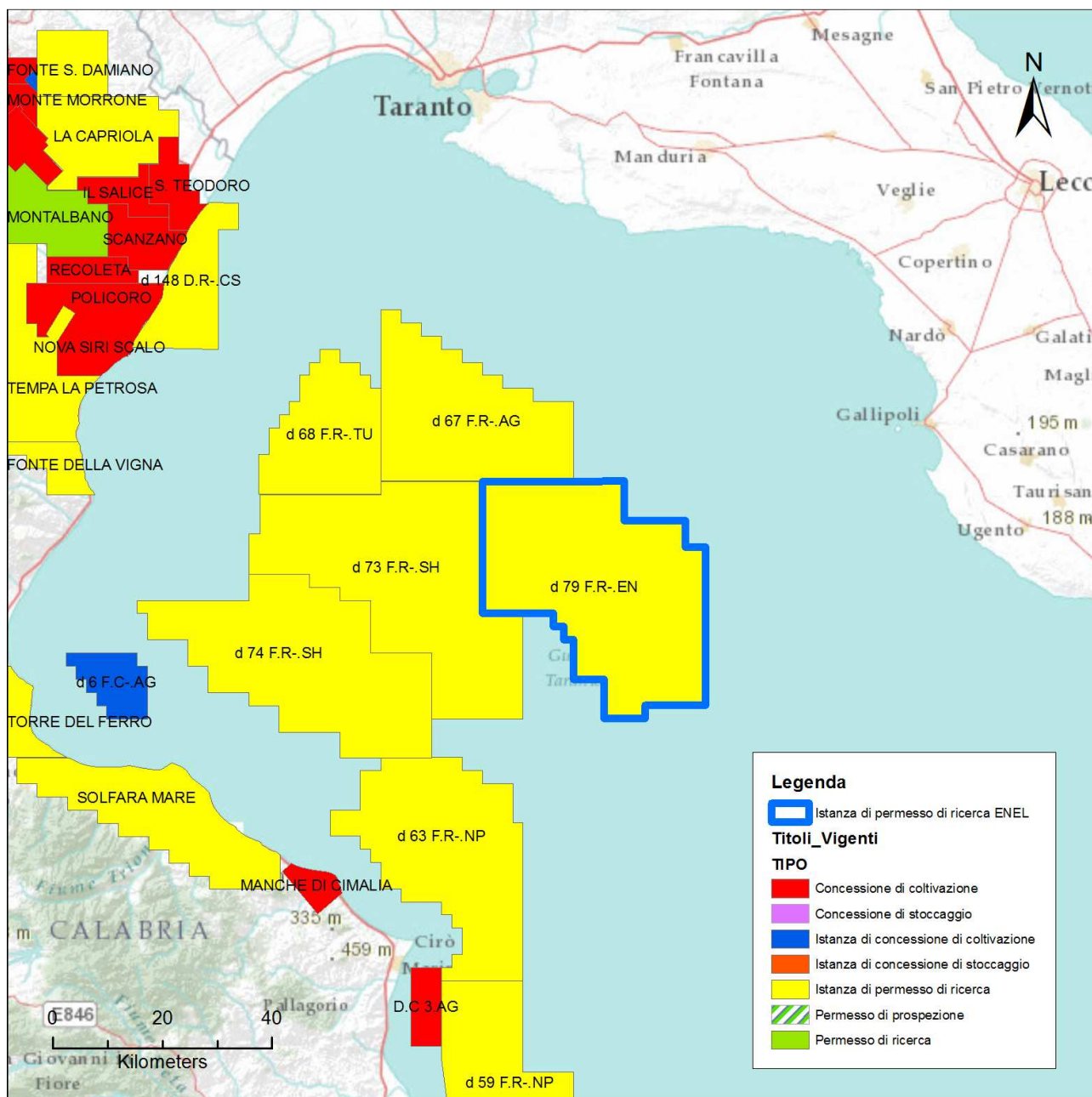



Figura 2.2 - Titoli minerari/permessi confinanti con l'area oggetto di istanza "d 79 F.R.-EN".

La sua estensione complessiva è pari a 74.870 ettari ed è caratterizzata da una profondità d'acqua compresa tra 800 m e 1800 m.

	DOCUMENT TITLE	DOCUMENT NO.	SHEET / OF
	<i>Istanza di Permesso di Ricerca di Idrocarburi in Mare "d 79 F.R – .EN" Progetto Definitivo</i>	PL014 D0000VRL01	8 / 26

L'esplorazione di quest'area, in particolare del margine orientale della Calabria, è iniziata a partire dagli anni 50', ma è al 1971 che risale la scoperta del giacimento di Luna, uno dei maggiori campi a gas metano in Italia.

Gli interessi minerari nell'area di istanza sono di due tipi: *uno superficiale* relativo alla ricerca di gas termogenico in trappole strutturali/miste presenti nella sequenza terrigena miocenica (Miocene inferiore-medio); *uno più profondo*, sempre a gas termogenico, relativo all'esplorazione di trappole strutturali nella piattaforma Apula (Cretacico superiore).

2.3.1 Temi di ricerca

L'area di istanza "d 79 F.R-.EN" presenta due potenziali temi di ricerca (Figura 2.3), uno nella sequenza terrigena miocenica (Miocene medio - Formazione di San Nicola) e uno nella Piattaforma Apula (Cretacico superiore) che si immerge al di sotto delle coltri alloctone appenniniche e calabridi. In entrambi i casi le mineralizzazioni previste sono costituite da gas metano termogenico.

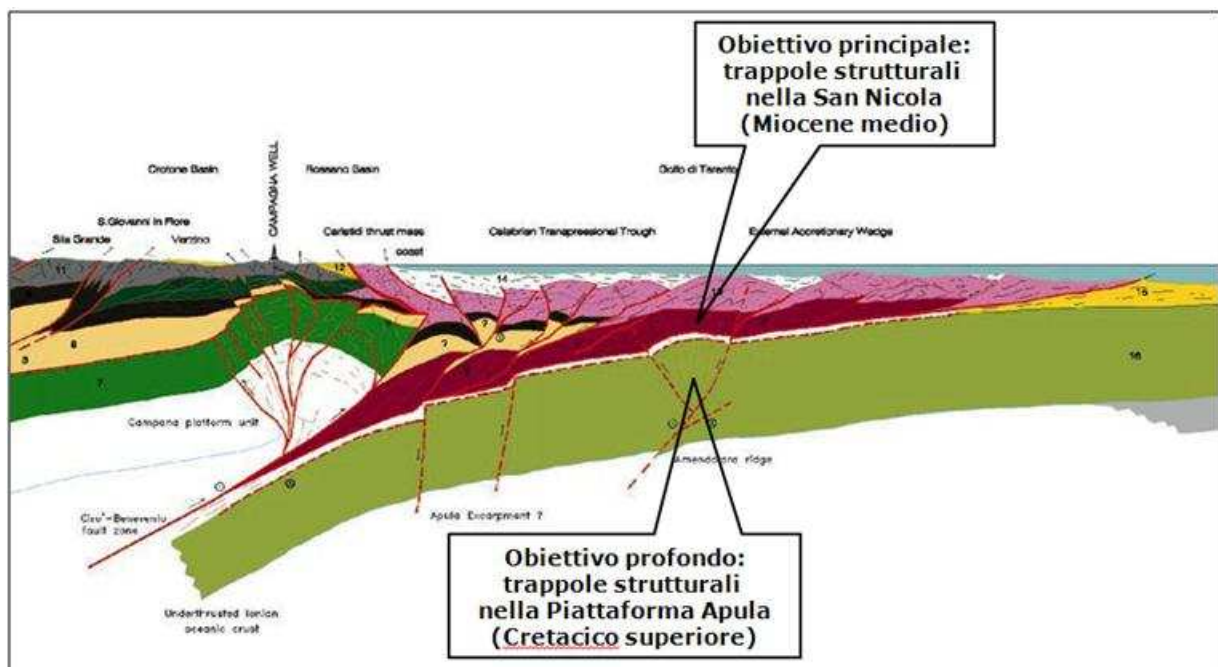



Figura 2.3 - Obiettivi minerari nell'area di istanza "d.79 F.R-.EN".

 Enel Longanesi Developments Srl	DOCUMENT TITLE	DOCUMENT NO.	SHEET / OF
	<i>Istanza di Permesso di Ricerca di Idrocarburi in Mare "d 79 F.R – .EN" Progetto Definitivo</i>	PL014 D0000VRL01	9 / 26

2.3.1.1 Obiettivo superficiale

Nell'area dell'istanza "d 79.F.R-.EN" l'obiettivo di ricerca superficiale è rappresentato dalla esplorazione della formazione di San Nicola (sequenza terrigena del Serravalliano-Tortoniano) al di sotto delle Unità Alloctone Calabre dove, a profondità di circa 3.000 m, si ipotizzano trappole prevalentemente strutturali che possono contenere gas metano termo genico.

2.3.1.2 Obiettivo profondo

L'obiettivo profondo è invece rappresentato dalla esplorazione della porzione post cenomaniana della Piattaforma Carbonatica Apula che rappresenta il substrato dell'avanfossa.

La *source rock* è costituita dalle marne calcaree lagunari del Cenomaniano. Dato che il top del Cretacico nell'area di interesse è prevedibile attorno ai 5.000 m di profondità, la roccia madre cenomaniana è ipotizzabile ad una profondità prossima ai 6.000 m.

Considerando un gradiente geotermico normale (30°C/km), si può affermare che la temperatura alla quale si trova attualmente la roccia madre si aggira, verosimilmente, attorno ai 180°C quindi al di sotto del limite inferiore della *oil window*, nella zona di produzione del gas metano termogenico.


2.4 DESCRIZIONE DEL PROGRAMMA LAVORI

Il programma lavori che si intende realizzare è finalizzato ad ottenere, nel rispetto della salvaguardia ambientale, una chiara valutazione del potenziale minerario del sottosuolo dell'area in istanza.

Tale programma comprenderà studi geologici di carattere regionale e locale e sarà legato alla ricerca, nell'area in esame, di possibili mineralizzazioni a gas all'esecuzione di una campagna esplorativa, attraverso l'acquisizione di dati sismici, e la loro successiva interpretazione ed integrazione con i dati già in possesso.

L'acquisizione sismica prevede di eseguire, nell'area oggetto di istanza di permesso di ricerca, un eventuale rilievo sismico 3D di ca. 350 km².

L'ubicazione dell'area del rilievo all'interno del titolo dipenderà dall'interpretazione dei dati 2D che verrà effettuata su dati già acquisiti nell'area. Per quanto riguarda i tempi di esecuzione, si prevede per l'acquisizione sismica in progetto una durata totale di sei settimane.

 Enel Longanesi Developments Srl	DOCUMENT TITLE	DOCUMENT NO.	SHEET / OF
	<i>Istanza di Permesso di Ricerca di Idrocarburi in Mare "d 79 F.R – .EN" Progetto Definitivo</i>	PL014 D0000VRL01	10 / 26

2.5 DESCRIZIONE DELLE TECNOLOGIE DI RICERCA

2.5.1 Prospezione mediante Indagine Geofisica

I metodi geofisici sono metodi di prospezione basati sull'applicazione di principi fisici e sullo studio della geologia del sottosuolo, con un limitato impatto sull'ambiente.

In mare sono impiegati nel campo della prospezione geosismica finalizzata alla ricerca di idrocarburi, in quanto affidabili ed in grado di determinare l'andamento strutturale e stratigrafico di un'intera serie sedimentaria.

Si basano su fenomeni di riflessione e rifrazione delle onde elastiche generate da una sorgente artificiale, la cui velocità di propagazione dipende dal tipo di roccia, ed è variabile tra 1.500 m/s e 7.000 m/s.

Una sorgente artificiale dà luogo ad un'onda d'urto che si propaga nel sottosuolo; quando incontra una superficie di discontinuità, ossia di separazione tra due strati elasticamente diversi, cioè a diversa impedenza acustica, l'onda, a seconda dell'angolo di incidenza con tale superficie, può riflettersi totalmente verso l'alto o può in parte penetrare nel mezzo sottostante, rifrangendosi, e in parte riflettersi verso l'alto. Tali metodi si basano sui diversi tempi di propagazione delle onde elastiche nei vari tipi di rocce e che permettono, opportunamente interpretati unitamente a tutti i dati geologici disponibili, di ricostruire le successioni litologiche, le profondità ed il loro assetto tettonico - strutturale.

A seconda di quale tipo di onde si voglia analizzare si avranno metodi di sismica, a riflessione o a rifrazione, che differiscono nella diversa disposizione dei recettori superficiali rispetto alla sorgente sismica di emissione.

Le metodologie complementari utilizzate più frequentemente sono: la gravimetria, la magnetometria e, data la crescente attendibilità legata a programmi di elaborazione sempre più sofisticati e precisi, la magnetotellurica.

Le prospezioni geofisiche sono metodologie di indagine essenziali per le ricerche geologiche, eco-compatibili e, per questo, molto diffuse in tutto il mondo ed in ogni tipo di ambiente naturale. Le perturbazioni ambientali caratteristiche di questi tipi di rilievo sono molto limitate nello spazio e nel tempo, principalmente legate alla sorgente di energizzazione, mentre le operazioni di ripristino sono molto semplici.

 Enel Longanesi Developments Srl	DOCUMENT TITLE	DOCUMENT NO.	SHEET / OF
	<i>Istanza di Permesso di Ricerca di Idrocarburi in Mare "d 79 F.R – .EN" Progetto Definitivo</i>	PL014 D0000VRL01	11 / 26

Tra i diversi metodi geofisici, **l'indagine sismica a riflessione** è quella capace di fornire un'immagine del sottosuolo maggiormente dettagliata ed attendibile, di fatti è stata ed è comunemente utilizzata per la ricerca di idrocarburi.

Vengono generate meccanicamente onde a bassa energia da fonte sonora e, in caso di indagini offshore, direzionate verso il fondale. Una parte di questa energia viene riflessa verso la superficie in maniera diversa a seconda della costituzione dei differenti strati sedimentari di roccia sotto la superficie terrestre. L'onda riflessa viene catturata da un ricevitore, idrofono, che trasmette ad un misuratore, posto a bordo dell'imbarcazione per la ricerca, il quale registra accuratamente le caratteristiche dell'onda e il tempo necessario alla stessa per attraversare diversi strati della crosta terrestre e tornare in superficie. Queste registrazioni vengono analizzate, trasformate in immagini e danno come output un'immagine della costituzione e della natura dello strati sotto la superficie della crosta.

2.5.2 Generazione di Segnali sismici – Sismica a Riflessione

La crosta terrestre è costituita da strati rocciosi caratterizzati da proprietà fisiche differenti (elasticità, rigidità, densità, porosità), in relazione alla struttura interna ed alla composizione mineralogica e dei fluidi che li permeano. Le proprietà che dipendono maggiormente da queste variazioni sono quelle elastiche (compressibilità e rigidità) le quali sono legate alla velocità di propagazione delle onde sismiche. Quando un gruppo di onde elastiche viene prodotto in prossimità della superficie terrestre, esso si propaga nel sottosuolo fino ad incontrare una superficie di discontinuità, quale un piano di stratificazione oppure una frattura degli strati rocciosi. A questo punto le onde, seguendo le leggi fisiche, subiscono una ripartizione dell'energia; parte dell'onda incidente viene riflessa da questa discontinuità, parte continua il suo percorso in profondità, fino ad incontrare discontinuità sempre più profonde e subire lo stesso processo.

Il metodo sismico a riflessione consiste nel captare, tramite appositi sensori noti con il nome di geofoni, i gruppi di onde riflesse dalle varie superfici di discontinuità, registrando il tempo necessario all'onda elastica indotta artificialmente per tornare alla superficie del suolo.

 Enel Longanesi Developments Srl	DOCUMENT TITLE	DOCUMENT NO.	SHEET / OF
	<i>Istanza di Permesso di Ricerca di Idrocarburi in Mare "d 79 F.R – .EN" Progetto Definitivo</i>	PL014 D0000VRL01	12 / 26

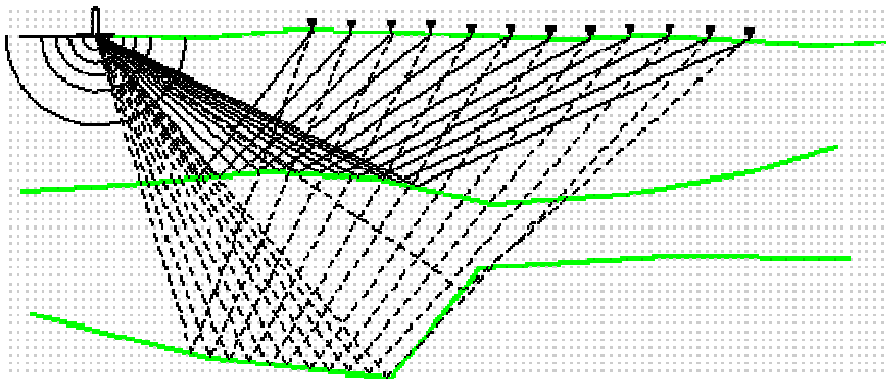


Figura 2.4 - Stendimento a riflessione e percorso delle onde sismiche

L'elaborazione di questi tempi di percorso consente, in funzione del tempo di registrazione, di ricostruire un'immagine delle principali strutture del sottosuolo fino a profondità di alcuni chilometri.

Per esplicitare brevemente il concetto, si consideri ipoteticamente un profilo di lunghezza L tra la sorgente di energia e l'ultimo idrofono dello stendimento. Se energizzato, l'impulso coprirà soltanto una lunghezza pari a $L/2$ su ciascun orizzonte riflettente parallelo alla superficie del suolo. Ciò significa che per ogni profilo sarà necessario disporre di almeno due sorgenti di energia per avere una copertura completa (100%) degli orizzonti riflettenti.

Ogni elemento delle superfici sarà perciò "illuminato" una volta, ma sarà energizzato l'intero profilo di lunghezza L .

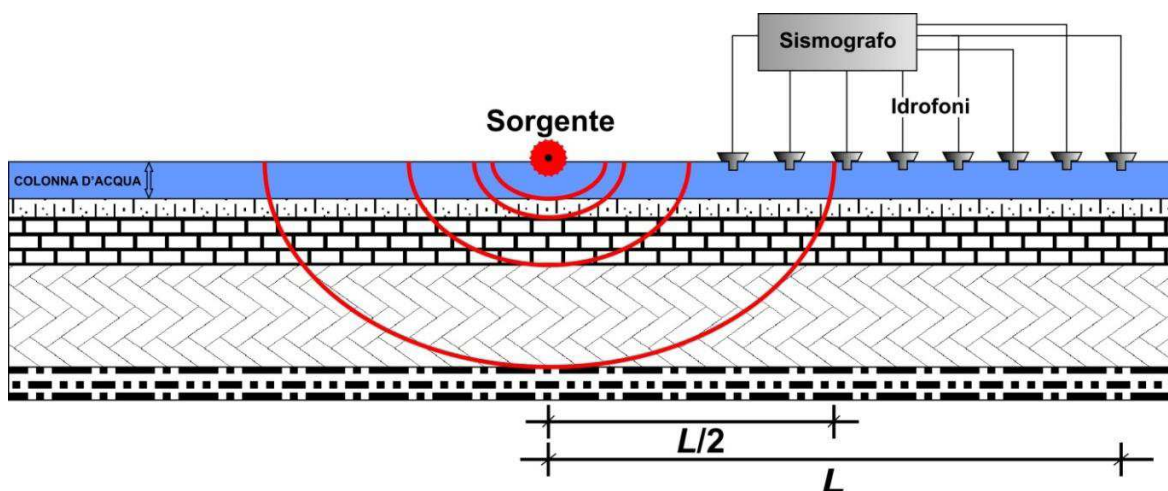



Figura 2.5 - Schema esemplificativo di uno stendimento sismico in mare energizzato da una fonte distante L dall'ultimo idrofono

 Enel Longanesi Developments Srl	DOCUMENT TITLE	DOCUMENT NO.	SHEET / OF
	<i>Istanza di Permesso di Ricerca di Idrocarburi in Mare "d 79 F.R – .EN" Progetto Definitivo</i>	PL014 D0000VRL01	13 / 26

La qualità dei dati ottenuti, dipende non solo dall'elaborazione successiva, ma anche da una serie di parametri di acquisizione scelti ad hoc.

I parametri di acquisizione da definire si possono riassumere come segue:

- lunghezza della registrazione, ossia il tempo di ascolto del sismografo, sufficiente ad esaurire la ricezione di ogni informazione di interesse;
- passo di campionamento, cioè il tempo di acquisizione di un singolo valore la cui sequenza costituisce la forma d'onda; non deve essere superiore alla metà del periodo della più alta frequenza contenuta nel segnale;
- distanza fra sorgente e geofono più lontano, che determina la profondità esplorata per la quale è ancora possibile una buona analisi delle velocità;
- distanza fra sorgente e geofono più vicino, la quale non deve essere troppo grande in modo da consentire una buona valutazione degli spessori e delle velocità del primo strato aerato;
- distanza tra i geofoni, dipende dai parametri precedenti e dal numero di canali disponibili sul sismografo. Quanto più breve è, tanto maggiore è la risoluzione superficiale. La simultaneità di una buona risoluzione superficiale e di una buona penetrazione in profondità, è proporzionale al numero di canali disponibile;
- filtri analogici, la miglior scelta dei filtri consente l'eliminazione dei rumori e il miglior sfruttamento della dinamica del sismografo. In particolare questo vale per la scelta del filtro passa alto.

La fase successiva di elaborazione dei dati acquisiti coinvolge aspetti come procedure matematiche, analisi delle velocità e varie correzioni, sviluppati con l'ausilio di software dedicati. Al termine delle varie fasi, si otterrà un dato "pulito" da ogni rumore di fondo o eventuali caratteristiche del terreno che disturbano il segnale in fase di acquisizione.

 Enel Longanesi Developments Srl	DOCUMENT TITLE	DOCUMENT NO.	SHEET / OF
	<i>Istanza di Permesso di Ricerca di Idrocarburi in Mare "d 79 F.R – .EN" Progetto Definitivo</i>	PL014 D0000VRL01	14 / 26

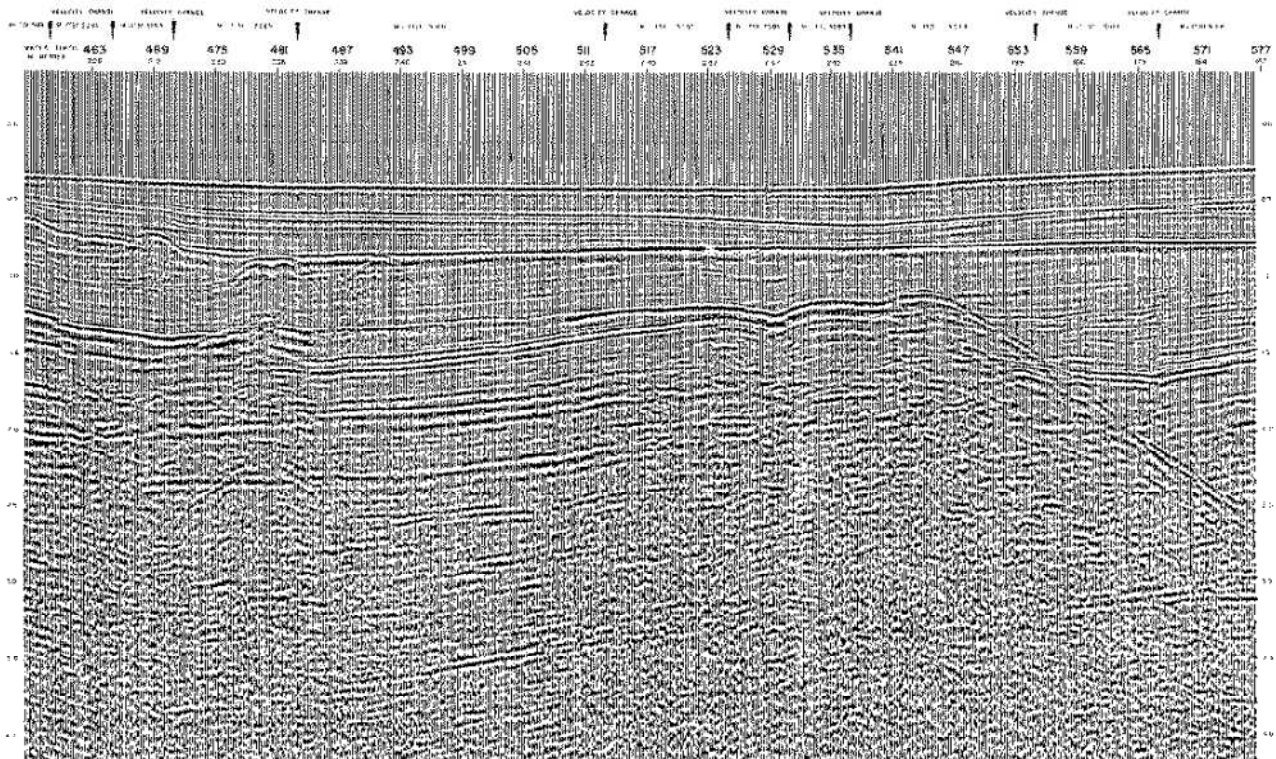


Figura 2.6 - Esempio di sezione sismica non interpretata risultante da coperture multiple

2.5.3 Tipologia delle sorgenti di propagazione

Come anticipato il segnale sismico prodotto da una sorgente di energia è un'onda elastica che penetra in un mezzo non omogeneo attraverso discontinuità litologiche che ne modificano notevolmente la struttura e la velocità di propagazione. La registrazione e il successivo esame dell'onda di ritorno in superficie permettono di compiere un'indagine indiretta sulla natura, sulla geometria e sulla profondità degli orizzonti attraversati, anche a grande distanza dalla superficie, in funzione della strumentazione e della conformazione del sottosuolo.

Le sorgenti di energia si possono così riassumere: a vapore, ad acqua, ad esplosivo, elettrica e ad aria compressa. Tutte queste tecniche sono accomunate dall'invio di un impulso di pressione che può essere di natura differente a seconda della sorgente ma che genera in acqua un'onda acustica sferica che si propaga dalla superficie del mare al fondale marino.

Per le attività di prospezioni geofisiche in mare, la scelta della sorgente di energia sismica deve tener conto che le onde elastiche, prima di penetrare nel fondale marino, devono attraversare una colonna d'acqua di altezza variabile. I dispositivi utilizzati danno luogo ad impulsi di pressione che devono fornire una quantità di energia sufficiente.

	DOCUMENT TITLE	DOCUMENT NO.	SHEET / OF
	<p align="center"><i>Istanza di Permesso di Ricerca di Idrocarburi in Mare "d 79 F.R – .EN" Progetto Definitivo</i></p>	PL014 D0000VRL01	15 / 26

Tra le diverse sorgenti di energia, la più impiegata è l'**airgun**. Tale sorgente è utilizzata in quasi tutti i rilievi sismici marini, perché la quasi totalità della sua energia è compresa nella banda delle frequenze sismiche, per la sua affidabilità e versatilità nella scelta del segnale generato e per l'assoluta sicurezza, non essendo utilizzate miscele esplosive.

2.6 TECNOLOGIE ADOTTATE NELLA PROSPEZIONE SISMICA OFFSHORE

Il sistema di rilevamento geofisico che verrà impiegato nella campagna oggetto del presente permesso di ricerca è con sorgente del tipo Air-gun. Tale sistema, consente di immettere energia a bassa intensità, nel maggiore rispetto del contesto ambientale possibile.

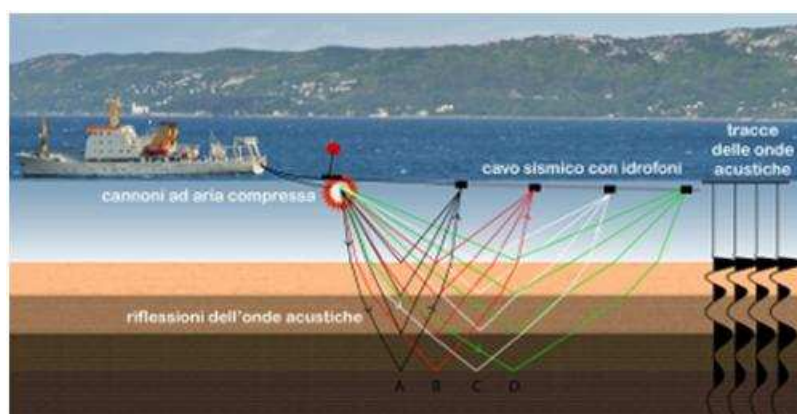


Figura 2.7 - Schema di prospezione geofisica con Air-gun (www.blublog.net)

Le componenti principali che compongono il sistema di rilevamento geofisico a mare sono:

- la nave, dotata di tutte le apparecchiature necessarie;
- il sistema di rilevamento, caratterizzato dagli idrofoni opportunamente disposti;
- il sistema di energizzazione, caratterizzato da un insieme di dispositivi air-gun;


Nei paragrafi successivi si descriveranno le componenti del sistema di rilevamento sopra esposti.

2.6.1 Navi per la prospezione sismica a mare

Il rilievo viene effettuato da una nave attrezzata, che traina via cavo sia la sorgente delle onde elastiche sia i ricevitori dell'onda riflessa (idrofoni).

La nave ospita al suo interno tutte le apparecchiature necessarie per effettuare il rilievo:

- le grandi bobine in cui è raccolto il cavo con gli idrofoni,

 Enel Longanesi Developments Srl	DOCUMENT TITLE	DOCUMENT NO.	SHEET / OF
	<i>Istanza di Permesso di Ricerca di Idrocarburi in Mare "d 79 F.R – .EN" Progetto Definitivo</i>	PL014 D0000VRL01	16 / 26

- tutti gli impianti necessari per la generazione dell' impulso elastico in mare (compressori e linee di distribuzione),
- la strumentazione per la registrazione degli idrofoni,
- le apparecchiature per una prima elaborazione,
- gli strumenti di posizionamento per la registrazione in continuo della posizione della nave stessa, nonché degli idrofoni dispiegati.

Le navi impiegate per l' acquisizione sismica sono di vario genere a seconda del contesto marino in cui si deve muovere. In questa fase di progettazione delle attività non è possibile fornire una descrizione dettagliata della nave sismica che verrà utilizzata per i rilievi; se ne fornisce di seguito, una descrizione di massima.

Nel caso del presente permesso di ricerca, data la sua posizione, sarà presumibilmente impiegata una nave per rilievi in acque profonde (*deep water*), le cui caratteristiche saranno indicativamente quelle di seguito riportate:

- lunghezza: 70-100 m
- larghezza: 12-30 m
- stazza lorda: 2000-3000 GRT
- velocità: 5-7 nodi

Le moderne navi per l'acquisizione dei dati sismici sono costruite con lo scopo di avere differenti caratteristiche tra cui gli alloggi per l'equipaggio, gli strumenti, un mini eliporto e scorta di carburanti per garantire autonomia per un lungo periodo al natante (Figura 2.8).

Il sistema principale di navigazione è collegato a un sistema di posizionamento satellitare, a un sistema radio a bussole e altre apparecchiature e monitor per il controllo della posizione della nave. Vi è inoltre un'area di lavoro per testare o riparare gli strumenti.

L'imbarcazione contiene i principali strumenti per l'acquisizione, registrazione dei dati sismici a mare, il controllo dei cavi sismici e dell'energizzazione della sorgente; l'area adibita al deposito della strumentazione varia da nave a nave ma normalmente è posta nel centro del natante, sotto il ponte principale o a poppa.


 Enel Longanesi Developments Srl	DOCUMENT TITLE	DOCUMENT NO.	SHEET / OF
	<i>Istanza di Permesso di Ricerca di Idrocarburi in Mare "d 79 F.R – .EN" Progetto Definitivo</i>	PL014 D0000VRL01	17 / 26



Figura 2.8 - Esempio di nave per acquisizione sismica (fonte: www.nauticexpo.it)

La poppa è un'area che ha come scopo: la conservazione, il dispiegamento e il recupero della strumentazione posta in mare.

Nella cabina di comando si trovano le apparecchiature per la navigazione e il posizionamento della nave. Questo generalmente coinvolge il sistema di boe che contengono gli strumenti per la navigazione. Le boe di coda sono attaccate alle estremità di ogni cavo sismico nel punto più lontano dalla nave. Boe aggiuntive possono essere attaccate alla sorgente di energizzazione o ai mezzi di traino del cavo.

Un'area della nave accoglie i motori e i compressori che forniscono le pressioni richieste (intorno a 2000 psi) alle batterie di *airgun* (*array*). I compressori sono capaci di ricaricare gli *airgun* rapidamente e in modo continuo, permettendo agli *array* di essere caricati ogni 10-15 secondi circa, mentre l'impulso dura un tempo brevissimo (2 millisecondi). Quest'area è sotto il controllo dei meccanici.

Il numero di persone che compongono l'equipaggio di questo tipo di navi può raggiungere le cinquanta unità.

All'interno della nave sismica ha sede la sala di controllo e registrazione, in cui sono immagazzinati tutti i dati rilevati dagli idrofoni, dalle bussole magnetiche, dai sistemi di posizionamento. In questa

	DOCUMENT TITLE	DOCUMENT NO.	SHEET / OF
	<i>Istanza di Permesso di Ricerca di Idrocarburi in Mare "d 79 F.R – .EN" Progetto Definitivo</i>	PL014 D0000VRL01	18 / 26

sala vengono anche gestiti gli *airgun* e tutte le apparecchiature di servizio. A bordo della nave è possibile già fare un'analisi preliminare dei dati acquisiti.

La nave sismica viene supportata da una o due navi d'appoggio con il compito di controllare le attrezzature trainate, verificare le condizioni ambientali e risolvere qualsiasi problema logistico o far fronte alle eventuali richieste da parte della nave sismica.

2.6.2 Tipologia delle attrezzature di registrazione

L'attrezzatura di rilevamento è costituita da vari elementi differenti quali gli **idrofoni** e il **cavo sismico (streamer)**.

L'idrofono è un trasduttore elettroacustico sensibile alle variazioni di pressione del mezzo fluido nel quale è immerso, utilizzato per rilevare onde sismiche (in particolare onde di pressione assimilabili alle onde acustiche) e determinare la direzione della loro sorgente. L'elemento sensibile è solitamente un materiale ceramico piezoelettrico che ha la proprietà di dar luogo ad un segnale proporzionale alla sollecitazione provocata su di esso dalla variazione istantanea dell'acqua. In genere i sensori hanno forma cilindrica di dimensioni pari a circa 2 cm di lunghezza e 4 mm di diametro.



Figura 2.9 - Esempio di una serie di idrofoni usati nella prospezione sismica in mare (fonte: www.oilonline.com)

La risposta è estremamente lineare, non produce distorsioni armoniche apprezzabili ed ha una frequenza propria molto alta (30.000 Hz). Ogni idrofono è formato da due sensori montati in senso opposto, allo scopo di sommare gli effetti degli impulsi di pressione nell' acqua prodotti dalla

	DOCUMENT TITLE	DOCUMENT NO.	SHEET / OF
	<p align="center"><i>Istanza di Permesso di Ricerca di Idrocarburi in Mare "d 79 F.R – .EN" Progetto Definitivo</i></p>	PL014 D0000VRL01	19 / 26

sorgente energizzante, e nel contempo di annullare le accelerazioni di traslazione dovute al traino del cavo sismico.


Il cavo sismico è un cavo galleggiante (Figura 2.10) a una profondità di 6-12 metri e della lunghezza di 3000-8000 metri, che ha la funzione di permettere il traino degli idrofoni opportunamente distanziati e di trasmettere i segnali rilevati alle apparecchiature di registrazione posizionate a bordo della nave sismica (Figura 2.8).



Figura 2.10 - Cavo per acquisizione sismica

Il cavo sismico ha un diametro di circa 6-8 cm ed è diviso in sezioni, infatti ogni 50-100 metri di lunghezza è possibile sostituire gli elementi eventualmente danneggiati. Ogni sezione termina con un connettore di unità che ingloba gli elementi elettronici ed è riempita con un fluido isolante che possiede un determinato peso specifico (inferiore a quello dell'acqua) per permettere il naturale galleggiamento del cavo in mare. La lunghezza del cavo utilizzato dipende dalla profondità e dall'obiettivo d'indagine geofisica. I cavi più utilizzati sono composti da 48 sezioni attive dette anche canali della lunghezza singola di 70 metri, che contengono ognuna da 20 a 32 idrofoni.

La profondità di traino del cavo è un compromesso tra il requisito di operare lontano dalla superficie marina e dagli effetti delle condizioni meteorologiche e di quelli del rumore delle onde del mare che limitano l'uso dei dati registrati. In generale le profondità di traino più comuni si trovano tra 4 e 5 metri per indagini sismiche poco profonde, tra 8 e 10 metri per indagini sismiche profonde. Durante l'acquisizione sismica, il cavo deve essere mantenuto alla stessa profondità e deve essere allineato secondo la direzione di rilevamento stabilita; per favorire la stabilità di

 Enel Longanesi Developments Srl	DOCUMENT TITLE	DOCUMENT NO.	SHEET / OF
	<i>Istanza di Permesso di Ricerca di Idrocarburi in Mare "d 79 F.R – .EN" Progetto Definitivo</i>	PL014 D0000VRL01	20 / 26

posizione del cavo viene utilizzato un galleggiante (boa) e un dispositivo di abbassamento che permette di mantenere la posizione iniziale dello *streamer* ad una determinata profondità di operazione.

Lungo il cavo sono disposte delle bussole magnetiche che forniscono l'orientamento del cavo, mentre all'estremità finale è installata una boa di coda (Figura 2.11) sulla quale è montato un riflettore radar: in questo modo è possibile conoscere in ogni momento la posizione del cavo rispetto alla quella della nave e associare queste informazioni spaziali per la restituzione della traccia sismica.



Figura 2.11 – Boa di coda

I cavi sismici possono rilevare valori molto bassi di energia riflessa che viaggia dalla sorgente sismica attraverso lo strato d'acqua fino al fondo del mare e negli strati sottostanti, tornando quindi in superficie grazie ai sensori di pressione (idrofondi) ad esso collegati. Gli idrofondi convertendo i segnali di pressione riflessi in segnali elettrici, consentono che vengano digitalizzati e trasmessi attraverso il cavo sismico fino al sistema di registrazione che si trova sulla nave sismica dove i dati acquisiti vengono registrati su un nastro magnetico.

I cavi sismici sono conservati in grandi bobine e quando l'acquisizione sismica comincia sono dispiegati lungo i lati della nave e poi direttamente trainati dietro la nave. Tutti gli elementi contenuti all'interno del cavo sismico sono collegati tramite speciali connettori alla stanza della strumentazione. Durante le operazioni di prospezione sismica i cavi sono dispiegati in mare tramite uno scivolo che si trova nella parte posteriore del ponte. In associazione con i cavi e gli *array* della

	DOCUMENT TITLE	DOCUMENT NO.	SHEET / OF
	<i>Istanza di Permesso di Ricerca di Idrocarburi in Mare "d 79 F.R – .EN" Progetto Definitivo</i>	PL014 D0000VRL01	21 / 26

sorgente c'è l'equipaggiamento per il traino. Questo equipaggiamento è complesso ed è progettato con cura in modo che cavi sismici multipli e gli *array* possano essere posti accuratamente dietro alla nave sismica. La manutenzione dell'*airgun* e dell'equipaggiamento per il traino sono le principali responsabilità dei meccanici che fanno parte dell'equipaggio della nave.

2.6.3 Sorgente di energizzazione: l'airgun

Esistono molte tipologie di sorgenti, tra cui quella ad aria compressa: l'**air-gun** risulta essere la più utilizzata. Questa sorgente di energia viene utilizzata in quasi tutti i rilievi sismici marini, in quanto la quasi totalità della sua energia è compresa nella banda delle frequenze sismiche, per la sua affidabilità e versatilità nella scelta del segnale generato.

Si tratta di una sorgente pneumatica di onde acustiche che genera onde a bassa frequenza grazie alla creazione di bolle d'aria compressa nell'acqua.

L'aria viene immessa in una camera ricavata in speciali cilindri metallici di acciaio da cui, con un sistema a comando elettromagnetico, viene liberata nell'acqua in un tempo brevissimo. L'espansione provoca l'oscillazione delle particelle dell'acqua circostante, generando un fronte di onde elastiche, che si trasmettono secondo superfici sferiche concentriche.

Un elemento particolarmente positivo di questo sistema è rappresentato dall'assoluta mancanza di pericolosità, non essendo impiegata alcuna miscela esplosiva.

Il dispositivo è composto di due camere, una superiore di caricamento e una inferiore di scarico, sigillate da un doppio pistone ad albero (Figura 2.12).

L'aria compressa, fornita dai compressori alloggiati sulla nave, giunge direttamente alla camera superiore e si distribuisce in quella inferiore attraverso il pistone cavo; quando la pressione nelle camere è quella desiderata (scelta sia in base all'obiettivo del sondaggio, sia per minimizzare i possibili impatti sull'ambiente marino) un solenoide comandato elettricamente si attiva e genera un campo magnetico tale da sollevare il pistone con conseguente apertura delle valvole d'uscita poste ai lati dell'involucro metallico ed espulsione dell'aria compressa all'esterno.

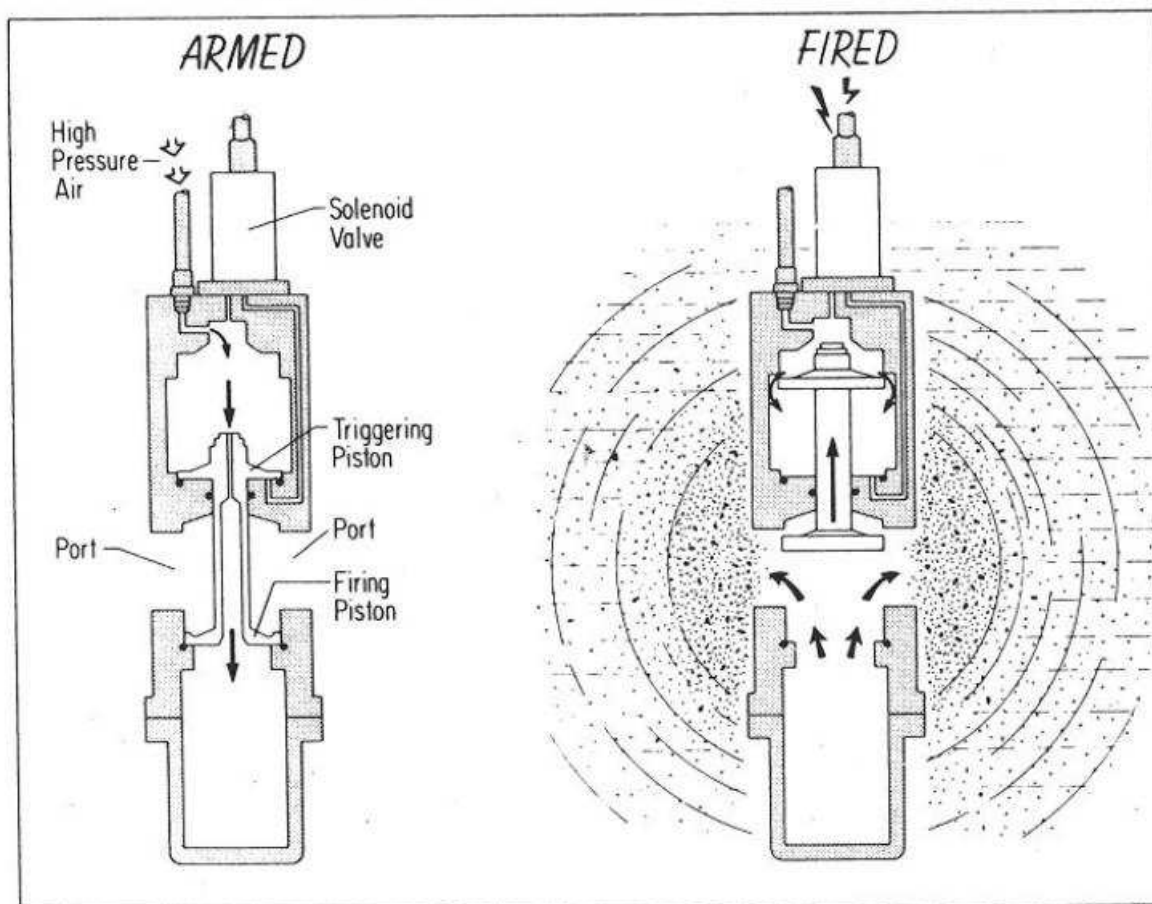



Figura 2.12 – Schema di funzionamento air-gun

Un ciclo di riempimento e svuotamento dura circa 10-15 secondi, mentre l'impulso dura un tempo brevissimo, circa 2 millisecondi.

All'onda elastica primaria si sommano delle onde secondarie causate dall'effetto bolla: l'aria emessa forma una bolla che si dirige verso la superficie, aumentando di volume fino a scoppiare quando la sua pressione eguaglia quella idrostatica, e generando una perturbazione acustica.

L'espansione e l'oscillazione di questa bolla d'aria generano un impulso con un picco, di grande ampiezza, che è utile per l'indagine sismica.

La principale caratteristica del segnale di pressione di un air-gun è il picco iniziale seguito dagli impulsi provocati dalle bolle. L'ampiezza del picco iniziale dipende principalmente dalla pressione prodotta e dal volume dell'airgun, mentre il periodo e l'ampiezza dell'impulso della bolla dipendono dal volume e dalla profondità dell'energizzazione.

 Enel Longanesi Developments Srl	DOCUMENT TITLE	DOCUMENT NO.	SHEET / OF
	<i>Istanza di Permesso di Ricerca di Idrocarburi in Mare "d 79 F.R – .EN" Progetto Definitivo</i>	PL014 D0000VRL01	23 / 26

Gli air-gun vengono disposti in batteria (*array*), dalla geometria variabile a seconda del tipo di onda che si vuole generare. Un buon array è in grado di direzionare l'onda elastica verso l'obiettivo prescelto e di attenuare gli effetti delle onde secondarie; la geometria stessa dell'array infatti determina una funzione di *filtro spaziale*, tale da far interferire:

- in opposizione di fase le onde che si sviluppano nel piano orizzontale,
- in fase quelle dirette verso il basso,


indirizzando quindi l'energia principalmente in senso verticale.

Gli array consentono un aumento ed una ottimizzazione dell'energia necessaria per una maggiore penetrazione grazie alla composizione delle bolle generate dai singoli gun. Un buon array deve focalizzare la direzione dell'onda acustica verso il basso, nonché aumentare l'ampiezza di picco dell'onda primaria e contemporaneamente ridurre gli effetti dovuti alle oscillazioni secondarie delle bolle; queste ultime creano un indesiderato effetto riverbero del segnale acustico che oscura la stratigrafia del sottosuolo. L'entità delle bolle può essere calibrata da un'accurata configurazione del gun e degli array e della sequenza di sparo. La distanza tra cannoni deve essere tale che gli impulsi iniziali interferiscano costruttivamente fra loro mentre le emissioni secondarie dovute alle successive oscillazioni delle bolle d'aria interferiscano distruttivamente.

Una caratteristica degli array, significativa dal punto di vista ambientale, è la capacità di dirigere l'energia preferenzialmente verso il fondo marino. Gli organismi marini posti fuori dall'asse dello sparo percepiscono forme d'onda di pressione molto diverse e, in genere, livelli di energia minori perché l'emissione della sorgente è focalizzata verso il basso: l'onda acustica misurata esternamente all'asse di un array ha valori inferiori a quella misurata esattamente sotto la sorgente.

Gli *airgun* sono progettati per generare la maggior parte della loro energia sonora a frequenze minori di 180 Hz; l'*airgun* singolo genera una frequenza di 5-200 Hz mentre un gruppo di *airgun* (*array*) arriva a generare una frequenza di 5-150 Hz.

A ridosso dell'air-gun si possono misurare picchi di pressione dell'ordine di 230dB: mentre un *array* costruito da 30 *airgun* può presentare un livello di picco di sorgente di 255 dB. (è interessante notare come il rumore di fondo in mare aperto oscilla tra 74-100 dB, mentre quello prodotto da navi porta-container a 20 nodi di velocità è tra 190-200 dB).

	DOCUMENT TITLE	DOCUMENT NO.	SHEET / OF
	<i>Istanza di Permesso di Ricerca di Idrocarburi in Mare "d 79 F.R – .EN" Progetto Definitivo</i>	PL014 D0000VRL01	24 / 26

2.6.4 Parametri operativi di progetto per acquisizione sismica con airgun

In questa fase di progettazione non è possibile riportare in via del tutto definitiva le caratteristiche degli *airgun* che verranno utilizzati, a causa del fatto che esse sono tuttora da definirsi da parte del trattista che si occuperà del rilievo sismico. Si è deciso, pertanto, di procedere riportando i valori caratteristici di alcuni *array* ricavati da dati bibliografici precisando che, seppur indicativi, non si discosteranno molto da quelli usati durante la campagna di acquisizione sismica. È opportuno precisare che, prima dell'inizio dei lavori esecutivi, le autorità competenti verranno informate della configurazione finale.

Lo schema di un *array* è diretta funzione della profondità del mare, del tipo di strumentazione e della finalità di indagine, pertanto i valori dei parametri operativi indicati di seguito (Tabella 2.1) hanno un valore puramente indicativo.

PARAMETRI OPERATIVI	CONFIGURAZIONE ARRAY 1	CONFIGURAZIONE ARRAY 2	CONFIGURAZIONE ARRAY 3
numero di <i>airgun</i> attivi;	11	21	31
numero di <i>airgun</i> di riserva	6	3	10
volume attivo totale	-	-	3090
pressione di esercizio dell' <i>airgun</i>	2000	2000	2000
numero di sub- <i>array</i> ;	2	3	3
distanza tra sub- <i>array</i>	-	8	3
profondità dell' <i>array</i>	4	9	5
lunghezza sub- <i>array</i>	14	14	18
larghezza <i>array</i>	-	16	12

Tabella 2.1 - Esempi di configurazioni possibili di array di airgun con i parametri operativi di base

Come è possibile osservare nella Tabella 2.1, il numero di *airgun* attivi può variare da un minimo di 11 ad un massimo di 31, come anche il numero degli *airgun* di riserva (da 0 a 10).

La pressione di esercizio è sempre di 2000 psi. La distanza tra subarray è variabile ed è compresa tra 3 e 8 metri. La profondità a cui si trova immerso in acqua l'*array* può variare dai 4 ai 9 metri. Infine la lunghezza e la larghezza del subarray variano rispettivamente tra 14 e 18 metri e tra 12 e 16 metri. Tale configurazione seppur indicativa non si discosterà molto da quella che verrà usata durante la campagna di acquisizione sismica.

Si mostrano in Figura 2.13 e Figura 2.14 alcuni esempi grafici di possibile configurazione.

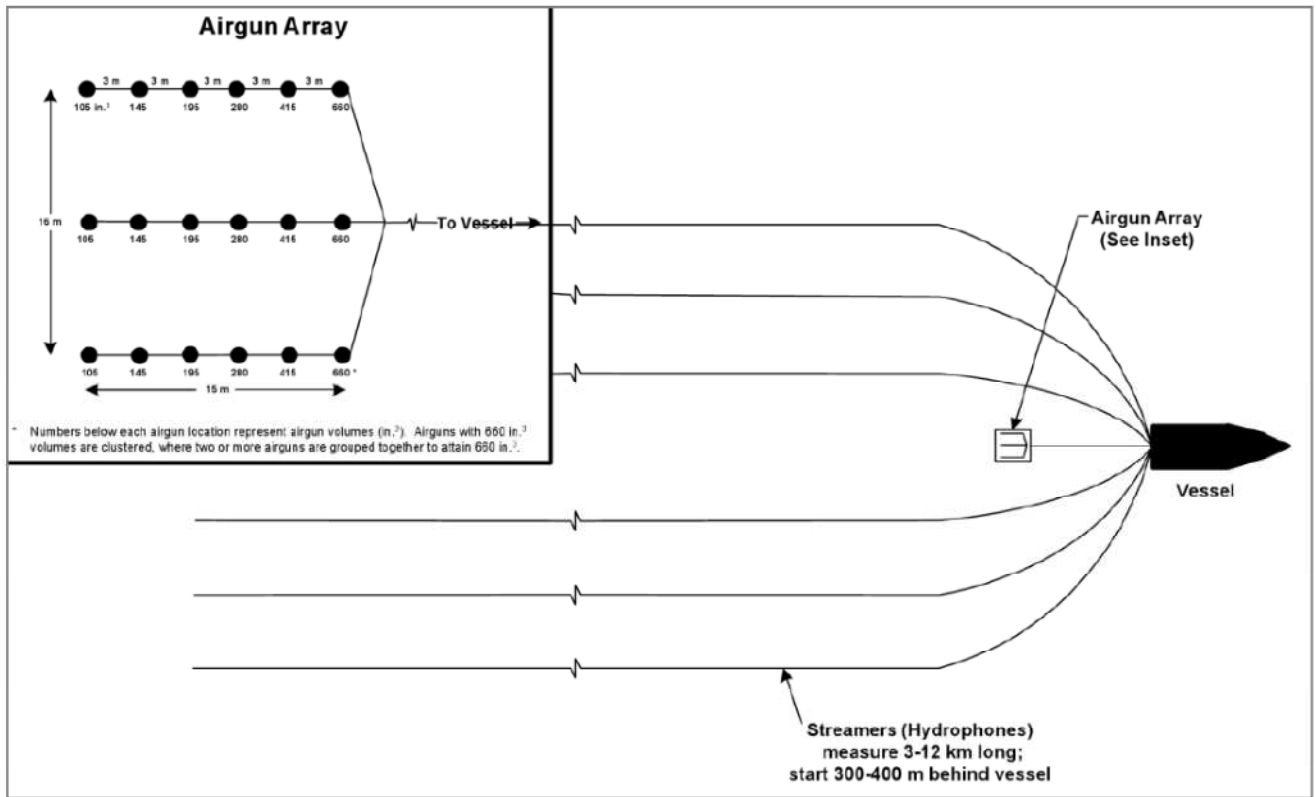



Figura 2.13 - Esempio di possibile configurazione di un array



Figura 2.14 - Configurazione di un possibile array

 Enel Longanesi Developments Srl	DOCUMENT TITLE	DOCUMENT NO.	SHEET / OF
	<i>Istanza di Permesso di Ricerca di Idrocarburi in Mare "d 79 F.R – .EN" Progetto Definitivo</i>	PL014 D0000VRL01	26 / 26

2.6.5 Modalità operative e tempi di esecuzione

Come anticipato al Paragrafo 2.4 l'acquisizione sismica prevede di eseguire, nell'area oggetto di istanza di permesso di ricerca, un rilievo di tipo 3D. L'esatta ubicazione delle linee e la lunghezza complessiva del rilievo sismico sono subordinate alla qualità dei dati disponibili ed alla fase di interpretazione dei dati 2D già in possesso del proponente. Tuttavia la disposizione di tali linee sarà sviluppata in modo da colmare eventuali lacune informative ed infittire il reticolo sismico già esistente al fine di coprire l'intera area del permesso.

Solo qualora gli studi svolti nella fase operativa di ricerca confermassero l'esistenza di accumuli di idrocarburi economicamente sfruttabili e questo fosse coniugato alla contemporanea presenza del sistema roccia-madre, roccia-serbatoio, roccia di copertura e trappola, Enel procederà alla perforazione di un pozzo esplorativo all'interno dell'area in oggetto la cui profondità finale sarà, comunque, in funzione delle caratteristiche geologiche riscontrate.

Si specifica comunque che l'eventuale fase di perforazione dovrà, in ogni caso, essere sottoposta ad una nuova procedura di VIA.

2.7 EVENTUALI OPERE DI RIPRISTINO

Data la natura delle attività ad oggi proposta non si riscontra nessuna opera di ripristino necessaria per l'ambiente in cui verrà eseguita. Le attività di prospezione oggetto di questa istanza, determinano la produzione di impulsi (onde elastiche) la cui propagazione nell'acqua risulta estremamente limitata nel tempo. L'occupazione dello specchio d'acqua è quindi un fattore di impatto e durata limitata nel tempo, dal momento che al termine delle operazioni la perturbazione della superficie marina cesserà completamente.