

NORTHERN PETROLEUM LTD.

**PERMESSO DI RICERCA PER IDROCARBURI
"d 59 F.R.-NP"**

RAPPORTO AMBIENTALE

Giugno 2007

INDICE

PREMESSA		5
1. FINALITA' E OBIETTIVI DEL PROGRAMMA DI RICERCA		6
1.1 Inquadramento geologico – regionale		6
1.2 Obiettivi minerari		9
1.3 Programma lavori		10
2. DESCRIZIONE DELLE TECNOLOGIE DI RICERCA		12
2.1 Descrizione dei sistemi di rilevamento geofisico		12
2.1.1 Tipologia delle navi utilizzate		12
2.1.2 Tipologia delle attrezzature di rilevamento		13
2.1.2.1 Radioposizionamento		13
2.1.2.2 Sorgente di energia di onde elastiche		14
2.1.2.3 Registrazione		15
2.1.3 Impatto sull'ambiente delle operazioni geofisiche		16
2.1.4 Tempi di esecuzione		17
2.1.5 Normativa e standard di riferimento		18
2.2 Descrizione delle operazioni di perforazione		19
2.2.1 Tecniche di perforazione e circolazione dei fluidi di perforazione		19
2.2.2 Tecniche di prevenzione dei rischi ambientali		21
2.2.2.1 Sopralluogo dell'ubicazione scelta		21
2.2.2.2 Apparecchiature di sicurezza		22
2.2.2.3 Emissioni di gas		22
2.2.2.4 Tecniche di prevenzione inquinamento marino		23
2.2.3 Misure di attenuazione di impatto ed eventuale monitoraggio		24
2.2.4 Stima della produzione dei rifiuti, emissione inquinanti chimici		24
2.2.4.1 Produzione dei rifiuti		25
2.2.4.2 Emissione di inquinanti chimici nell'atmosfera		25
2.2.5 Tecniche di trattamento e discarica dei rifiuti		26
2.2.6 Chiusura mineraria (o eventuale completamento) con programma di rimozione strutture		28
2.2.6.1 Chiusura mineraria		28
2.2.6.2 Prove di produzione		29
2.2.6.3 Completamento dei pozzi di produzione e misure di prevenzione dei rischi ambientali		29

2.2.7	Tempi di messa in posto impianto, perforazione, eventuali prove di produzione, rimozione delle strutture e abbandono postazione	30
2.2.7.1	Tempi della messa in postazione dell'impianto	30
2.2.7.2	Tempi di realizzazione della perforazione	30
2.2.7.3	Prove di produzione	31
2.2.7.4	Rimozione strutture e abbandono postazione	31
2.2.8	Normativa e standard di riferimento	31
3.	SITUAZIONE AMBIENTALE	35
3.1	Delimitazione delle aree interessate dalle operazioni	35
3.2	Altre utilizzazioni dell'area e regimi vincolistici	35
3.3	Descrizione dei sistemi ambientali interessati dal programma	36
3.3.1	Caratteristiche batimetriche e geomorfologiche del fondo marino	36
3.3.2	Condizioni meteo-oceanografiche	36
3.3.3	Ecosistema, biocenosi e caratterizzazione biologica	38
3.4	Considerazioni conclusive	40
	Bibliografia	43

ELENCO DELLE TAVOLE

Tav. 1	UBICAZIONE DELL'AREA DELLE OPERAZIONI
Tav. 2	CARTA BATIMETRICA E MORFOLOGICA
Tav. 3	CARTA DEGLI ECOSISTEMI

ELENCO DELLE FIGURE

Fig.1	PROFILO LITOSTRATIGRAFICO DEL SOTTOSUOLO
Fig.2	METODO REGISTRAZIONE SISMICA MARINA
Fig.3	TIPOLOGIA DI NAVE PER SISMICA MARINA 3D
Fig.4	PARTICOLARE DELLA SORGENTE DI ENERGIA (AIR GUN)
Fig.5	SPETTRO DI POTENZA DELLA SORGENTE ENERGIZZANTE
Fig.6	DIREZIONALITA' DELLA SORGENTE DI UN AIRGUN
Fig.7	PARTICOLARE ATTREZZATURE MARINE DI REGISTRAZIONE
Fig.8	SCHEMA DI PIATTAFORME

-
- Fig.9 NAVE DI PERFORAZIONE A POSIZIONAMENTO DINAMICO
- Fig.10 SCHEMA DELLE APPARECCHIATURE DI SICUREZZA A FONDO MARE
- Fig.11 SCHEMA DEL CIRCUITO DEL FANGO IN UN IMPIANTO ROTARY
- Fig.12 PROGRAMMA DI PERFOTAZIONE E TUBAGGIO DEL POZZO ESPLORATIVO
- Fig.13 SCHEMA IMPIANTO DI INNOCUIZZAZIONE DETRITI PERFORATI
- Fig.14 SCHEMA DI TRATTAMENTO FANGHI-DETRITI
- Fig.15 TECNICHE DI CHIUSURA MINERARIA
- Fig.16 TECNICHE DI COMPLETAMENTO IN POZZO
- Fig.17 TEMPERATURE MEDIE DEL MARE
- Fig.18 STAZIONE DI MISURA “CAPO COLONNE ”
- Fig.19 FREQUENZE MEDIE ANNUE E FORZA DEL VENTO
- Fig.20 FREQUENZE MEDIE MENSILI E FORZA DEL VENTO
- Fig.21 FREQUENZE PERCENTUALI MEDE DEL VENTO
- Fig.22 STATO DEL MARE
- Fig.23 MASSIMO STATO DEL MARE E DURATA MAREGGIATE
- Fig.24 DIREZIONE BURRASCHE E MAREGGIATE
- Fig.25 RINVENIMENTI DI CETACEI NEI MARI ITALIANI
- Fig.26 VARIAZIONI ANNUALI DELL’ALTIMETRIA LUNGO LA COSTA CALABRA
- Fig.27 PROCESSO DI SMALTIMENTO DEI RIFIUTI PRODOTTI DALL’ATTIVITA’ DELLA PIATTAFORMA DI PERFORAZIONE
- Fig.28 SOMMARIO DEGLI EFFETTI AMBIENTALI CONNESSI CON L’ATTIVITA’ DI PROSPEZIONE
- Fig.29 SOMMARIO DEGLI EFFETTI AMBIENTALI CONNESSI CON L’ATTIVITA’ DI PERFORAZIONE
- Fig.30 QUADRO RIASSUNTIVO DELLE DIVERSE COMPONENTI AMBIENTALI CONNESSE CON L’ATTIVITA’ DI PROSPEZIONE E PERFORAZIONE

PREMESSA

Il presente Rapporto Ambientale, sull'area dell'istanza di permesso "d 59 F.R-NP", è stato redatto nell'ambito del D.P.R. 526/94 che disciplina la normativa in merito alla valutazione dell'impatto ambientale relativa all'attività di prospezione, ricerca e coltivazione di idrocarburi liquidi e gassosi.

Dopo che il Comitato Tecnico per gli Idrocarburi e la Geotermia del Ministero dello Sviluppo Economico, nella seduta del 15/12/2005, ha espresso parere favorevole all'accoglimento dell'istanza in oggetto presentata dalla Northern Petroleum Ltd. ed ubicata nel mare Adriatico, la società PEAL PETROLEUM s.r.l. è stata incaricata di redigere il presente rapporto ambientale per conto della suddetta società e si è avvalsa del seguente staff:

Dott. Geol. Luigi Albanesi (coordinatore)

Dott. Geol. Luca Balzerano

Le coordinate dei vertici dell'istanza sono le seguenti:

Vertice	Longitudine E Greenwich	Latitudine N
a	17° 12'	39° 21'
b	17° 20'	39° 21'
c	17° 20'	39° 14'
d	17° 25'	39° 14'
e	17° 25'	39° 10'
f	17° 26'	39° 10'
g	17° 26'	39° 00'
h	17° 25'	39° 00'
i	17° 25'	38° 56'
l	Intersezione tra il parallelo 38°56' e la linea di costa di bassa marea	
m	Intersezione tra la linea di costa di bassa marea e il parallelo 38°58'	
n	Intersezione tra il parallelo 38°58' e la linea di costa di bassa marea	
o	Intersezione tra la linea di costa di bassa marea e il parallelo 39°02'	
p	17° 15'	39° 02'
q	17° 15'	39° 07'
r	17° 14'	39° 07'
s	17° 14'	39° 09'
t	17° 12'	39° 09'

1. FINALITA' E OBIETTIVI DEL PROGRAMMA DI RICERCA

L'istanza "d59F.R.-NP" che si richiede nel permesso di ricerca è ubicata nel Mare Ionio meridionale, nella Zona "F", immediatamente di fronte alla costa Crotonese su una superficie di 73.190 ettari, con profondità in acqua compresa fra la linea di costa a bassa marea e un massimo di 1050 metri.

1.1. Inquadramento geologico e tema di ricerca

L'area in istanza è ubicata nel bacino di Crotone che è parte integrante dell'Arco Calabro, il quale rappresenta il collegamento fra la catena appenninica della Sicilia settentrionale e quella dell'Appennino meridionale. L'area offshore nel bacino di Crotone è attualmente priva di permessi di ricerca con la rinuncia nel 2004 di tre permessi di ricerca dell'Agip F.R26AG, F.R27AG e F.R28AG. Adiacente ad ovest della nostra istanza sono presenti quattro concessioni di coltivazioni FC1AG, DC1AG, DC2AG e DC3AG (quest' ultimo in fase di rinuncia) che contengono i grandi campi di gas di Luna, Hera Lacinia e Lavinia. Sei pozzi sono stati perforati nell'area in istanza: Liana 1 (1986) e Lulù 1 (2000) a sud, Fiorenza 1 (1982), Fedra 1 (1987), Federica 1 (1979) e Florida 1 (1999) nel centro-nord. Fiorenza 1 e Fedra 1 sono parzialmente mineralizzati a gas. I giacimenti di Luna e i suoi satelliti sono i più grandi campi di gas al di fuori della Valle Padana e l'Adriatico Settentrionale con riserve di circa 40 miliardi m³. in cinque campi. Vari "Pools" sono produttivi nella serie Terziaria ma il più grande è il gas termogenico "dry gas" di Luna con roccia madre incerta ma probabilmente nella serie terrigena terziaria ad una profondità di più di 5000 metri nel depocentro del bacino. Il gas è migrato lateralmente in direzione "up-dip" attraverso la serie sabbioso-conglomeratica della formazione di San Nicola (Serravalliano) e intrappolata nel tetto delle falde sovrascorse di età tardo-Messiniano. La copertura è costituita dalle argille e marne della serie Tortoniana o dalle argille del Pliocene inferiore. Accumuli secondari di gas termogenici e biogenici sono anche presenti nelle intercalazioni sabbiose della formazione Ponda e nelle sabbie del Pliocene inferiore come nel Campo di Lavinia. Il tema di ricerca è costituito dai potenziali accumuli di gas metano principalmente nel serbatoio sabbioso/conglomerato della formazione di San Nicola di età Serravalliano e come obiettivo secondario nelle sabbie del Pliocene già produttive nel Campo di Lavinia.

1.2 Programma Lavori

Il permesso di ricerca avrà una durata massima di sei (6) anni per il primo periodo di vigenza a partire dalla data del Decreto Ministeriale di conferimento e la Northern Petroleum intende eseguire il seguente programma lavori:

PRIMA FASE: studio geologico, acquisto di linee sismiche e nuova campagna

Verrà eseguito uno studio geologico ed uno studio delle manifestazioni di idrocarburi in mare utilizzando la tecnologia delle immagini satellitari.

Inizialmente è previsto l'acquisto di 200 km di linee sismiche già registrate negli anni passati. Se il reprocessing e l'interpretazione dei dati acquistati porterà alla individuazione di alcuni prospects da definire con maggior dettaglio, sarà possibile la registrazione di qualche nuova linea ad infittimento di quelle esistenti oppure di una nuova campagna sismica per un massimo di circa 160 km, della quale, ad oggi, non è possibile definire l'esatta ubicazione. La sorgente di energia da utilizzare sarà del tipo ad Air-Gun.

SECONDA FASE: perforazione di un pozzo esplorativo

Qualora l'interpretazione sismica confermasse la presenza e l'economicità delle situazioni di interesse minerario individuate, verrà programmata la perforazione di un pozzo esplorativo, che spinto fino alla profondità di 3200 m, intende esplorare la potenzialità della Formazione della San Nicola

2. DESCRIZIONE DELLE TECNOLOGIE DI RICERCA

In questo capitolo vengono espone in modo sintetico le tecnologie che verranno utilizzate per lo svolgimento del programma di ricerca esposto nel capitolo 1, con particolare riguardo:

- alla realizzazione del rilievo sismico “deep water”, deciso in base agli studi preliminari di interpretazione dei dati sismici acquistati da precedenti operatori e rielaborati con programmi moderni e sofisticati capaci di individuare gli obiettivi della ricerca, e agli effetti dell’impatto con l’ambiente marino;
- al rilievo sismico ad alta definizione per evidenziare le caratteristiche batimetriche e geomorfologiche della postazione della piattaforma di perforazione, quando sarà definita una precisa ubicazione, e al conseguente impatto che ne deriva sull’ambiente marino;
- alle tecniche di perforazione con piattaforma di tipo semisommersibile, all’impiego, trattamento e smaltimento dei fluidi di circolazione ed alla valutazione, prevenzione e monitoraggio dell’impatto sugli ecosistemi marini.

2.1. DESCRIZIONE DEI SISTEMI DI RILEVAMENTO GEOFISICO

Anche in mare, come per i rilievi a terra, il sistema più usato è quello della sismica a riflessione (fig. 2) che si basa sulla immissione nel sottosuolo di onde, generate da una sorgente impulsionale, che si propagano nei corpi rocciosi dando origine ad una serie alternata di compressioni e rarefazioni, che si trasmettono nella zona circostante in tutte le direzioni, secondo superfici sferiche concentriche (fronti d’onda). Al variare della velocità delle onde sismiche in funzione della densità ed elasticità del mezzo, passando da uno strato litologico ad un altro, o in corrispondenza di discontinuità tettoniche, una parte del fronte d’onda incidente viene riflesso verso l’alto, una parte rifratto lungo la superficie di discontinuità e una parte continua a propagarsi verso il basso. L’elaborazione dei dati raccolti permette di avere uno spaccato del sottosuolo, lungo la linea di registrazione, con l’asse delle ascisse espresso non in profondità, ma in tempi doppi (cioè il tempo intercorso tra la generazione degli impulsi e la ricezione delle rifrazioni). Questa rappresentazione viene definita 2D (bidimensionale, cioè lunghezza della registrazione verso tempi di propagazione). Esiste inoltre la possibilità di rappresentare lo spaccato orizzontale del sottosuolo con una rappresentazione 3D (tridimensionale), ma necessita che le linee registrate siano piuttosto vicine (circa 300-400m) per poter correlare gli eventi laterali gli uni con gli altri

2.1.1. Tipologia delle navi utilizzate

I rilievi geofisici marini, pur basati sugli stessi principi di quelli terrestri, vengono realizzati con tecniche e mezzi molto diversi. L'attrezzatura per l'energizzazione, le apparecchiature di registrazione, i cavi, gli idrofoni ed i laboratori di elaborazione sono concentrati in un'unica sede: la nave. Le navi, adattate per lo specifico uso, possono essere di vario tipo in funzione della profondità dell'acqua, onde consentire facili movimenti e velocità di avanzamento adeguate alle esigenze del metodo adottato.

In fig.3 viene presentata la tipologia più comune di una nave utilizzata per rilievi sismici in acque profonde (deep water) con:

- lunghezza: 70 – 90 m,
- larghezza: 12 – 15 m,
- pescaggio: 4 – 6 m,
- stazza lorda: 2000 – 3000 GRT,
- velocità: 5 – 7 nodi.

2.1.2. Tipologia delle attrezzature di rilevamento

I rilievi geofisici a riflessione, siano essi a normale o alta definizione, richiedono:

- un sistema di radioposizionamento,
- una sorgente di energia,
- un sistema di registrazione.

2.1.2.1 Radioposizionamento

Nei rilievi marini è indispensabile determinare con la massima precisione (margine di errore inferiore a 100m) la posizione della nave nei punti di emissione dell'energia e nel punto di registrazione dell'evento. I sistemi di radioposizionamento si dividono in base alla grandezza che viene misurata, in tre gruppi fondamentali:

- Sistemi *a visuale diretta*, che misurano il tempo impiegato da un'onda radio, emessa da una stazione situata a terra, per raggiungere la stazione ricevente situata sulla nave. Appartengono a questi sistemi il Radar, lo Shoran d il Loran-C, utilizzabili a distanze relativamente brevi dalla costa, quindi con una limitazione del campo di azione.
- Sistemi *ad onda continua*, che misurano la differenza tra i tempi di transito (o di fase) tra due o più stazioni a terra, poste in punti differenti, e la stazione ricevente installata sulla nave. Con questi sistemi le grandezze sono relative, ma sufficientemente accurate per grandi distanze dalla costa. Appartengono a questa tipologia i sistemi Decca, Raydist, Lorac, Toran e Omega.
- Sistemi di localizzazione mediante *Satellite*, che fanno uso di un certo numero di satelliti operanti in orbita polare, controllati da stazioni di monitoraggio per il mantenimento della

precisione del sistema. Ciascun satellite trasmette un segnale sinusoidale con frequenza ed ampiezza costanti, che viene captato dal ricevitore di bordo della nave e registrato ogni 2 minuti per determinare la posizione del satellite (longitudine, latitudine e altezza). Il metodo sfrutta l'effetto Doppler causato dal moto relativo satellite-nave e fornisce l'istante in cui i due punti mobili sono più vicini. La distanza risulta quindi funzione della variazione della frequenza nel tempo misurato e consente di determinare il punto nave, ossia le sue coordinate.

La necessità di ottenere la posizione, oltre che della nave, anche del cavo con i geofoni di registrazione alla deriva di poppa, suggerisce attualmente l'utilizzo di un sistema misto che benefici contemporaneamente dei vantaggi sopradescritti e/o di altri sistemi ancora.

2.1.2.2 Sorgente di energia di onde elastiche

Nei rilievi geofisici marini, le sorgenti convenzionali utilizzate a terra, per ovvii motivi ecologici e tecnici, sono state sostituite da altre che sfruttano principi fisici diversi e generano onde elastiche la cui forma (signature) è già nota all'origine. L'Air-Gun, che sarà usato anche nei futuri rilievi geofisici da programmare nell'area oggetto della ricerca, è oggi tra le sorgenti più efficienti, poiché la quasi totalità della sua energia è contenuta entro la banda di frequenza sismica. Il sistema utilizza l'espansione nell'acqua di un volume di aria compressa ad alta pressione che genera un fronte di onde elastiche direttamente nell'acqua circostante. Il principio di funzionamento dell'Air-Gun è illustrato schematicamente nella fig.4 che mostra l'attrezzo pronto per l'uso. L'Air-Gun è composto da due camere: una superiore di caricamento ed una inferiore di scarico, sigillate da un doppio pistone che scorre su un unico albero. L'aria, fornita alla pressione di circa 2000 psi da un compressore posto sulla nave, riempie direttamente la camera superiore. La camera inferiore viene invece riempita attraverso il condotto centrale dell'albero del doppio pistone. Dopo il caricamento, una valvola a solenoide, comandata elettronicamente, fa rilasciare l'aria a grande velocità, in circa 10 millisecondi, nell'acqua circostante attraverso i fori esistenti nella camera inferiore, generando il fronte di onde elastiche. Operativamente il sistema offre la possibilità di ottenere una emissione di aria ogni 10-15 secondi. L'Air-Gun viene costruito in diversi modelli che coprono uno spettro di possibili volumi d'aria fino a 2250 cubic inches e che generano pressioni fino a 2000 psi.

La generazione di onde acustiche dipende dall'iniezione d'aria ad alta pressione in mare. Quando la pressione della bolla generata dall'iniezione d'aria eguaglia la pressione idrostatica, avviene lo scoppio della bolla stessa con conseguente emissione di un'onda acustica. L'iniezione d'aria ad alta pressione avviene tramite elementi meccanici (gun) che vengono organizzati in gruppi (array). Nei rilievi con obiettivi profondi (come nel nostro caso) sono generalmente utilizzati array di gun con volumetrie variabili dai 1500 ai 3000 pollici cubici. La profondità di scoppio è di circa 8 m. Gli array consentono

quindi 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 aumentare l'ampiezza di picco dell'onda primaria e contemporaneamente ridurre gli effetti dovuti alle oscillazioni secondarie delle bolle, nonchè focalizzare la direzione dell'onda acustica. Le oscillazioni secondarie della bolla creano un indesiderato effetto riverbero del segnale acustico che oscura la stratigrafia del sottosuolo (fig.5).

Diversamente dagli esplosivi chimici, l'entità delle bolle può essere ridotta da un'accurata configurazione del gun e degli array e della sequenza di sparo. Un array deve essere dunque calibrato in modo che la distanza tra cannoni sia tale che gli impulsi iniziali interferiscano costruttivamente fra loro mentre le emissioni secondarie dovute alle successive oscillazioni delle bolle d'aria interferiscano distruttivamente. Molto importante per queste finalità sono le distanze e le volumetrie variabili tra gun e gun con conseguenti periodi d'oscillazione differenti fra loro (proporzionale alla radice cubica del volume della camera di un gun). Un'onda acustica dovrebbe avere un rapporto tra il picco massimo dell'arrivo primario ed il picco massimo delle oscillazioni secondarie non inferiore a 16 nella banda di frequenza compresa al di sotto dei 125 Hz. Un'altra caratteristica degli array, significativa dal punto di vista ambientale, è la capacità di dirigere l'energia preferenzialmente verso il fondo marino. Quest'aspetto è importante per l'impatto ambientale del momento che il maggior volume di acqua colpita dall'energia acustica sarà posta lateralmente alla sorgente piuttosto che direttamente sotto di essa. 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 focalizzato verso il basso.

La direzionalità di un array diventa significativa per dimensioni areali di circa 25 m. L'onda acustica misurata esternamente all'asse di un array avrà valori inferiori a quella misurata esattamente sotto la sorgente (fig.6).

La propagazione delle onde acustiche in mare, per le distanze d'interesse nelle prospezioni sismiche, è funzione principalmente della divergenza sferica in cui le ampiezze decrescono con l'inverso della distanza dalla sorgente (l'energia con il quadrato della distanza). Altri fenomeni attenuativi hanno rilevanza minore e sono funzione delle frequenze in gioco. Le alte frequenze sono attenuate maggiormente rispetto alle basse frequenze.

2.1.2.3 Registrazione

Nei rilievi in mare, sorgenti e ricevitori sono immersi nell'acqua e quindi in condizioni di trasmissibilità delle onde sismiche molto migliori di quelle dei rilievi terrestri.

I ricevitori, chiamati *idrofondi* o geofoni a pressione (fig.7), sono costituiti da un cristallo piezoelettrico (sensore), che ha la proprietà di generare una differenza di potenziale elettrico proporzionale alla pressione istantanea dell'acqua che, a sua volta, è proporzionale alla velocità di spostamento delle particelle d'acqua messe in movimento dall'onda sismica.

L'idrofono non richiede compensazione di pressione ed ha una risposta sostanzialmente lineare, senza distorsioni armoniche misurabili, con una frequenza elevata (circa 30.000 Hz).

Nell'idrofono viene montato, in senso opposto, un secondo sensore che consente l'eliminazione delle accelerazioni dovute alla traslazione del cavo sismico (streamer) nel quale è incorporato. Lo *streamer* (fig.7) è un cavo galleggiante, del diametro di 6-8 cm, costituito da un tubo trasparente di neoprene riempito di olio, diviso in sezioni attive ed inerti che si alternano. Le sezioni attive contengono gli idrofondi (da 20 a 100), le funi d'acciaio con i relativi spaziatori, i trasformatori, connettori elettrici e meccanici. Le sezioni inerti creano gli intervalli tra i gruppi di idrofondi. Gli streamers hanno lunghezze diverse variabili in funzione della metodologia e dello scopo del rilievo. La lunghezza più comune è di 3000m, con 120-240 sezioni attive della lunghezza di circa 50m, contenenti ciascuna da 20 a 32 idrofondi (Array). Collegati allo streamer vi sono il cavo di traino, il galleggiante con dispositivo di abbassamento (fig.7); la sezione di disaccoppiamento tra sistema di traino e sezioni attive, il sistema di controllo della profondità per mantenere il cavo alla profondità voluta (in genere 10-20m), la boa di coda con dispositivo di allineamento cavo-direzione nave. Nel rilievo 3D, a differenza di quello 2D, si utilizzano configurazioni multicavo: vengono cioè calati fino a sei cavi di registrazione, posti parallelamente gli uni agli altri e ad una distanza di qualche centinaio di metri (400-600) tra loro. Le apparecchiature di registrazione e il centro di prima elaborazione dati sono installati sulla nave, da dove vengono dirette e controllate tutte le operazioni connesse con il rilievo sismico marino.

2.1.2.4 Modalità operative

La motonave percorrerà la griglia di rilevamento ad una velocità costante di 5-6 nodi, non superando il limite delle tre (3) miglia dalla costa e trainando sia la sorgente di energia (air gun) che il cavo di ricezione delle onde elastiche di ritorno (streamer). Su quest'ultimo, di lunghezza pari a 3000m, saranno disposti 240 gruppi di geofoni distanziati di 12,5m l'uno dall'altro. Il terminale del cavo sismico sarà segnalato da una boa rossa provvista di riflettore radar e di luce intermittente bianca. Ogni 7 secondi, che corrispondono a 25m di percorso della nave, verrà liberato un volume di aria pari a 45.16 litri alla pressione di 136 atm da 28 valvole di emissione (guns) disposte in un'opportuna configurazione alla profondità di 4-8m dalla superficie del mare.

2.1.3 Impatto sull'ambiente delle operazioni geofisiche

I metodi di energizzazione che non fanno uso di esplosivi hanno attenuato notevolmente gli effetti sugli ecosistemi marini. Studi sull'utilizzo di aria compressa (Air-Gun) hanno permesso di evidenziare l'assenza di mortalità nella fauna marina e di effetti collaterali connessi con la immissione di onde elastiche, anche a pressioni dell'ordine di 200 kg/cm^2 . Le onde generate hanno un rapido decadimento con la distanza ed è improbabile che vengano percepite al di fuori della zona di operazione. L'aria scaricata dall'Air-Gun crea un'onda elastica che si propaga in un mezzo continuo formato dalla massa d'acqua e dal sottofondo roccioso. A livello del fondo marino si produce una riflessione, come nel caso di ogni discontinuità, e una vibrazione, ma non si ha effetto di urto. Anche in fondali con profondità di qualche decina di metri non sono previsti effetti di rilievo sul benthos.

Pochissime ricerche sono state condotte per valutare gli effetti indotti dalle onde acustiche prodotte dalla sismica marina, mediante Air-Gun sui vari stadi di sviluppo degli organismi marini. L'Agip ha finanziato nel 1986 un'ampia ricerca volta a fornire informazioni su tali problematiche. Sulla base di studi condotti mediante l'esecuzione di test in mare effettuata con l'ausilio della N/R "OGS Explora", sono stati acquisiti una serie di dati relativi alle risposte di alcuni organismi rappresentativi dei principali taxa: pesci, molluschi e crostacei e di taluni stadi di sviluppo (adulti, larve, uova), alle sollecitazioni indotte dallo scoppio di diversi volumi di Air-Gun (6 – 3 – 1,5 – 0,3 litri) a diverse distanze dalla sorgente (1 – 3 – 5 metri). La raccolta dei dati relativi al segnale emesso, ha consentito inoltre di caratterizzare le intensità e le frequenze del rumore prodotto, in modo da poter disporre di informazioni utili per cercare di correlare la comparsa di un effetto ad un dato livello di disturbo. I risultati ottenuti, sebbene da considerare preliminari e non esaustivi soprattutto per alcune specie, hanno evidenziato che a pochi metri di distanza dalla sorgente di emissione il segnale subisce un'attenuazione tale da non determinare agli organismi presenti, con particolare riferimento agli adulti; la risposta di panico che si manifesta all'arrivo delle onde sonore, non è mai stata mantenuta per tutto il periodo di avvertimento del disturbo; inoltre i pesci sono tornati al modello di comportamento precedente al suono, nel giro di alcuni minuti dopo la fine dell'emissione, evidenziando una tendenza ad abituarsi, alle condizioni dell'esperimento, al rumore dell'Air-Gun. Riguardo le larve e uova i dati rilevanti mostrano che per gli embrioni di calamaro e per le orate, i risultati sono in linea con quanto riportato in letteratura, e cioè che si possono avere dai danni solo nel caso in cui gli individui si vengono a trovare molto vicino alla sorgente di emissione (< 3 metri).

Si può quindi concludere che il metodo di energizzazione Air-Gun, che sarà utilizzato per i futuri rilievi nel permesso di ricerca, non presenta effetti distruttivi per gli organismi viventi, ma soltanto un'azione di disturbo circoscritta alla breve durata del rilievo.

2.1.4 Tempi di esecuzione

I tempi di realizzazione saranno teoricamente molto brevi, circa 4 giorni di operazioni in mare con condizioni meteorologiche favorevoli.

PROSPEZIONE GEOFISICA A RIFLESSIONE			
QUADRO RIEPILOGATIVO			
Metodo di Energizzazione	Numero di linee	Km	Tempo di esecuzione
Air-Gun	20	160	4 giorni

2.1.5 Normativa e standard di riferimento

Lo svolgimento dell'attività d'indagine geofisica per la ricerca di idrocarburi in mare si svolge nel rispetto della regolamentazione imposta dalla Legge n.6/1957, modificata con Legge n.613/1967 “Ricerca e coltivazione offshore”, e dal D.M.29/9/67 “Disciplinare tipo dei permessi e concessioni offshore”, non senza aver provveduto allo svolgimento di tutti gli adempimenti necessari in fase autorizzativa quali:

- denuncia di esercizio agli organi competenti della Direzione Generale delle Miniere.

La stessa attività applica la normativa italiana in materia di sicurezza secondo quanto disposto nel D.P.R. n.886/1979 “Integrazione ed adeguamento norme di polizia mineraria nel mare territoriale e nella piattaforma continentale”.

Relativamente agli standard costruttivi e di sicurezza vengono applicate le norme tecniche riportate dall’API (American Petroleum Institute) in “Norme riguardanti la progettazione e la costruzione di strutture offshore”.

Per quanto riguarda la salvaguardia dell’ambiente per lavori di geofisica in mare si farà riferimento alla Legge 41/1985 concernente l’esplorazione e la coltivazione delle risorse minerarie nei fondi marini.

2.2 DESCRIZIONE DELLE OPERAZIONI DI PERFORAZIONE

L'esecuzione di un pozzo esplorativo ha lo scopo di esplorare gli obiettivi stratigrafico-strutturali evidenziati dai rilievi geofisici e dagli studi geologici, per verificare la presenza di idrocarburi, provarne la qualità e la quantità.

Una volta stabilita l'ubicazione di un pozzo, è però necessario eseguire un ulteriore rilievo geofisico del fondo marino atto a definire tutti i parametri del sito (morfologici e geotecnici) e ad operare la scelta dell'impianto di perforazione più adatto, in funzione soprattutto della profondità d'acqua in cui si deve operare.

Due sono i tipi di impianto comunemente utilizzati (fig.8):

- ***Jack-up*** (piattaforma mobile con posizionamento al fondo tramite gambe retrattili) per perforazioni in acque profonde fino a 90m;
- ***Semisommersibile*** o ***drill-ship*** (entrambe con posizionamento affidato ad un sistema di ancore) per perforazioni in acque superiori ai 90m.

Nell'area in istanza, in cui l'acqua ha una profondità media superiore ai 200m, qualora gli studi portassero all'ubicazione di un pozzo, si prevede di utilizzare un impianto di tipo *Drill-ship* con posizionamento dinamico (fig.9).

2.2.1 Tecniche di perforazione e circolazione dei fluidi di perforazione

Le moderne perforazioni per la ricerca di idrocarburi in mare vengono effettuate mediante un impianto assemblato su un Jack-up o semisommersibile. L'impianto di perforazione è costituito dalla torre di perforazione o "derrick", l'argano, la tavola rotary, un sistema di vasche e pompe per il fango, l'attrezzatura di perforazione (aste e scalpelli), generatori di elettricità e motori. Per la circolazione del fango nelle perforazioni in mare si utilizza un tubo a cannocchiale di larghe dimensioni, detto "riser", che collega la testa pozzo, posizionata sul fondo del mare, con l'impianto in superficie, permettendo di sopperire al moto oscillatorio a cui il movimento del mare sottopone l'impianto stesso.

Nel sistema rotary (fig.10), lo scalpello poggia sul fondo del pozzo ed è collegato alla superficie da una serie di aste cave avvitata l'una nell'altra al cui interno circola il fango di perforazione, messo in movimento da un sistema di pompe idrauliche. La prima di queste aste, partendo dalla superficie, ha sezione poligonale (asta quadra) e passa attraverso una piastra (tavola rotary) che presenta un foro della stessa sezione. La tavola rotary ruotando mette in movimento l'insieme delle aste e lo scalpello presenti nel pozzo. La batteria (aste e scalpello) è sospesa ad un gancio a sua volta collegato ad un cavo che scorre su un sistema di carrucole appese alla sommità della torre di perforazione. Attraverso un manicotto flessibile collegato all'estremità superiore dell'asta quadra viene iniettato a pressione il fango

(fig.11), un fluido generalmente costituito da acqua e polimeri biodegradabili, la cui composizione viene costantemente controllata al fine di rispondere, in ogni momento della perforazione, a determinate caratteristiche di densità e viscosità, controbilanciando così la pressione dei fluidi presenti nelle formazioni mediante la creazione di un sottile pannello impermeabile lungo le pareti del foro; il fango inoltre, uscendo a pressione dagli ugelli dello scalpello, opera un'azione di disgregazione della roccia permettendone la risalita a giorno, oltre a raffreddare e a lubrificare lo scalpello stesso. Si prevede, per lo svolgimento della perforazione del pozzo, un fabbisogno medio di acqua dolce di $20 \text{ m}^3/\text{giorno}$ per il confezionamento del fango. L'approvvigionamento avverrà giornalmente tramite trasporto da terra con un supply vessel.

Con il procedere della perforazione, al fine di garantire la stabilità delle pareti del pozzo, vengono discesi, ad intervalli decisi in base alla stratigrafia e al top dell'obiettivo da raggiungere, una serie di tubi di acciaio - detti casing o colonne - di diametro inferiore a quello dello scalpello e decrescente a partire dalla superficie. I casing hanno la primaria funzione di evitare il crollo delle pareti del foro, con conseguente perdita della batteria di perforazione; inoltre la cementazione dei casing alle pareti del pozzo evita la venuta di fluidi (acque di formazione o idrocarburi) dalle formazioni attraversate, che potrebbero compromettere la sicurezza del sondaggio.

Prima di iniziare la perforazione, viene posizionata sul fondo del mare la testa pozzo, una struttura fissa collegata al primo casing, al quale vengono fissate le attrezzature di sicurezza (BOP) ed il riser.

Da quanto brevemente illustrato e sulla base della successione stratigrafica ipotizzata è prevedibile il seguente programma (provvisorio) di tubaggio (fig.12):

Fase 1: perforazione con scalpello da 36" dal fondo del mare (~300m) fino a circa 800m. Discesa e cementazione di un casing da 30" dal fondo del mare fino alla profondità di circa 800 metri. La posa della colonna alla profondità indicata è dettata dalla necessità di mantenere la verticalità del pozzo.

Fase 2: perforazione con scalpello da 26" fino a circa 1000 metri. Discesa e cementazione di un casing da 20" dal fondo del mare fino alla profondità di circa 1000 metri. La posa della colonna alla profondità indicata è dettata dalla necessità di mantenere la verticalità del pozzo.

Fase 3: perforazione con scalpello da 17"1/2 da 1000 fino a circa 1600 metri. Discesa e cementazione di un casing da 13" 3/8 dal fondo del mare fino alla profondità di circa 1600 metri.

Fase 4: perforazione con scalpello da 12"1/4 da 1600 fino a circa 3200 metri. Discesa e cementazione di un casing da 9" 5/8 dal fondo del mare fino alla profondità di circa 3300 metri.

La cementazione delle suddette colonne verrà effettuata mediante la tecnica della risalita, a non meno di 10m dal fondo mare, del cemento posto nell'intercapedine tra foro e colonna al fine di garantire l'isolamento tra le formazioni attraversate e la superficie. L'attesa per la presa del cemento non sarà inferiore alle 4 ore, per ogni discesa casing, prima di riprendere le operazioni di perforazione.

2.2.2 Tecniche di prevenzione dei rischi ambientali

Prima, durante e dopo lo svolgimento delle attività di perforazione in mare, particolare cura deve essere posta nell'applicazione di una serie di provvedimenti e tecniche per la prevenzione dei rischi ambientali.

2.2.2.1 Sopralluogo dell'ubicazione scelta (well site survey)

Una volta individuato il possibile sito ove realizzare il pozzo, un sopralluogo dell'ubicazione a mezzo di apposite navi ha lo scopo di raccogliere una serie di informazioni sul fondo del mare al fine di disegnare un quadro ambientale completo e di definire tutti gli interventi necessari a prevenire possibili rischi per l'ambiente, proteggere zone di particolare sensibilità e posizionare con sicurezza le strutture necessarie alle operazioni di perforazione.

Per ottenere questi risultati è necessario eseguire su un'area di almeno 1 km²:

- un accurato rilevamento della profondità del fondale marino,
- uno studio sulla natura del fondo marino e dei suoi aspetti morfologici per individuare il tipo di sedimenti presenti causare una instabilità delle gambe del Jack-up,
- una lito-stratigrafia del fondo marino fino alla profondità di almeno 10m,
- un rilevamento particolareggiato del fondale mirato a individuare:
relitti, residui bellici, manufatti, irregolarità del fondale, ostruzioni, massi erratici, rocce affioranti, e comunque ogni ostacolo che possa interferire con le operazioni di posizionamento dell'impianto o delle operazione di perforazione,
- una delimitazione areale e in profondità di eventuali sacche di gas superficiali che rappresentano un pericolo durante la prima fase di perforazione,
- determinazione della eventuale presenza di Posidonia Oceanica al fine di evitare interferenze con la specie.

Saranno quindi adottate le seguenti tipologie di rilievo geofisico:

- digitale per la determinazione delle situazioni di eventuale pericolo alla perforazione fino a 1000m dal fondo del mare. Le attrezzature utilizzate sono: una sorgente di energia tipo air/water gun, un cavo sismico di 600m di lunghezza con 48 gruppi di ricevitori;

- analogico per un accurato dettaglio stratigrafico superficiale (fino a 100-200m dal fondo mare) con individuazione di eventuali pericoli alla perforazione, per ricostruire la morfologia del fondale. Le attrezzature utilizzate sono la sorgente di energia air gun ed il Side Scan Sonar.
- magnetometrico per l'individuazione di eventuali materiali ferrosi, relitti, cavi, pipeline presenti nell'area interessata al rilievo.

Prelievi del fondale marino possono essere necessari impiegando un carotiere a gravità o una benna.

Durante le fasi del rilievo vengono inoltre registrati i dati di profondità a fondo mare per mezzo di ecoscandaglio idrografico. Le operazioni di acquisizione dei dati sono condotte da navi appositamente attrezzate, dotate di propulsori a elica, atte ad assicurare una bassa rumorosità eseguendo i rilievi a velocità non superiore a 3 nodi. Il mezzo navale è assistito da mezzi appoggio con lo scopo di monitorare l'area delle operazioni e di segnalare la presenza di un cavo di traino ai natanti che transitano nella zona interessata dai rilievi. Il sopralluogo ha una durata di circa 3 giorni.

2.2.2.2 Apparecchiature di sicurezza (Blow out preventers)

Durante la fase di perforazione può realizzarsi il rischio di eruzioni incontrollate di idrocarburi liquidi e gassosi allorché la pressione esercitata dai fluidi presenti nelle formazioni supera la pressione idrostatica del fango di perforazione. Tale condizione si riconosce quando appositi sensori visivi ed acustici accertano l'aumento di volume del fango nelle vasche.

I **Blow Out Preventers (B.O.P.)** sono delle attrezzature di sicurezza che hanno la precisa funzione di prevenire, od ostacolare, la fuoriuscita incontrollata di fluidi (fango e idrocarburi) dal pozzo.

I B.O.P. (di tipo a sacco o a ganasce), montati sulla testa-pozzo a fondo mare (fig.10), dispongono di una serie di saracinesche che si chiudono sulle aste, a pozzo libero o tubato, e sono azionati da dispositivi automatici o manuali localizzati sull'impianto di perforazione.

Una volta bloccato il flusso e chiuso il pozzo, si provvede a mettere in atto tutte le procedure operative necessarie a ripristinare le condizioni di equilibrio nel pozzo, con pompaggio di fango a densità superiore a quella del fluido di formazione.

2.2.2.3 Emissioni di gas

In generale i gas provenienti dalle formazioni sono, anche se in concentrazione diversa, H₂S (Solfuro di Idrogeno) e in misura lievemente minore CO₂ (Biossido di Carbonio); entrambi sono tossici e possono provocare forme di avvelenamento nell'uomo, nella fauna e nella flora.

La piattaforma di perforazione è dotata, in prossimità della tavola rotary, all'uscita del fango dai vibrovagli, al piano sonda, ai preventers, vicino i bacini di sedimentazione e lungo tutto il suo, di **sensori di gas** collegati con sistemi di allarme acustico che si azionano allorquando viene superata la concentrazione di 10 ppm per H₂S e 5000 ppm per CO₂.

I valori 10 e 5000 ppm rappresentano i limiti di soglia (TLW-TWA) stabiliti dall'ACGIH (American Conference of Governmental and Industrial Hygienist) e rappresentano una concentrazione media ponderata (per una giornata di 8h per 40h settimanali) a cui i lavoratori possono venire esposti giornalmente senza effetti negativi.

Segnalatori visivi del tipo a luci lampeggianti ed indicatori della direzione del vento, sono inoltre presenti sulla piattaforma per meglio localizzare, nel caso ci sia la necessità, la via da seguire per l'abbandono immediato.

2.2.2.4 Tecniche di prevenzione inquinamento marino

L'impianto di perforazione off-shore è dotato di un sistema drenaggi e contenitori onde impedire qualsiasi sversamento in mare di acque piovane contaminate, fango di perforazione e/o oli di sentina. Detti rifiuti vengono raccolti in cassonetti e trasferiti a terra per il successivo smaltimento finale. I detriti di perforazione sono anch'essi raccolti in cassonetti e trasferiti a terra per il trattamento e lo smaltimento finale.

I liquami civili (scarichi w.c., lavandini, docce, cambusa), prima di essere scaricati in mare vengono trattati chimicamente.

La testa pozzo, montata in fondo al mare, è dotata di apparecchiature di sicurezza (BOP), comandate dall'impianto di perforazione, il cui scopo è quello di bloccare fuoriuscite incontrollate di fluidi di strato (olio, gas, acqua). Queste apparecchiature vengono montate in numero e tipo tali da garantire la tenuta idraulica sulla pressione esercitata dai fluidi di strato con tutta l'attrezzatura che si può avere in pozzo al momento dell'eruzione ed anche con pozzo senza attrezzatura. Inoltre il loro numero e la sequenza di montaggio sono tali da consentire in caso di malfunzionamento di una di queste, di poter impiegare quella montata in successione.

L'impianto di perforazione è assistito 24 ore su 24 da una nave appoggio che oltre che fungere da stoccaggio temporaneo per i materiali necessari alla perforazione (gasolio, acqua, bentonite, barite, casings) è dotato di opportuna scorta di disperdente e attrezzato con appositi bracci per il suo eventuale impiego in mare in caso di sversamenti accidentali di olio.

La base di appoggio a terra, in questo caso Brindisi, sarà dotata dell'attrezzatura necessaria per un primo intervento di emergenza tramite le navi appoggio in caso di sversamenti accidentali di olio in mare.

L'attrezzatura citata consisterà in:

- 500m di barriere antinquinamento,
- 2 skimmer (recuperatori meccanici) per la raccolta dell'olio galleggiante sulla superficie dell'acqua,
- 200 fusti di disperdente chimico
- materiale oleo-assorbente (sorbent booms, sorbent blanket, ecc.)

2.2.3 Misure di attenuazione di impatto ed eventuale monitoraggio

Il monitoraggio delle operazioni di perforazione inizia con il sopralluogo al sito di possibile ubicazione, come descritto nel paragrafo 2.2.2.1, per ottenere tutte le informazioni sul fondale marino, al fine di disegnare un quadro ambientale completo e di definire tutti gli interventi necessari a prevenire possibili rischi per l'ambiente, proteggere zone di particolare sensibilità e posizionare con sicurezza le piattaforme di perforazione.

La piattaforma di perforazione, prima di essere posizionata sull'ubicazione scelta, dovrà essere dotata di un sistema antinquinamento così disegnato:

- Tutti i piani di lavoro (piano sonda, main deck, ecc.) provvisti di drenaggi che impediscano qualsiasi fuoriuscita in mare e raccolgano le acque piovane, quelle di lavaggio impianto e gli eventuali sversamenti di fango sui piani in apposite vasche.
- Svuotamento periodico delle vasche con trasbordo nelle cisterne della nave appoggio (supply-vessel), che staziona 24 ore su 24 nelle immediate vicinanze della piattaforma, e successivo trasporto via terra a idonei recapiti per lo smaltimento.
- La sala macchine, la zona pompe e quella motori dotate di sentina per la raccolta di liquidi oleosi provenienti da tutte le zone in cui sono possibili sversamenti di oli lubrificanti.
- I liquidi raccolti tramite pompa di rilancio inviati ad un impianto separatore olio-acqua; l'acqua separata inviata nella vasca di raccolta dei rifiuti liquidi; l'olio stoccato in appositi fusti in attesa di essere trasportato a terra per lo smaltimento in loco dedicato.
- I detriti perforati, separati dal fango di perforazione ai vibrovagli, raccolti da una coclea ed inviati ad un cassonetto di raccolta della capacità di 6 m³ da rimpiazzare quando pieno, per essere poi inviati a terra.
- I rifiuti di bordo (lattine, bottiglie, imballaggi, ecc.) raccolti in cassonetti e periodicamente trasferiti sulla nave appoggio per il trasporto a terra.

2.2.4 Stima della produzione dei rifiuti, dell'emissione di inquinanti chimici nell'atmosfera e della produzione di rumori e vibrazioni

Durante le operazioni di perforazione inevitabilmente vengono prodotti dei rifiuti, così come l'impiego di motori diesel ed organi meccanici implicano la produzione di rumori e al emissione in atmosfera di inquinanti chimici.

2.2.4.1 Produzione dei rifiuti

I rifiuti sono costituiti da:

- rifiuti di tipo urbano (lattine, cartoni, legno, stracci, ecc.)
- rifiuti derivanti dalla perforazione (fango in eccesso e detriti intrisi di fango)
- acque reflue (acque di lavaggio impianto, meteoriche, di sentina)
- liquami civili (scarichi w.c., lavandini, docce, ecc.)

Una stima delle quantità di rifiuti che verranno prodotti durante la perforazione di un pozzo nell'area in esame, utilizzando i dati statistici raccolti per pozzi eseguiti in passato nelle vicinanze è riportata in tabella:

Rifiuti urbani Ton.	Fango (solidi + acqua) m ³	Detriti di perforazione m ³	Liquami civili m ³
25	1250	420	3

2.2.4.2 Emissione di inquinanti chimici nell'atmosfera

Oltre alle già citate emissioni legate alla fuoriuscita di elementi gassosi col fluido di perforazione, altre sorgenti inquinanti dell'atmosfera sono i gruppi elettrogeni. Il loro grado d'impatto sulla componente ambientale "aria", è ampiamente condizionato dal loro regime di funzionamento, dalla potenza termica del motore e dal tipo di combustibile usato; tali fattori verranno in maniera continua tenuti sotto controllo, anche in funzione di quelle che sono le indicazioni specifiche imposte dalla normativa in materia di inquinamento dell'aria (D.P.R. 203/88 e D.M. 12/7/90 di cui al par. 2.2.10).

Sull'impianto sono installati 5 generatori di potenza pari a 1200 HP ognuno. Dei 5 generatori uno è adibito al solo caso di emergenza, mentre gli altri 4 sono contemporaneamente in funzione in condizione di normale operatività. Il combustibile utilizzato è gasolio per autotrazione con tenore di zolfo inferiore allo 0,2 % in peso.

Dai dati forniti dai costruttori è stato sintetizzato nella seguente tabella il mix dei componenti in emissione per un singolo generatore:

portata gas di scarico m ³ /h	portata gas di scarico kg/min	temperatura °C
11.400	89,5	495

Idrocarburi Incombusti	CO	NO _x	SO ₂	Particolato (PTS)
72 g/h	607 g/h	8000 g/h	850 g/h	242 g/h
18 mg/Nm ³	150 mg/Nm ³	2000 mg/Nm ³	210 mg/Nm ³	60 mg/Nm ³

LIMITI DI LEGGE (D.M. 12/07/1990)

	650 mg/Nm ³	4000 mg/Nm ³		130mg/Nm ³
--	------------------------	-------------------------	--	-----------------------

Si osserva che i valori in emissione di CO, NO_x e PTS sono decisamente inferiori ai valori limite di legge.

2.2.4.3 Produzione di rumori

Sulla piattaforma di perforazione le fonti di rumore sono date da: motori diesel, tavola rotary, argano, pompe e cementatrici. Il rumore prodotto è di tipo a bassa frequenza ed è più intenso nella zona motori. Dai dati forniti dai costruttori in relazione al rumore prodotto dalle diverse attrezzature si hanno i valori mostrati nella seguente tabella.

zona motori diesel	piano sonda (tavola rotary e argano)	zona pompe
100dB	90dB	90dB

2.2.5 Tecniche di trattamento e scarica dei rifiuti (compresi i detriti di perforazione)

A bordo della piattaforma vengono effettuati solo trattamenti relativi a:

- residui alimentari

- liquami civili (scarichi w.c., lavandini, docce, cambusa)
- liquami di sentina

mentre vengono raccolti e trasferiti a terra per successivo trattamento e smaltimento:

- fango di perforazione
- detriti perforati
- acque di lavaggio
- oli
- rifiuti solidi urbani e assimilabili

I *residui alimentari* vengono scaricati in mare solo se di dimensioni che attraversino la rete di un setaccio le cui maglie abbiano un diametro di 25 mm, come stabilito dalle norme internazionali “MARPOL” (Marine Pollution). A questo scopo i residui vengono sottoposti a preventiva triturazione.

I *liquami civili* prima di essere riversati in mare sono trattati con impianto biologico di depurazione omologato RINA. Lo scarico avviene in conformità con quanto stabilito dalla Legge 662/80 che si adegua alla normativa internazionale “MARPOL”.

I *liquidi di sentina*, costituiti da olio ed acqua mescolati tra loro, vengono trattati mediante separatore che provvede alla separazione delle due fasi. L’olio viene filtrato e raccolto per essere successivamente infustato e trasferito a terra per essere smaltito al Consorzio Oli Esausti. L’acqua è inviata alla vasca di raccolta rifiuti liquidi, fango ed acque piovane e/o di lavaggio.

I rifiuti non trattati vengono trasferiti dalla nave appoggio in cisterne, autospurghi e cassonati a tenuta stagna, che li portano presso un centro di trattamento dove si effettuano i processi di innocuizzazione (figg.13 e 14), disidratazione e depurazione.

I *detriti di perforazione* (cuttings) in uscita dal vibrovaglio, una volta portati a terra, vengono stoccati inizialmente in un corral in acciaio o cemento e in un secondo momento inertizzati con cemento, quindi previo controllo della composizione con test di eluizione con acido acetico (D.C.I. 14/7/86), prelevati con automezzi autorizzati e trasportati in opportuna discarica ai sensi del D.Lgs.22/97.

I *fluidi (fanghi e acque di lavaggio)*, non più idonei per la perforazione, vengono portati in un centro di trattamento dove, dopo un passaggio in una vasca di equalizzazione per stabilizzare il valore del pH, vengono sottoposti al trattamento chimico-fisico di destabilizzazione e successiva disidratazione, a mezzo centrifuga, al fine di eliminare tutte le componenti inquinanti presenti nel fango e di modificarne le sue caratteristiche in modo da renderlo compatibile col la sua destinazione finale.

Il processo di destabilizzazione consiste nell'aggiunta al fango di coagulanti di natura organica (policloruro di Al, cloruro ferrico, solfato di Al) che favoriscono la coagulazione e la flocculazione delle particelle solide; la successiva centrifugazione separa del tutto l'acqua dai fanghi.

I fanghi disidratati subiscono quindi il trattamento di inertizzazione e previo controllo della composizione con test di eluizione con acido acetico (D.C.I. 14/7/86), smaltiti in una discarica opportuna ai sensi della normativa vigente.

Le acque provenienti dal trattamento di disidratazione incluse le acque di lavaggio e le acque meteoriche, convogliate in un altro vascone di raccolta vengono sottoposte al trattamento di depurazione chimico-fisica consistente nella neutralizzazione cioè aggiunta di NaOH che riporta il pH a valori di norma tra 7,5 e 8, e di un polielettrolita-cationico (NYMCO EM 100, vedi scheda nell'allegato B) che favorisce prima la coagulazione e poi la formazione dei flocculi che vengono separati per decantazione e recuperati nei vasconi reflui ed inertizzati come precedentemente descritto. Il fluido residuo passa quindi attraverso opportuni filtri (filtro a sabbia e filtro a carbone), da cui l'acqua ormai chiarificata può essere riutilizzata nell'area del cantiere o, previo controllo della composizione per verificare la conformità ai limiti imposti dal D.Lgs. 152/1999, reimpressa nei corpi idrici superficiali.

La eventuale presenza di idrocarburi liquidi comporterà la loro preventiva eliminazione e separazione dall'acqua in vasche con boe e teli assorbenti e al loro successivo stoccaggio in serbatoi impermeabili alloggiati all'interno di una vasca di contenimento in cemento armato prima della definitiva eliminazione da parte di Operatori specializzati nel settore muniti delle autorizzazioni previste dalla Legge (D.L. 27/1/92, n° 95).

Il trattamento dei cuttings e dei fluidi di perforazione, il trasporto e il loro successivo smaltimento definitivo viene effettuata da Operatori specializzati nel settore, muniti delle autorizzazioni previste dal D.Lgs. 22/97.

Pertanto il controllo che tutte le fasi si svolgano nel rispetto della normativa vigente in materia, si attesta attraverso: le analisi chimico-fisiche dell'acqua depurata, dei detriti e fanghi inertizzati, il registro di carico e scarico e il certificato di avvenuto smaltimento.

2.2.6 Chiusura mineraria (o eventuale completamento) con programma di rimozione delle strutture

2.2.6.1 Chiusura mineraria

Nel caso di mancati indizi di manifestazioni durante la perforazione o a seguito di esito negativo o non economico da parte dei test condotti nelle formazioni obiettivo del sondaggio (in foro scoperto o tubato), il pozzo sarà considerato sterile e si procederà alla sua chiusura mineraria, cioè alla sequenza di operazioni che precede il suo definitivo abbandono (fig.15).

La chiusura mineraria consiste:

- nel ripristino nel sottosuolo delle condizioni idrauliche precedenti la perforazione,
- nel ripristino sul fondo del mare delle condizioni morfologiche preesistenti.

La prima condizione serve ad evitare la fuoriuscita a fondo mare di fluidi strati e a garantire l'isolamento dei fluidi dei singoli strati.

Questo obiettivo si ottiene con l'uso combinato di:

- tappi di cemento nel casing o nel foro
- squeeze di cemento nella formazione attraversata
- bridge-plugs
- fango a densità calibrata.

I tappi di cemento e i bridge-plugs isolano le pressioni al di sotto di essi, annullando l'effetto del carico idrostatico dei fluidi sovrastanti. La densità del fango controlla le pressioni al di sopra dei tappi di cemento e dei bridge-plugs.

Se la chiusura mineraria viene decisa con o senza l'esecuzione di test in foro scoperto, dei tappi di cemento, di almeno 50m, vengono posti in corrispondenza di quei livelli con caratteristiche di maggiore porosità e permeabilità al fine di evitare qualsiasi movimento di fluidi (liquidi o gassosi) dalle formazioni al pozzo; mentre un ulteriore tappo di cemento di 100m sarà realizzato tra la scarpa dell'ultima colonna discesa (50m) ed il foro scoperto (50m).

Se la chiusura mineraria viene decisa dopo l'esecuzione di test, a esito negativo, in foro tubato, ogni livello provato dovrà essere chiuso con Cement Retainer, squeezing di cemento, isolato con un bridge-plug, posto al di sopra degli intervalli sparati e cementato con un tappo al di sopra, di almeno 50m.

Nel restante foro tubato non soggetto a prove è prevedibile la posa di minimo 2 tappi di cemento posti a profondità da definire e di lunghezza non inferiore ai 100 metri e di un tappo superficiale di circa 200 m.

Il ripristino del fondo del mare sarà effettuato, dopo l'esecuzione del tappo di cemento superficiale, con:

- il taglio delle colonne sporgenti (come prescritto dal D.P.R: 886/79) che potrebbero provocare danno alle reti di pesca utilizzate dai pescherecci.

2.2.6.2 Prove di produzione

Alla conclusione della perforazione del pozzo esplorativo, nel caso che siano stati rinvenuti idrocarburi, si procederà all'esecuzione di prove che accertino la produttività dei livelli mineralizzati.

2.2.6.3 Completamento dei pozzi di produzione e misure di prevenzione dei rischi ambientali

Nel caso che l'esito del sondaggio sia positivo ed economico, il pozzo viene "completato" e allacciato alla produzione (fig.16).

Il completamento ha lo scopo di predisporre il pozzo alla produzione in modo permanente e in condizione di sicurezza.

I principali fattori che determinano il progetto di completamento sono:

- il tipo e le caratteristiche dei fluidi di strato (es. gas, olio leggero, olio pesante, presenza di idrogeno solforato o anidride carbonica, acqua di strato, ecc.);
- la capacità produttiva, cioè la permeabilità dello strato, la sua pressione, ecc.;
- l'estensione dei livelli produttivi, il loro numero e le loro caratteristiche;
- l'erogazione spontanea o assistita.

In funzione delle condizioni del pozzo rispetto agli intervalli produttivi, si hanno due tipi di completamento:

a) Completamento in foro scoperto (non nel nostro caso)

La zona produttiva è separata dalle formazioni superiori solo dalle colonne cementate durante la perforazione. E' un sistema utilizzato solo per formazioni compatte e stabili (calcari e/o dolomie) che non tendono a franare provocando l'occlusione del foro.

b) Completamento con perforazione in foro tubati (nostro caso)

La zona produttiva viene ricoperta con una colonna (casing o liner di produzione) a cui successivamente, per mezzo di cariche esplosive ad effetto perforante, vengono aperti dei fori che mettono in comunicazione gli strati produttivi con l'interno della colonna. E' questo il sistema utilizzato per formazioni clastiche poco compatte (sabbie)

Il trasferimento degli idrocarburi dalla zona produttiva alla testa pozzo viene effettuato mediante una batteria di tubi di protezione detta "string di completamento" che consiste nella discesa in pozzo di una serie di tubini, del diametro di 3" 1/2 per il completamento singolo o di 2" 1/4 per il completamento doppio, fino all'intervallo produttivo della formazione. Questi tubini vengono fissati, all'interno del casing/liner, per mezzo di packer (guarnizioni di gomma ad alta pressione), permanenti o mobili, che isolano idraulicamente la parte di colonna in comunicazione con le zone produttive dal resto della colonna, che per ragioni di sicurezza viene mantenuta piena di fluido di completamento. All'interno della batteria di completamento vengono installate valvole di sicurezza (safety valve) che hanno lo scopo di chiudere automaticamente l'interno del tubing in caso di rottura incontrollate, bloccando il flusso di idrocarburi verso l'alto.

L'intera batteria viene quindi collegata a fondo mare ad una complessa serie di valvole per il controllo del flusso erogato (X-MAS Tree o Croce di produzione). L'installazione di una piattaforma fissa (monotubolare in questo caso) permetterà lo sfruttamento del giacimento a livello del mare.

2.2.7 Tempi di messa in posto dell'impianto, della perforazione, di eventuali prove di produzione, della rimozione delle strutture e dell'abbandono postazione

2.2.7.1 Tempi della messa in postazione dell'impianto

I tempi della messa in postazione sono legati al tipo di impianto che verrà utilizzato. Nel caso di semisommersibile, il posizionamento potrà richiedere al massimo 2 giorni in quanto l'unica operazione da eseguire è la verifica di tenuta al fondo dei sistemi di ancoraggio tensioattivi.

2.2.7.2 Tempi di realizzazione della perforazione

Anche la stima del tempo necessario ad eseguire il sondaggio è soggetto a numerosi fattori (difficoltà di perforazione di alcune formazioni, prese di batteria, durata delle circolazioni, ecc). Nell'eventualità che le difficoltà operative siano ridotte al minimo la perforazione di un pozzo di circa 3000-3500 metri, in queste condizioni geologiche, richiederà circa 30 gg.

2.2.7.3 Prove di produzione

I tempi per eseguire le eventuali prove di produzione dipenderanno dal numero di test che verranno programmati in funzione degli intervalli formazionali più interessanti ai fini di una corretta valutazione del reservoir. Tali prove verranno eseguite al termine della perforazione e successivamente al completamento del pozzo; per ogni prova la durata prevista è di circa 4 gg.

2.2.7.4 Rimozione strutture e abbandono postazione

E' prevedibile che un periodo di 3 gg. sia sufficiente per la rimozione delle strutture di fondo mare e l'abbandono della postazione.

SOMMARIO DEI TEMPI DI REALIZZAZIONE DELLA PERFORAZIONE

Operazione	Tempo Previsto (numero giorni)
Messa in postazione	1 - 2
Perforazione pozzo	30
Prova di produzione	4
Rimozione strutture e Abbandono postazione	3

2.2.8 Normativa e standard di riferimento

Tutte le attività vengono svolte in conformità alle normative vigenti in materia di sicurezza del lavoro e tutela dell'ambiente.

In particolare si fa riferimento a:

R.D. 327/42	“Codice della Navigazione”
D.P.R. 328/52	“Regolazione della Navigazione”
D.P.R. 547/55	“Norme per al prevenzione degli infortuni sul lavoro”
D.P.R. 303/56	“Norme generali per l’igiene sul lavoro”
Legge 6/57	“Ricerca e coltivazione degli idrocarburi liquidi e gassosi”
D.P.R. 128/59	“Norme di polizia delle miniere e cave”
Legge 813/67	“Ricerca e coltivazione degli idrocarburi liquidi e gassosi nel mare territoriale e nella piattaforma continentale e modificazioni alla Legge 11/01/57 n.6 sulla ricerca e coltivazione degli idrocarburi liquidi e gassosi”
D.M. 29/09/67	“Approvazione del disciplinare tipo per i permessi di prospezione e di ricerca e per le concessioni di coltivazione degli idrocarburi liquidi e gassosi nel mare territoriale e nella piattaforma continentale”
D.P.R. 886/79	“Norme di sicurezza off-shore”
Legge 662/80	“Ratifica ed esecuzione della convenzione internazionale per la prevenzione dell’inquinamento causato da navi e del protocollo sull’intervento in alto mare in caso di inquinamento causato da sostanze diverse dagli idrocarburi, con annessi, adottati a Londra il 2/11/73”
D.P.R. 691/81	“Smaltimento oli esausti”
D.C.I. 27/07/84	“Disposizioni per la prima applicazione dell’art: 4 del DPR 10/9/82, n.915”
Legge 441/87	“Albo Nazionale Smaltitori”
D.P.R. 203/88	“Attuazione delle direttive CEE nn. 80/779, 82/884, 84/360 e 85/203 concernenti norme in materia di qualità dell’aria, relativamente a specifici agenti inquinanti, e inquinamento prodotto dagli impianti industriali ai sensi dell’art. 15 della Legge 16/4/87 n. 183”
D.M. 12/7/90	“Legge guida per il contenimento delle emissioni inquinanti degli impianti industriali e al fissazione dei valori minimi di emissione”
DPCM 1/3/91	“Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell’ambiente esterno”
D.M. 277/91	“Norme in materia di protezione dei lavoratori dal rumore”
D.L. 95/92	“Attuazione delle direttive CEE 75/439 e 87/101, relative alla eliminazione degli oli usati”

D.M.A. 28/7/94	“Determinazione delle attività istruttorie per il rilascio dell’autorizzazione allo scarico in mare di materiali derivati da attività di prospezione, ricerca e coltivazione di giacimenti di idrocarburi liquidi e gassosi”
D.M.A. 126/94	“Attuazione degli artt. 2 e 5 del D.L. 8/7/94 n. 438 recante disposizioni in materia di riutilizzo dei residui derivanti da cicli di produzione o di consumo in un processo produttivo o in un processo di combustione, nonché in materia di smaltimento dei rifiuti”
D.L. 616/94	“Disposizioni in materia di riutilizzo dei residui derivanti da cicli di produzione o di consumo in un processo di combustione, nonché in materia di smaltimento dei rifiuti”
D.L. 162/95	“Disposizioni in materia di utilizzo dei residui derivanti da cicli di produzione o di consumo in un processo produttivo o in un processo di combustione, nonché in materia di smaltimento reflui”
D.L. 113/96	“Disposizioni in materia di riutilizzo dei residui derivati da cicli di produzione o di consumo in un processo produttivo o in un processo di combustione, nonché in materia di smaltimento reflui”
D.Lgs 624/96	“Norme di sicurezza industrie estrattive”
D.Lgs. 22/1997	“Attuazione delle direttive 91/156/CEE sui rifiuti, 91/689/CEE sui rifiuti pericolosi e 94/62/CE sugli imballaggi e rifiuti di imballaggio”
D.Lgs. 152/1999	“Disposizioni per la tutela delle acque dall’inquinamento”

Norme Ingiuntive

Il D.P. n. 886 del 24/5/79 è la principale legge sulle norme di sicurezza nelle acque territoriali italiane e stabilisce condizioni e norme generali da applicare nel caso di impianti fissi e mobili off-shore e fa riferimento a varie altre norme di legge per antincendio, incidenti, relazioni scritte, dotazione di apparecchiature di salvataggio, ecc.

In particolare, tale Decreto è suddiviso nei seguenti argomenti:

- Provvedimenti generali, comprendenti responsabilità e organizzazione, limitazione di accesso, rapporti di incidenti, ecc.
- Sicurezza nelle attività di esplorazione.
- Sicurezza nelle attività di perforazione, comprendente i requisiti per la sottomissione del programma di perforazione, sicurezza dell’unità e delle apparecchiature di perforazione,

sicurezza antincendio, comunicazioni, segnalazioni, prevenzione dell'inquinamento, regolamenti del personale, requisiti e organizzazione dei soccorsi.

- Norme di sicurezza per operazioni su tubazioni e apparecchiature di produzione, comprese le norme applicabili tratte da attività di perforazione, attività di workover, ecc.
- Provvedimenti temporanei
- Avvisi, documentazione e altro materiale amministrativo
- Provvedimenti penali

3. SITUAZIONE AMBIENTALE

L'area del permesso si trova a circa 10 km dal litorale di Crotone (tav.1), ad una latitudine compresa tra i 38° 56' e i 39° 21'.

3.1 DELIMITAZIONE DELLE AREE INTERESSATE DALLE OPERAZIONI

L'area interessata dalle operazioni al momento è quella interamente coperta dal perimetro del permesso (tav.1), in quanto solo dopo una prima valutazione della vecchia sismica, da acquistare dal precedente operatore nell'area, si potrà avere un quadro dettagliato su cui concentrare la futura esplorazione. L'area confina ad ovest con tre concessioni di sfruttamento di gas in cui sono presenti le piattaforme fisse di Luna, Hera Lacinia e Lavinia, tutte collegate a terra con un metanodotto.

3.2 ALTRE UTILIZZAZIONI DELL'AREA E REGIMI VINCOLISTICI

Il permesso di ricerca ricade in parte nell'Area Marina Protetta "Capo Rizzuto", riconosciuta già nel 1991 come Riserva Naturale Marina e quindi istituita con D.M. nel 19/2/2002. Essa si estende per circa 40 km a sud di Crotone, da Capo Donato a Branco Vercillo. All'interno dell'area della riserva sono individuate le seguenti zone con i rispettivi regimi di tutela:

- Zona "A" di Riserva integrale (zone gialle della tav.1) – In tale zona sono vietati: la navigazione, l'accesso e la sosta di navi e natanti di qualsiasi tipo, a eccezione di quelli debitamente autorizzati dall'ente gestore per motivi di servizio nonché per eventuali attività di ricerca scientifica e di visita guidata; l'asportazione anche parziale e il danneggiamento delle formazioni geologiche e minerali; la pesca sia sportiva che professionale con qualunque mezzo esercitata; l'immersione con o senza apparecchi autorespiratori, fatte salve le immersioni autorizzate per scopo di studio; la caccia, la cattura, la raccolta, il danneggiamento e in genere qualunque attività che possa costituire pericolo o turbamento delle specie animali o vegetali, ivi compresa l'immissione di specie estranee; le attività che possono arrecare danno, intralcio o turbative alla realizzazione dei programmi di studio e di ricerca scientifica da attuarsi sull'area.
- Zona "B" di Riserva generale, che comprende il residuo tratto di mare ricompreso all'interno del perimetro della riserva (zona viola della tav.1) – In tale zona è vietato: asportare e danneggiare le formazioni geologiche e minerali; effettuare immersioni con apparecchi autorespiratori senza l'autorizzazione dell'ente di gestione; esercitare qualsiasi forma di pesca sportiva o professionale che non sia stata previamente autorizzata dall'ente di gestione della riserva a eccezione della pesca sportiva effettuata con la lenza da fermo e/o traino; immettere

specie estranee; esercitare la caccia, la cattura, la raccolta, danneggiare e, in genere, svolgere qualunque attività che possa costituire pericolo o turbamento delle specie animali e vegetali; compiere attività che possano comunque arrecare danno, intralcio, o turbamento alla realizzazione dei programmi di studio e di ricerca scientifica da attuarsi sull'area.

- Zona “C” di Riserva parziale (zona blu della tav.1) – Sono vietati la navigazione, l'ancoraggio e l'ormeggio, la pesca professionale e sportiva, la pesca subacquea e immersioni subacquee; la navigazione a motore a natanti e imbarcazioni, l'ancoraggio come disciplinato dell'Ente Gestore in zone appositamente individuate, compatibilmente con l'esigenza di tutela dei fondali particolarmente sensibili, l'ormeggio in zone individuate e opportunamente attrezzate con gavitelli e ormeggi apposti e/o comunque disciplinati dall'Ente Gestore.

L'Area Marina Protetta “Capo Rizzuto” non sarà interessata da alcuna attività di ricerca, sia di sismica che di perforazione, includendo anche una distanza di rispetto tale da non interferire con l'ecosistema del Parco.

3.3 DESCRIZIONE DEI SISTEMI AMBIENTALI INTERESSATI DAL PROGRAMMA

Fornire un quadro il più possibile completo di quelle che potrebbero essere le interferenze legate all'attività di esplorazione e le esigenze ambientali costituisce il momento fondamentale dello studio. Esso si articola in diverse fasi di analisi e sintesi, intese ad individuare le potenzialità fisiche, ecologiche, paesaggistiche, culturali, sociali ed economiche dell'ambiente.

Il supporto cartografico costituisce un elemento indispensabile per le sue caratteristiche di sintesi ed assieme e pertanto, nei paragrafi a seguire, saranno descritti i diversi tematismi dell'area in esame e le modalità di realizzazione degli stessi.

Consci che il lavoro non sempre risulta esauriente, per la mancanza dei dati necessari, si è cercato, nello spirito di carattere informativo del rapporto ambientale, di evidenziare quelli che sono i temi più peculiari dell'area di ricerca.

3.3.1 Caratteristiche batimetriche e geomorfologiche del fondo marino

La situazione batimetrica e le caratteristiche morfologiche del fondo marino sono riportate nella tav.2, ripresa dalla Carta dell'Istituto Idrografico della Marina alla scala 1:250.000. Le curve batimetriche sono state in parte ricompilate da altre fonti, ed in parte interpolate sulla base dei punti quotati della carta. In corrispondenza dell'area del permesso, il fondo marino ha una profondità che varia da un minimo di circa 130 metri fino ad un massimo di circa 1000 metri.

La morfologia del fondale non presenta particolari asperità, con un incremento della profondità verso E piuttosto regolare il cui andamento riflette grossomodo il profilo costiero.

Il fondale prossimo alla costa (sino alla profondità di circa 150 m) è caratterizzato dalla presenza di un substrato roccioso localmente coperto da sabbie a componente essenzialmente terrigena. In ambiente di spiaggia sommersa le sabbie presentano invece una composizione al 60% terrigena ed al 40% bioclastica. Verso il largo la componente bioclastica aumenta sino a diventare predominante. Oltre i 150 m di profondità tali sabbie sono ricoperte da sabbie fini, limi ed argille limose.

3.3.2. Caratteristiche fisiche e chimiche delle acque

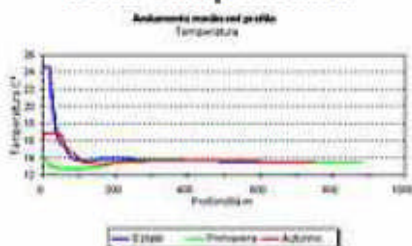
I dati raccolti si riferiscono alle indagini condotte da ENI in passato per perforazione del pozzo Lulù che è ubicato nel settore più meridionale dell'area in oggetto.

Temperatura

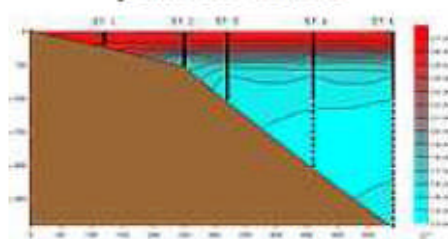
La temperatura dell'acqua varia da un minimo di 14°C in inverno ad un massimo di 25°C in estate (fig.17). Anche le distribuzioni verticali sono condizionate dalle vicende stagionali e precisamente sono più fredde negli strati profondi e in quelli immediatamente sottostanti la superficie che nello strato

intermedio. Gli andamenti medi della temperatura mostrano una evidente stratificazione termica delle acque in estate. Infatti calano, all'aumentare della profondità, rapidamente nei primi 50m, lentamente dopo, con un livellamento generale intorno ai 13° intorno a -100m. In estate, la prevalenza del termoclino ostacola gli scambi verticali nella colonna d'acqua. La stratificazione delle acque impedisce pertanto la risalita verso la superficie di acque più profonde e ricche di nutrienti, condizionando la produttività primaria del sistema. In autunno, il profilo mostra il mescolamento delle acque nelle prime decine di metri di profondità, conseguente al raffreddamento e alla maggiore idrodinamica autunnale. Un residuo del termoclino appare a partire da -30m. In primavera, in seguito al raffreddamento invernale delle acque, si può arrivare ad una completa rottura del termoclino con conseguente mescolamento e possibili apporti di nutrienti dalle zone più profonde. Ciò favorisce l'aumento della produttività primaverile, quando alla disponibilità di nutrienti si associano un più lungo fotoperiodo e temperature più alte.

Profilo di temperatura
Andamento medio nel profilo della temperatura



Temperatura
Sezione verticale della temperatura in periodo estivo



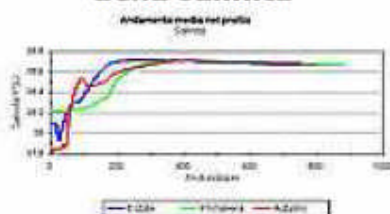
Trasparenza

Si tratta di zone con trasparenza medio-alta (circa 14m) in condizioni di stabilità meteorica, quando non contaminata da minerali in sospensione apportati dai fiumi con caratteristiche torrentizie tipici della zona calabrese.

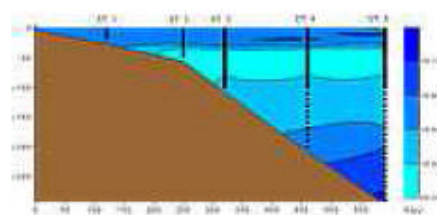
Salinità

I valori relativi alla salinità si presentano, in tutti e tre i periodi, più bassi in superficie, con incrementi legati al tasso di evaporazione estivo e ad apporti di acque più profonde e salate. Si assiste quindi ad un aumento progressivo negli strati più profondi, verso i valori tipici dell'acqua levantina che si hanno al di sotto dei 200m.

Profilo di salinità
Andamento medio nel profilo
della salinità

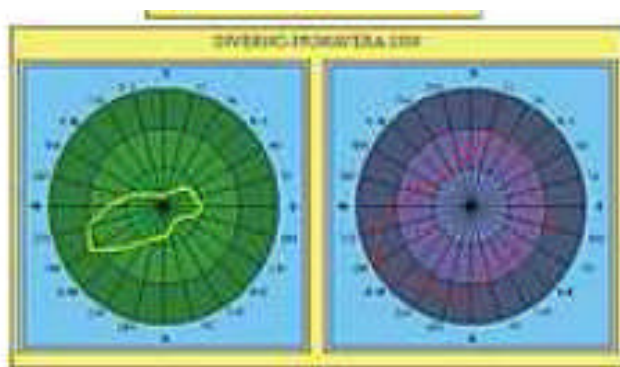


Sezione verticale della salinità in periodo estivo



La circolazione delle correnti

La circolazione nell'ampio bacino del golfo di Taranto, si presenta come il risultato dell'interazione fra la circolazione ionica e quella adriatica con influenze dovute a situazioni morfologiche locali. Nel periodo invernale-primaverile il Golfo è interessato dalla circolazione generale ionica, di verso ciclonico mentre nel periodo estivo-autunnale, la parte interna del golfo presenta una circolazione chiusa, a carattere ciclonico anch'essa, dovuta al gradiente termico tra la costa e il mare profondo. La variabilità stagionale è comunque confinata ai primi 100-200 metri, cioè allo strato superficiale, facendo quindi supporre l'esistenza di una forte componente baroclinica nella determinazione della circolazione generale. La circolazione costiera è generalmente ciclonica con una variabilità molto elevata per quanto riguarda la struttura verticale: nel periodo invernale-primaverile si nota un alto grado di barotropicità, mentre il periodo estivo-autunnale è caratterizzato dall'esistenza di due strati separati, di cui quello superficiale legato direttamente al vento mentre quello profondo in alcuni casi può addirittura muoversi in direzione opposta a quello superficiale ed è condizionato dai fattori di attrito diversi a seconda della locazione geografica. Nel complesso sembrano potersi individuare due regimi tra l'imboccatura del Golfo e il suo interno: le bocche e quindi la zona di interesse, sembrano essere interessate da una dinamica a grande scala legata a venti di direzione N-S e a fenomeni di trasporto dipendenti dall'interazione fra il bacino e Mare Adriatico, mentre all'interno del golfo assume importanza una dinamica più locale, legata a venti di direzione E-O.



Una importante influenza è dovuta anche alla temperatura. Ad esempio, a Capo Rizzuto si ha un progressivo raffreddamento invernale della colonna d'acqua con minimo nel mese di febbraio; allora la velocità della corrente si sposta verso valori alti con una estrazione di calore che produce acqua più densa. Come conseguenza di ciò e solo per un determinato periodo dell'anno si ha un efficace meccanismo di trasporto dell'acqua superficiale costiera verso il largo.

I venti e le condizioni del mare

Le osservazioni riguardanti i venti e lo stato del mare sono state ricavate dalle misurazioni effettuate dall'Istituto Idrografico della Marina nella stazione di Capo Colonne (fig.18).

Dai diagrammi nelle figg.19 e 20 si osserva che il regime dei venti è costante; per tutto l'arco dell'anno prevale un vento di SSW. La forza di tali venti (fig.21) si attesta prevalentemente tra 3 e 4 (50%).

Lo stato del mare mostra una frequenza media intorno al 55% di mare forza 2-3 ed intorno al 28% di mare calmo, e rari eventi con mare forza 6-8 (attorno all' 1%) concentrati maggiormente nel periodo invernale (fig.22). Anche per le mareggiate e la loro durata massima (circa 40 ore) si conferma una concentrazione nei periodi invernali, con mare forza 6-7, con direzioni da N (fig.23). Dati conformi a quelli dei venti si hanno anche per le burrasche (mare forza 7-12) con direzione N-NW e SW (fig.24).

3.3.3 Ecosistema, biocenosi e caratterizzazione biologica

Ecosistema marino costiero

Nella zona a nord di Crotona, fino a Punta Alice, la costa è mediamente bassa, mentre quella a sud di Crotona passa a scogliere degradanti più o meno rapidamente verso il mare, ed entrambe sembrano conservare integre le caratteristiche più favorevoli allo sviluppo della vita marina. Si hanno indicazioni sulla presenza di scogliere formate dal madreporaro *Cladocora caspitosa*, un celenterato entozoo presente tra i 3 e i 15-20m di profondità. Numerosi sono poi i rappresentanti della flora marina: dalla *Posidonia Oceanica*, specie endemica del Mediterraneo, tipica dei fondali incoerenti o semiincoerenti, alla *Cymodocea Nodosa*, due fanerogame marine che formano estese praterie fino ai 35-40m la prima, fino ai 18-20m la seconda. Tali praterie rivestono un ruolo fondamentale nell'ambiente costiero, stabilizzando il fondo marino con il loro apparato radicale, smorzando l'intensità dei movimenti dell'acqua, fornendo una elevata produzione di ossigeno e di materia organica grazie al processo di fotosintesi e diventando quindi punto di partenza di una complessa rete eutrofica e quindi habitat di elezione per numerose specie anche di notevole importanza economica. Associate alle fanerogame e alle scogliere a *Cladocora caspitosa*, si rinvencono le alghe brune del genere *Dyctiopteris* o alghe verdi come *Halimeda* o alghe rosse incrostanti come quelle del genere *Litophyllum* o quelle appartenenti alla famiglia delle *Peysonneliaceae*.

Alle forme vegetali si associano di conseguenza numerose forme bentoniche animali come altri celenterati, poriferi, echinodermi crostacei, molluschi, ecc., e tutte le specie nectoniche a queste associate. Le specie tipiche dei pesci di scogliera delle nostre coste appaiono sempre in numero assai elevato; di notevole interesse tra queste il pesce pappagallo, *Euscurus cretensisi*, frequente in Egeo, nell'arcipelago greco, sulle coste turche nonché lungo le coste settentrionali dell'Africa.

La Comunità delle acque profonde

Non appena cessa la penetrazione della luce e di conseguenza lo sviluppo della vegetazione pluricellulare (intorno ai 250m), la comunità faunistica assume caratteristiche particolari, le condizioni ambientali si stabilizzano subendo a profondità maggiori delle variazioni molto lievi. La fauna profonda presenta alcuni caratteri peculiari: una povertà qualitativa per la severità delle condizioni ambientali e trofiche che consente la sopravvivenza solo alle specie epibattiali atlantiche tolleranti temperature dell'ordine dei 12°C e a quelle peculiari di strati più superficiali ma con caratteristiche euribentoniche.

Di seguito vengono segnalate alcune specie bentoniche, nectoniche di mare profondo, e necto-bentoniche che si pescano nel Golfo di Taranto e nello Ionio pugliese e giungono sul mercato, nella considerazione che la comunità delle acque profonde del golfo sia assimilabile a quella che abita le acque dell'area in oggetto.

A ridosso della costa è presente un deposito di sabbia a granulometria medio-piccola (sabbie fini ben classate - SFBC), abitata prevalentemente da specie animali, per lo più molluschi, anellidi policheti ed echinodermi; la loro attività, che si svolge al di sotto della superficie del sedimento, è resa possibile grazie alla presenza di particolari estremità adattate all'alimentazione tramite filtrazione dell'acqua e all'eliminazione dei prodotti di rifiuto che vengono lasciate al di sopra del fondale.

Oltre l'isobata dei 3 metri, il fondo è occupato da una prateria di *Posidonia oceanica*, una pianta superiore riadattatasi alla vita marina, endemica del Mediterraneo. L'habitat costituito da tale specie gioca per vari motivi un ruolo determinante nell'equilibrio dell'ecosistema Mediterraneo.

Il litorale risulta infatti protetto dalla barriera idrodinamica rappresentata dalle foglie (che possono raggiungere il metro di lunghezza), che oltre ad attenuare il moto ondoso, sono in grado di trattenere una quantità considerevole di sedimento.

Quando le stesse foglie nel periodo autunnale si depositano sulla spiaggia contribuiscono ad attenuare le mareggiate che, come visto, si concentrano soprattutto in inverno.

La quantità di ossigeno disciolto in acqua risente positivamente dell'azione della *posidonia*, che funge peraltro da accumulatore di biomassa.

Sono numerose, infatti, le specie attratte dai molti microhabitat a disposizione, che colonizzano la lamina fogliare, i rizomi e lo spazio intorno alla prateria. I più caratteristici sono molluschi (tra i quali *Pinna nobilis*, il più grande bivalve mediterraneo, specie protetta), echinodermi (sono rappresentate tutte le classi), briozoi (come *Electra posidoniae*, endemica delle foglie della pianta), pesci (comuni *Coris julis*, *Cromis cromis*, ecc.).

Una fascia di coralligeno di modesta entità segna il passaggio tra la prateria e un massiccio deposito di Fanghi Terrigeni Costieri (VTC, sensu Perés & Picard, 1964), che si attesta intorno alla batimetrica dei 50 metri. Tale deposito si genera grazie all'accumulo di materiale fangoso dovuto all'apporto fluviale, quindi di origine terrigena, e di detriti calcarei. Nell'ambito di questa biocenosi è facile rinvenire facies a *Nephtys hystricis* e *Sternaspis scutata*, anellidi policheti che formano popolazioni imponenti.

La batimetrica dei 100 m segna il passaggio alla biocenosi dei fanghi terrigeni del largo, sulla quale insiste per intero il permesso di ricerca.

Cenni sull'attività di pesca

Sul litorale crotonese il rapporto fra addetti alla pesca professionale (o artigianale) e quanti praticano comunque attività di pesca (sportiva, ecc.) è di 1 a 5. Numerosi sono i sistemi di pesca utilizzati nell'uno e nell'altro settore, ognuno con un differente impatto sull'ambiente marino e sulla comunità faunistica. I sistemi a minore impatto sono quelli cosiddetti "selettivi", come i diversi tipi di lenza, i palangari, i palamiti e i conzi particolarmente diffusi nel crotonese. Relativamente più sensibile è l'impatto delle reti ammaglianti (tremaglio da posta a due maglie, da posta fissa), la cui selettività è condizionata dalle zone nelle quali sono poste costituendo un problema in caso di elevata densità locale. Nel comparto della pesca professionale sono da segnalare le reti a strascico da fondo (le cosiddette paranze) e quelle a strascico da gamberi: ambedue hanno una bassissima selettività e quindi un notevole impatto sulle biocenosi bentoniche.

Pesca ai grandi pelagici

Gran parte dello Ionio e del Gofò di Taranto è interessata dalle migrazioni trofiche eugenetiche di numerose specie nectoniche (tolostei e squaliformi); da circa 20 anni questo ha spinto numerose imbarcazioni alla pesca del pesce spada e del tonno allunga. Si tratta di una pesca stagionale, aprile-novembre (il pesce spada in primavera ed estate, il tonno in autunno), che interessa zone di mare molto distanti da costa soprattutto per il pesce spada.

Pesca ai clupeiformi

Di secondaria importanza nello Ionio è l'attività di pesca ai clupeiformi (*Sardina pilchardus*), e alici (*Engraulis encrasicolus*), catturate con reti a circuizione in aree parallele alla costa, più a largo le alici,

a minore profondità le sardine; insieme ai clupeiformi vengono pescati, in quantità modesta, anche altre specie quali *Boops*, *Trachurus*, *Sradinella*, *Scomber*.

Pesca a strascico

Il pescato si presenta diverso nell'arco dell'anno, per le migrazioni che le specie ittiche compiono e, in rapporto alla diversa natura dei fondali, anche in aree molto vicine si raccolgono organismi di specie diverse. Tra i teleostei la specie più frequente risulta il nasello (*Merluccius merluccius*), abbondanti sono anche le triglie (*Mullus barbatus*) e i pesci piatti (*Pleuronettidi*), non abbondanti i cefalopodi con il genere *Illex*.

Rettili e Mammiferi marini

I mammiferi marini che possono essere osservati nei mari italiani vivono in ambiente pelagico e solo occasionalmente si possono osservare in ambiente costiero. Quando ciò accade si può trattare di transiti (quando gli individui sono in branco) o di individui spesso isolati che hanno perso l'orientamento o il contatto con il gruppo, o sono in cattivo stato di salute. Spesso, in questi ultimi casi, questi individui finiscono per piaggiarsi in acque troppo poco profonde e si arenano; i dati purtroppo numerosi, sugli spiaggiamenti di individui lungo i tratti di costa italiana, o sui ritrovamenti di carcasse al largo, possono dare un'idea delle specie che frequentano l'area e della consistenza delle stesse. Nel mar Ionio sembra accertata la presenza sporadica della balenottera comune (*Balaenoptera physalis*), del globicefalo (*Globicephala melena*) e del zifio (*Ziphius cavirostris*), dei rari capodoglio (*Phiseter macrocephalus*), grampo grigio (*Grampus griseus*) e delfino comune (*Delphinus delphis*); più frequenti sono la stenella (*Stenella coeruleoalba*) e il tursiopo troncato (*Tursiops truncatus*). Tra queste il tursiopo è rinvenuto in acque a minore profondità e a distanza da costa minore (in media 12 km), al contrario della balenottera, del capodoglio e della stenella, specie pelagiche di acque profonde, distanti da costa (in media da 24 a 31 km); il grampo grigio è avvistato vicino alla costa (in media 13 km), in acque profonde, per la sua preferenza per i fondali molto ripidi.

Il Progetto Spiaggiamenti del Centro Studi Cetacei (Società Italiana di Scienze Naturali) ha consentito per periodo che va dal 1986 al 1996 la raccolta di notizie e materiali riguardanti 2144 cetacei spiaggiati o catturati accidentalmente in attrezzi da pesca (fig.25). Negli 11 anni considerati lungo il mare Ionio settentrionale ci sono stati 207 ritrovamenti (9.7% del totale), di cui 2 capodogli, 6 zifii, 1 globicefalo, 13 grampi, 4 tursiopi, 134 stenelle striate. Di questi 26 sono stati gli episodi di catture accidentali in attrezzi da pesca. Dal 1996 è stato istituito il Sistema Difesa Mare (SIDIMAR) dalla cui banca dati fino al 2006 risulta nello Ionio settentrionale uno spiaggiamento di Balenottera comune nel dicembre 2004 e uno di tartaruga nel maggio 2001.

Le statistiche riportano i mesi estivi quelli con maggiore casistica, ma probabilmente non si possono considerare realistiche in quanto proprio in quei periodi le spiagge sono maggiormente controllate.

3.3.4 Subsidenza

La scoperta di strutture archeologiche fisse sommerse dimostrano che l'abbassamento della linea di costa è un fenomeno antico nel Bacino Crotonese, strettamente collegato a locali condizioni litologiche e tettoniche, come pure dimostrato da rilevamenti topografici di alta precisione mediante misurazioni con GPS lungo l'intera costa ionica della Calabria da Noverato a Castrovillari, con traverse anche nell'interland di Capo Colonna e insistenti sui campi gassiferi di Luna, Hera Lacinia e Linda. I profili altimetrici registrati nelle sei campagne tra il 1993 e il 1998 mostrano che l'abbassamento medio del terreno della costa lungo i 340 km è stato di circa 45 mm, corrispondenti a 9 mm/anno (fig.26). Soltanto lungo la sezione tra Campione e Capo Colonna, lunga 13 km, si è osservato un massimo abbassamento di 60 cm (12 cm/anno) alla terminazione del Capo. Con gli ulteriori dati di misure di livellazione di precisione dal 1972 al 1992, forniti da ENI-Agip, la Commissione incaricata di valutare le cause dell'evento ha stabilito che la subsidenza misurata lungo la costa calabrese è ricollegabile alla tettonica gravitativa dell'area, come accertato storicamente. Non vi sono infatti elementi che dimostrino che l'estrazione offshore abbia un significativo impatto sull'abbassamento del terreno nell'intero territorio ed in particolare in quello dell'area di Crotona. Più in particolare, le osservazioni che la subsidenza nel tratto di costa prospiciente la città di Crotona e Capo Colonna, lungo 16 km, sia di 5 mm/anno contro i 9 mm/anno per la restante parte di costa ionica calabrese indicano che in effetti l'area più esposta ad eventuale subsidenza antropica mostra un tasso di abbassamento sensibilmente minore.

4. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

L'area oggetto dell'indagine si trova a largo della costa crotonese, in un tratto di mare che include parzialmente l'Area Marina Protetta di Capo Rizzuto.

La profondità dell'acqua raggiunge un massimo di 1000 metri. Il fondale, costituito da sabbie fini ricoperte di strati superficiali limosi e argillosi, presenta una morfologia omogenea digradante verso il mare aperto senza asperità di notevole rilievo. L'ambiente marino è quello tipico dello Ionio settentrionale, con la presenza al fondo di due biocenosi tipiche dei fanghi terrigeni costieri e delle sabbie fini ben calibrate.

Il tipo di pesca professionale prevalente è quella a strascico seguita dalla pesca con reti da posta e palangresi anche di superficie. La risorsa principale è costituita da pesce azzurro, stagionalmente, da tunnidi..

L'esplorazione nell'area in istanza consisterà principalmente nella ricerca di trappole con accumuli a gas nella sequenza terrigena Mio-Pliocenica entro la profondità di circa 3000-3500 metri e sarà condotta in due fasi nell'arco massimo di 5 anni: prospezione geofisica e perforazione (probabile ma non obbligatoria). Per entrambe le fasi, le attrezzature e gli impianti utilizzati non costituiranno un impatto visivo negativo rispetto al sistema territoriale costiero in quanto scarsamente visibile o puntiforme considerata la distanza dalla terraferma. Anche il traffico marittimo per le motonavi di appoggio e rifornimento sarà limitato ad un passaggio giornaliero da e verso il porto di approdo più vicino (presumibilmente Crotona).

La prospezione geofisica verrà eseguita una campagna sismica 2D di circa 160 km, utilizzando come sorgente di energia il sistema *Air-gun*. Gli effetti prodotti da questa sorgente di energia sull'ecosistema marino in fondali quali quelli in oggetto possono considerarsi praticamente trascurabili. Da studi fatti risulterebbe infatti che il treno d'onde prodotto dall'*Air-gun*, che si trasmette in profondità con un decadimento di energia proporzionale al quadrato della distanza, si risenta sul fondo in maniera limitata, tale da non nuocere alla fauna bentonica. L'effetto sulle forme pelagiche sembra essere limitato a disturbi momentanei del comportamento dei pesci ed in misura più sensibile dei cetacei. Il programma sismico avrà una durata limitata nel tempo (circa 6 giorni).

Per quanto attiene alla perforazione, gli effetti sull'ambiente marino possono considerarsi nulli o trascurabili, in parte per lo scarso impatto di alcune operazioni, ma in gran parte per le misure di prevenzione e di attenuazione adottate ormai da tempo in questo tipo di attività. Dalle azioni svolte sulla piattaforma si potranno avere in maniera molto attenuata emissioni, sia sonore che di fumi, e produzione di rifiuti che saranno smaltiti in parte in mare, ma nella maggior parte a terra (fig.27). In particolare si avranno:

- emissioni in atmosfera, prodotte dai generatori di corrente e da prove di produzione, che rientrano nei limiti previsti dalle norme del D.M. 12/07/1990
- scarico a mare dei residui alimentari preventivamente triturati e setacciati, in conformità alle norme MARPOL
- scarico a mare dei liquami civili e delle acque di raffreddamento, preventivamente sottoposti a trattamento di depurazione, in conformità alle norme MARPOL
- emissioni sonore che raggiungeranno al massimo nella zona motori il valore di 90 Leq(A).

Sulla terraferma saranno trasportati tutti gli altri rifiuti solidi e liquidi prodotti sulla piattaforma e precisamente:

- fanghi e detriti di perforazione;
- fanghi in sovrappiù delle vasche di stoccaggio;
- acque di lavaggio impianto;
- acque meteoriche cadute sull'impianto;
- liquidi di sentina;
- rifiuti solidi e urbani;
- oli da prove di produzione.

Questi rifiuti, prima di essere portati a terra per essere smaltiti o riutilizzati secondo le norme ambientali attualmente vigenti, potranno subire un eventuale trattamento sulla piattaforma.

L'eventuale posizionamento di una piattaforma per la perforazione di un pozzo esplorativo potrebbe essere di intralcio, seppur minimo, alle operazioni di pesca. Quest'effetto negativo, da una parte è mitigato dalla brevità del tempo di permanenza della piattaforma (massimo 35-40 giorni), dall'altra potrebbe assumere anche un aspetto positivo in quanto negli immediati dintorni potrebbero crearsi biotopi interessanti per la pesca.

Per quello che concerne la fine dei lavori, o problemi accidentali che dovessero intervenire in fase di completamento del pozzo o di chiusura mineraria, le tecniche che verranno adottate garantiscono la sicurezza sia riguardo alla fuoriuscita incontrollata di liquidi di strato, che riguardo al miscelamento nel sottosuolo tra fluidi di strati diversi.

Nelle figg.28 e 29 viene riassunta in maniera schematica la possibile entità degli effetti sui diversi soggetti ambientali, provocati dalle azioni previste dalle principali fasi operative del programma esplorativo e dai relativi fattori di perturbazione. L'entità degli effetti tiene conto, naturalmente, della presenza o meno di misure di prevenzione o mitigazione previste nel piano operativo che sono indicate nelle figure.

La fig.30 dà un quadro riassuntivo delle diverse componenti ambientali coinvolte nell'attività di prospezione e di perforazione.

Per quanto riguarda l'analisi delle possibili interferenze derivanti dalle future attività di esplorazione con le zone costiere circostanti, queste saranno:

- *interferenza geomorfologia*: nulla in quanto la possibile ubicazione di un pozzo sarà ad una distanza tale dalla costa da non pregiudicare in nessun caso il naturale andamento del fondo marino;
- *interferenza ecosistemica*: nulla in quanto non pregiudica l'attuale assetto del territorio, si ribadisce che le aree naturali protette ricadenti nel permesso saranno escluse dalle attività di ricerca;
- *interferenza visiva*: parziale in quanto la sagoma della piattaforma di perforazione potrà costituire un contrasto cromatico, seppure molto limitato nel tempo, tale da non alterare l'attuale assetto visivo. Anche e soprattutto durante le operazioni notturne potrà avere un forte richiamo visivo, costituendo soprattutto un evento di curiosità di breve durata piuttosto che un'alterazione del paesaggio preesistente.

BIBLIOGRAFIA

Azzali M. (1996)

Valutazione degli effetti acuti (prove di mortalità) e subacuti (analisi delle risposte comportamentali) dell'Air-Gun su pesci fisostomi (sardine e/o acciughe) e caratterizzazione dell'impulso emesso dalla sorgente di air-Gun CEOM - Palermo

Bianchi C.N., Zurlini G.(1987)

Classificazione ecotipologica dei sistemi marini costieri italiani

Enea (Eds). L'Enea per l'ambiente: alcuni esempi di attività di studio e ricerca per la tutela e il risanamento ambientale.

C.N.R. – Istituto di Ricerche sulla Pesca Marittima (I.R.Pe.M.)

Caratterizzazione quantitativa mediante echosurvey sulle possibili interazioni tra fauna pelagica e attività di prospezione

Cognetti G., Cognetti, G. (1992)

Inquinamenti e protezione del mare

Ed. Calderini (BO)

Cognetti P. (1995)

L'off-shore e il suo impatto sulle coste italiane

Memorie Geografiche, n.s.1, pp. 271-282

Della Croce N., Cattaneo Vietti R., Danovaro R. (1997)

Ecologia e protezione dell'ambiente marino costiero

UTET Università

Della Croce N., Cattaneo Vietti R., Danovaro R.

Ecologia e protezione dell'ambiente marino costiero

UTET Università

Fischer Perry A. (2003)

Regulating seismic acquisition for marine mammal protection: competing interests or mutual goal?
World Oil

Ghirardelli E. (1981)

La vita nelle acque

UTET

Istituto Idrografico della Marina (1982)

Il vento e lo stato del mare lungo le coste italiane e dell'Adriatico – Vol.III

Istituto Idrografico della Marina (1982)

Atlante delle correnti superficiali dei mari italiani. I.I. Pubbl. 3068

Magni M. (1981)

Laboratorio mare

Ecos, 10, pp. 11-24

Modica et Alii (1998)

Valutazione degli effetti acuti e subacuti indotti dalle attività di prospezione sismica su adulti e larve di organismi marini (dati preliminari)

XXIX Congresso SIBM – Ustica (Pa)

Panella S. (1990)

Manuale per la difesa del mare e della costa

Torino, Fondazione Agnelli, pp. 131-153

Pérès J.M. e Picard J. (1964).

Nouveau manuel de bionomie benthique de la Mer Méditerranée.

Rec. Trav. Stat. Endoume. 31 (47), pp. 137

Pigorini B. (1967)

Aspetti sedimentologici del mare Adriatico

Mem. Soc. It. Sc. Nat. – Vol.16, III, pp. 131-200

Querci F.A. (1979)

L'inquinamento del Mare Adriatico

Quaderni della rivista: Trasporti , 5 - Edizioni Cedam

TCI (2003)

Turismo nelle aree marine protette

UMAR (1986)

L'umanizzazione del mare

CNR, Roma

UMAR (1989)

Mari e coste italiane

Patron, Bologna

Zunica M. (1987)

Lo spazio costiero italiano

Levi, Roma