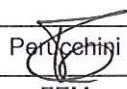


DEVELOPMENT MANAGEMENT SYSTEM
Project Management System

Relazione Tecnica di Progetto
Campo Gas ELETTRA

		 Peruchini	 Veppo	 Di Giovanni	
0		FEM	PM	DPMF	16/09/2010
REV	REASON FOR ISSUE	PREPARED	VERIFIED	APPROVED	DATE

	Eni S.p.A. Exploration & Production Division	Date: 10/09/2010	Doc. N°. 000261_DV_CD.DPM.0010.000_00	Page Pagina 2 di 65
---	---	---------------------	--	------------------------

INDICE

1.	INTRODUZIONE	4
2.	DATI GENERALI DEL CAMPO A GAS	5
3.	DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI DI PRODUZIONE	6
	3.1 Jacket e modulo di raccordo	7
	3.2 Deck	7
	3.3 Impianti di trattamento	8
	3.5 Modifiche sulla P.ma Barbara C e in C.le a Falconara	11
4.	Descrizione delle operazioni di perforazione	13
	4.1 Programma di perforazione	13
	4.2 Programma Fango	14
	4.3 Cenni sulle tecniche di perforazione	18
	4.4 Caratteristiche e funzioni dei Fluidi di Perforazione	22
	4.5 Caratteristiche dell'impianto di perforazione e suo posizionamento sul sito di perforazione	23
	4.5.1 Scafo	26
	4.5.2 Modulo Alloggi	26
	4.5.3 Impianto di perforazione	26
	4.5.4 Torre e impianto di sollevamento	26
	4.5.5 Il circuito fanghi	28
	4.5.6 Apparecchiature di sicurezza	29
	4.6 "Prevenzione dei Rischi Ambientali durante la Perforazione".	29
	4.6.1 Sistemi di segnalamento	29
	4.6.2 Fango di Perforazione	30
	4.6.3 Apparecchiature di Sicurezza (Blow-Out Preventers)	31
	4.6.4 Monitoraggio dei Parametri di Perforazione	32
	4.7 Completamento Pozzo	33
	4.7.1 Operazione di Completamento dei Pozzi	33
	4.8 Misure di Attenuazione di Impatto	38
	4.8.1 Trattamento dei Detriti Perforati e del Fango di Perforazione	38
	4.8.2 Trattamento dei Liquami Civili e delle Acque Oleose	39
	4.8.3 Misure in Caso di Sversamenti Accidentali	40
	4.9 Stima della Produzione dei Rifiuti, delle Emissioni di Inquinanti in Atmosfera, della Produzione di Rumore e Vibrazioni	40
	I rifiuti prodotti in piattaforma, di qualsiasi natura essi siano e qualunque sia il sistema di smaltimento adottato, seppur temporaneamente, sono ammassati in adeguate strutture di contenimento per poi essere smaltiti in idoneo recapito finale. Per quanto concerne le emissioni in atmosfera e la produzione di rumore, queste sono principalmente riconducibili al funzionamento dei generatori e degli organi meccanici in movimento.	40
	4.9.1 Tipologia e Quantità Rifiuti Prodotti	41
	4.9.2 Emissione di Inquinanti in Atmosfera	41
	4.9.3 Generazione di Rumore	42
	4.9.4 Tecniche di Trattamento e Conferimento a Discarica dei Rifiuti	43
	4.9.5 Detriti e Fluidi di Perforazione	43
	4.10 Trattamento dei Rifiuti in Piattaforma (jack-up)	45
	4.11 Mezzi Navali di Supporto alle Operazioni di Perforazione	46
	4.12 Tempi di perforazione e completamento	47
5.	Operazioni di installazione della Piattaforma	48

	Eni S.p.A. Exploration & Production Division	Date: 10/09/2010	Doc. N°. 000261_DV_CD.DPM.0010.000_00	Page Pagina 3 di 65
---	---	---------------------	--	------------------------

5.1	Descrizione Piattaforma Elettra	48
5.2	Installazione della Piattaforma	49
5.3	Messa in Opera della Condotta Sottomarina	50
5.4	Mezzi Impiegati nelle Operazioni di Posa e Messa in Opera delle Condotte	51
6.	Fase di Produzione - Stima degli Scarichi Idrici, della Produzione dei Rifiuti, delle Emissioni di Inquinanti in Atmosfera, della Produzione di Rumore e Vibrazioni	52
6.1	Emissioni in Atmosfera	52
6.2	Emissioni Liquide	53
6.3	Emissioni Sonore	53
6.4	Monitoraggi Ambientali Previsti in Piattaforma	53
7.	DECOMMISSIONING	55
7.1	Operazione di Chiusura Mineraria dei pozzi	55
7.2	Decommissioning delle strutture di produzione e delle condotte	57
7.3	Attività Preliminari	57
7.4	Attività di Rimozione	58
7.4.1	Taglio e Rimozione della Piattaforma	58
7.4.2	Rimozione della Sovra-Struttura (Deck)	60
7.4.3	Rimozione della Sotto-Struttura (Jacket)	60
7.4.4	Demolizione sulla Banchina	64
7.5	Decommissioning Condotte	65

	Eni S.p.A. Exploration & Production Division	Date: 10/09/2010	Doc. N°. 000261_DV_CD.DPM.0010.000_00	Page Pagina 4 di 65
---	---	---------------------	--	------------------------

1. INTRODUZIONE

Il progetto prevede la messa in produzione del campo di Elettra situato nell'offshore adriatico, a circa 55 km dalla costa marchigiana ad una profondità d'acqua di 78 m .

Il Progetto si sviluppa secondo le seguenti fasi:

- Posa jacket
- Perforazione e completamento di un pozzo di estrazione del Campo Elettra
- Posa deck
- Installazione della Sealine

Obiettivo principale del progetto è lo sfruttamento delle risorse minerarie in modo efficiente e senza impatti negativi sull'ambiente, per un periodo di 12 anni a partire da Dicembre 2012. Il progetto complessivo prevede la messa in produzione del giacimento attraverso la realizzazione di tutte le opere collegate all'estrazione, trattamento e trasporto del gas producibile dai pozzi previsti.

Il presente documento è così strutturato:

- Paragrafo 2: Dati generali del Campo a gas;
- Paragrafo 3: Descrizione degli impianti di produzione;
- Paragrafo 4: Descrizione delle operazioni di perforazione;
- Paragrafo 5: Descrizione delle operazioni di installazione della piattaforma e varo sealine;
- Paragrafo 6: Descrizione delle attività di produzione;
- Paragrafo 7: Descrizione delle attività di decommissioning.

	Eni S.p.A. Exploration & Production Division	Date: 10/09/2010	Doc. N°. 000261_DV_CD.DPM.0010.000_00	Page Pagina 5 di 65
---	---	---------------------	--	------------------------

2. DATI GENERALI DEL CAMPO A GAS

Sulla base del gas in posto è stato ipotizzato un solo schema di sviluppo cioè la perforazione di un pozzo per mettere in produzione solo i livelli più importanti in termini di GOIP.

Lo scenario di sviluppo selezionato e valutato prevede lo sfruttamento del campo attraverso l'impiego di una piattaforma con pozzo completato in doppio tubino (Tbg 2"3/8 – 2"7/8) e con tipologia "sand control". A supporto della scelta fatta vi è la motivazione che le prove di produzione (PP.1, PP2, PP4. cap. 7.5.) hanno evidenziato la presenza di acqua in livelli e, conseguentemente, non sarebbero stati producibili e/o avrebbero avuto una vita produttiva troppo corta.

Il gas originariamente in posto nei 5 livelli principali è pari a 595.2 MSm3

	Eni S.p.A. Exploration & Production Division	Date: 10/09/2010	Doc. N°. 000261_DV_CD.DPM.0010.000_00	Page Pagina 6 di 65
---	---	---------------------	--	------------------------

3. DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI DI PRODUZIONE

Il campo di Elettra è situato nell'offshore dell'adriatico centro settentrionale, a circa 55 km dalla costa marchigiana e in una profondità d'acqua di circa 78 m.

Lo scenario di sviluppo prevede la realizzazione di una piattaforma di tipo tripode e la posa di una linea di collegamento al tie-in esistente sul sealine da 24" che collega la piattaforma Bonaccia a Barbara C

Sarà perforato, completato e messo in produzione un pozzo in doppio completamento.

Le coordinate della piattaforma sono di seguito riportate:

Long. 14° 12' 55.024" E

Lat. 43° 45' 49.461" N

Si riassumono in questo paragrafo i dati dello studio di giacimento considerati ai fini della progettazione delle facilities di superficie:

- numero pozzi di sviluppo: 1 in doppio completamento
- caratteristiche del gas: CH4 > 99%
- portata di gas massima di campo: 200.000 Sm3/g
- portata d'acqua massima per stringa: 15 m3/g
- pressione statica iniziale di testa pozzo: 87 bara
- pressione flowing iniziale di testa pozzo: 67 bara
- pressione flowing minima: 5 bara
- temperatura statica di testa pozzo: 20 °C

La piattaforma di produzione che si suppone di utilizzare per lo sviluppo del campo di Elettra sarà del tipo tripode. La filosofia di progetto si basa sul concetto di piattaforma spresidiata e telecontrollata e sull'utilizzo del minimo di impianti al fine di ridurre il numero di apparecchiature presenti in piattaforma e i consumi energetici globali. La struttura non sarà dotata né di modulo alloggi né di eliporto.

La piattaforma Elettra sarà progettata per rispondere ai seguenti obiettivi:

	Eni S.p.A. Exploration & Production Division	Date: 10/09/2010	Doc. N°. 000261_DV_CD.DPM.0010.000_00	Page Pagina 7 di 65
---	---	---------------------	--	------------------------

- produzione e trattamento del gas;
- trasferimento del gas al sealine da 24” Bonaccia – Barbara C mediante sealine da 8”;
- trattamento dell’acqua di strato e successivo scarico in mare nel rispetto dei limiti di legge;
- stoccaggio e pompaggio del glicole;
- garantire tutte le utilities necessarie per un normale funzionamento della piattaforma.

3.1 Jacket e modulo di raccordo

Si prevede di realizzare una struttura in acciaio a traliccio costituita da gambe principali opportunamente irrigidite per mezzo di diagonali di facciata e piani rettangolari posti a vari livelli. Il jacket sarà un tripode di tipo tradizionale con “sleeves” in corrispondenza del piano a fondo mare dove verranno infissi i pali di fondazione atti a mettere in sicurezza il jacket. Al di sopra del jacket è prevista una struttura per accogliere la vasca fanghi e fungere da piano di servizio in fase di perforazione, inoltre sarà provvisto di guide per il centraggio del deck.

3.2 Deck

Si assume che il deck sia di tipo integrato, adattato alle esigenze della produzione e progettato privilegiando scelte semplificate. Esso sarà costituito da una struttura reticolare in acciaio su 3 livelli in grado di accogliere tutte le apparecchiature di processo e servizio.

I piani saranno collegati fra loro mediante scale poste in punti strategici allo scopo di agevolare in ogni condizione (compresi i casi di emergenza) la discesa dai piani superiori a quelli inferiori e da qui all’attracco dei mezzi marittimi di collegamento e trasporto.

	Eni S.p.A. Exploration & Production Division	Date: 10/09/2010	Doc. N°. 000261_DV_CD.DPM.0010.000_00	Page Pagina 8 di 65
---	---	---------------------	--	------------------------

3.3 Impianti di trattamento

Lo scenario di sviluppo ipotizzato per il campo di Elettra prevede l'installazione di una piattaforma e la posa di una linea di collegamento per l'invio del gas prodotto sul sealine da 24" che collega la piattaforma Bonaccia a Barbara C. La miscela gas / acqua proveniente da ciascuna stringa di produzione sarà convogliata al rispettivo separatore di produzione di tipo verticale. Ciascun separatore opererà alla pressione operativa di testa pozzo e sarà corredato di una valvola duse (HV) installata sulla linea di uscita gas dal separatore stesso.

Allo scopo di prevenire la formazione di idrati in fase d'avviamento sono previsti due stacchi a monte delle valvole wing a testa pozzo dove sarà possibile iniettare una soluzione di glicole dietilenico (DEG).

In ciascun separatore la fase liquida associata al gas, costituita principalmente da acqua di strato ed eventuali solidi trascinati, sarà separata per gravità.

All'uscita dai separatori, dopo la misura di portata, il gas viene ridotto di pressione fino al valore di spedizione nel sealine tramite valvola duse regolabile. Il salto di pressione fra monte e valle della valvola duse provoca un raffreddamento del gas; per impedire che l'acqua condensata in seguito a tale raffreddamento formi idrati, è stato considerato di iniettare una soluzione acquosa di glicole dietilenico (DEG).

La quantità di glicole dietilenico necessario all'iniezione a valle dei separatori sarà stoccato in un serbatoio dedicato. Il serbatoio sarà periodicamente reintegrato da bettolina. L'iniezione a valle dei separatori (a monte delle valvole duse) sarà effettuata mediante due pompe (una operativa e una di riserva).

La produzione di gas della piattaforma Elettra uscente dai separatori sarà inviata in un collettore di produzione e successivamente convogliata, mediante un gasdotto sottomarino da 8" lungo circa 2400 m, al sealine Bonaccia.

L'acqua di strato, separata nei 2 separatori e scaricata mediante un sistema di controllo ON / OFF, verrà inviata ad un'Unità di trattamento acque oleose.

	Eni S.p.A. Exploration & Production Division	Date: 10/09/2010	Doc. N°. 000261_DV_CD.DPM.0010.000_00	Page Pagina 9 di 65
--	---	---------------------	--	------------------------

La piattaforma sarà provvista di un sistema di blow down costituito da due vent, uno di alta pressione e uno di bassa pressione, dedicati alla depressurizzazione di emergenza, e di un braccio di spurgo dimensionato per garantire l'operazione di spurgo pozzi durante le attività di avviamento.

La valvola di fondo pozzo sarà attuata idraulicamente attraverso un quadro di controllo testa pozzo che assicurerà la necessaria potenza idraulica.

Le valvole di testa pozzo e di superficie saranno di tipo pneumatico; l'alimentazione sarà assicurata dal sistema aria compressa previo trattamento della stessa. Le valvole di testa pozzo saranno comunque controllate attraverso il quadro di controllo testa pozzo.

La piattaforma Elettra sarà monitorata e gestita in telecontrollo dalla centrale di Falconara.

L'alimentazione elettrica sarà garantita da due microturbine funzionanti in parallelo che si divideranno il carico richiesto dalle utenze. In mancanza di fuel l'alimentazione elettrica verrà fornita tramite cavo elettrico posto al livello dell'imbarcadero collegato al generatore della barca di appoggio.

La piattaforma sarà composta dalle seguenti unità:

- Unità 00100 Teste Pozzo
- Unità 00190 Collettore gas prodotto
- Unità 00240 Bruciatore di spurgo e Separatore di spurgo pozzi
- Unità 00300 Separazione Gas
- Unità 00390 Sistema glicole
- Unità 00420 Trattamento Gas Servizi
- Unità 00450 Potenza Idraulica

	Eni S.p.A. Exploration & Production Division	Date: 10/09/2010	Doc. N°. 000261_DV_CD.DPM.0010.000_00	Page Pagina 10 di 65
---	---	---------------------	--	-------------------------

- Unità 00460 Aria compressa
- Unità 00470 Generazione Potenza Principale
- Unità 00540 Sistema Drenaggi
- Unità 00560 Trattamento Acque oleose
- Unità 00630 Mezzi di sollevamento e movimentazione
- Unità 00710 Sistemi di salvataggio
- Unità 00720 Aiuti alla Navigazione
- Unità 00750 Sistema Antincendio ad Anidride Carbonica
- Unità 00760 Sistema antincendio a polvere
- Unità 00900 Gruppo di continuità statica
- Unità 00920 Sistema Distribuzione Corrente Alternata
- Unità 00950 Flow Computer Printer
- Unità 00960 Sistema Telecomunicazioni
- Unità 00970 Sistema di Controllo
- Unità 00980 Sistema di controllo blocchi e sicurezze

3.4 Trasporto gas

La condotta sottomarina di collegamento con il tie in sottomarino del sealine da Bonaccia, lunga circa 2.4 km, sarà costituita da una linea di diametro nominale 8” destinata al trasporto del gas.

I dati di base per il calcolo del diametro delle sealine sono di seguito elencati:

Lunghezza sealine Elettra – Tie-In Bonaccia	~2.4 Km
Massima produzione di gas	200000 Sm ³ /d
Pressione di invio gas	pressione di invio gas su sealine Bonaccia Barbara C < 10bar

Nella tabella che segue sono riassunte le principali caratteristiche della tubazione della condotta sottomarina Elettra – Bonaccia.

DNx Spessore [inch] x [mm]	Pressione Progetto [bar g]	Materiale
8" x 14.27 (*)	120	API 5L X 52

(*) spessore minimo calcolato considerando 3 mm di sovrappessore di corrosione e la tolleranza di fabbricazione

La condotta sarà protetta dalla corrosione mediante rivestimento protettivo ed anodi sacrificali, sarà progettata e realizzata in modo da garantirne la stabilità sul fondo del mare.

3.5 Modifiche sulla P.ma Barbara C e in C.le a Falconara

Le modifiche necessarie nella C.le di Falconara per la gestione della piattaforma Elettra riguardano l'hardware e il software del sistema di controllo esistente, compresa l'aggiunta di pagine video.

Dalla centrale di Falconara i dati della piattaforma Elettra verranno inviati alla piattaforma Barbara C, mediante un collegamento ponte radio già esistente.

Sulla piattaforma Barbara C dovranno essere aggiunte pagine video per il monitoraggio della piattaforma.

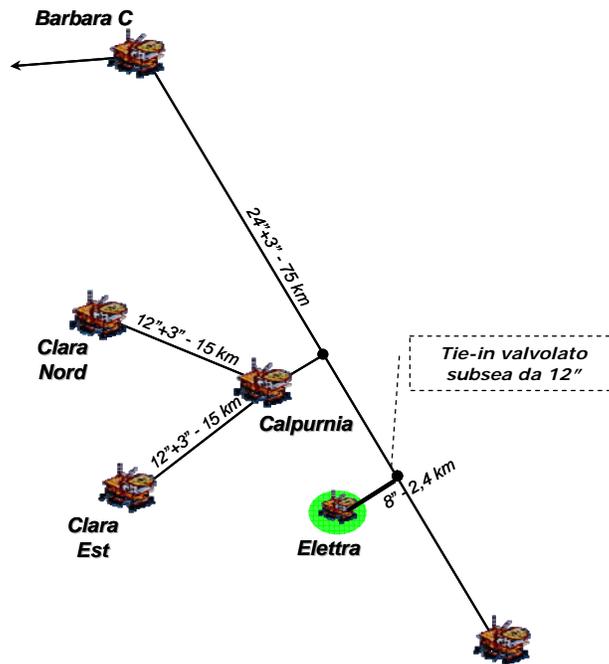


Figura. 1- Localizzazione delle Centrali di Trattamento e delle relative Piattaforme di Appoggio

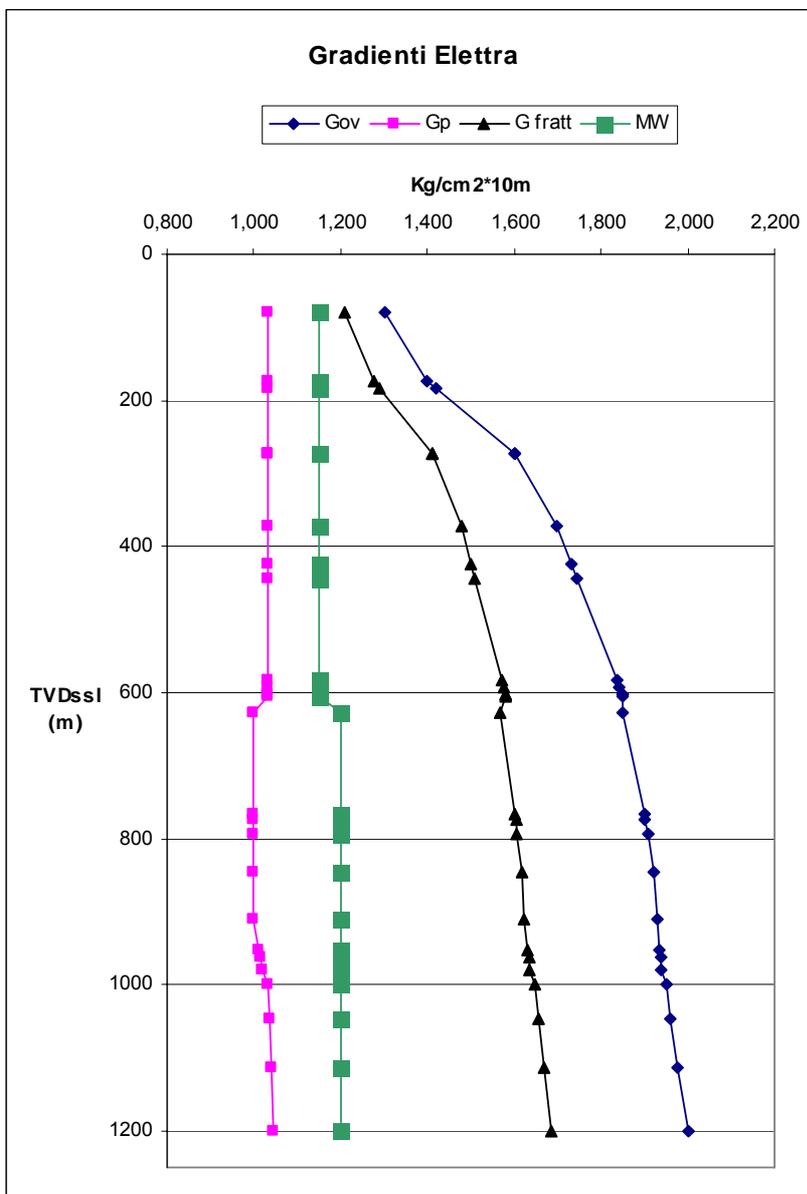


4. DESCRIZIONE DELLE OPERAZIONI DI PERFORAZIONE

Lo scenario di sviluppo del campo prevede la perforazione, il completamento e la messa in produzione del pozzo Elettra.

4.1 Programma di perforazione

I gradienti di pressione di overburden, dei pori, di fatturazione delle formazioni attraversate e il peso dei fluidi da utilizzare sono rappresentati dal seguente diagramma:



I pozzi avranno il seguente profilo di tubaggio (“*casing profile*”):

- conductor pipe con diametro 26” (130 m TVD);
- colonna di superficie con diametro 13 3/8” (650 m TVD);
- colonna di produzione con diametro 9 5/8” (1100 m TVD);

4.2 Programma Fango

Il presente programma fanghi espone due soluzioni:

- Fango FW-EP
- Fango LT-IE

Nelle seguenti tabelle si riportano le descrizioni, le concentrazioni e le quantità totali dei fanghi e i principali additivi che si prevede di utilizzare sulla base di precedenti esperienze.

Occorre precisare che il programma di dettaglio sarà compilato successivamente ed il sistema fango potrebbe essere variato in fase operativa a fronte di particolari esigenze geologiche.

Di seguito sono elencate le caratteristiche di entrambe le tipologie.

4.2.1 Fango FW-EP

La descrizione e la profondità di utilizzo dei fanghi è riportata nella Tabella 2.

Tabella 2 : profondità e tipo di fanghi utilizzati.				
MD RKB (m)	Hole diameter (in)	Csg Diameter (in)	Mud Type	Max. Mud Wt. (kg/l)
130	CP	26”	--	--
650	16”	13 3/8”	FW-EP	1,15
1100	12 1/4”	9 5/8”	FW-EP	1,25

Nella Tabella 3 è riportata la stima dei volumi di fango prodotti.

Tabella 3 : stima dei volumi di fango prodotti.			
Fase	Codice fango	Fango confezionato (m³)	Fango scartato (m³)
Fase 16"	FW-EP	400	100
Fase 12 ¼"	FW-EP	150	200
TOTALE		550	300

Il dettaglio delle composizioni dei fanghi utilizzati ed i quantitativi dei principali prodotti impiegati per il confezionamento saranno riportati in un apposito programma di dettaglio che verrà redatto in fasi successive e sottoposto ad autorizzazione dell'UNMIG. In Tabella 4 si riporta un elenco dei prodotti normalmente utilizzati per il confezionamento di fanghi a base acquosa e le loro caratteristiche.

Tabella 4: principali prodotti chimici utilizzati nella preparazione di fanghi a base acquosa e loro caratteristiche

Prodotto	Azione
BARITE (BaSO ₄)	Regolatore di peso
SODIO BICARBONATO	Riduttore di pH, Reagente per ioni Ca ⁺⁺
SOLUZIONI DI SALI DI ZIRCONIO	Disperdenti/Deflocculante
PAC UL (Polimero cellulosico anionico) - XANTAM GUM (biopolimero prodotto con polisaccaridi modificati da batteri del genere "xantomonas")	Regolatori di viscosità e riduttori di filtrato
POLIAMMINE / POLISORBITOLO	Polimero inibitore per argille
POLIACRILAMMIDE	Incapsulante
LUBRIFICANTE	Riduzione torsione
SODA CAUSTICA (NaOH)	Correttori di pH

4.2.2 Fango LT-IE

La descrizione e la profondità di utilizzo dei fanghi è riportata in Tabella 5.

Tabella 5: profondità e tipo di fanghi utilizzati.				
MD RKB (m)	Hole diameter (in)	Csg Diameter (in)	Mud Type	Max. Mud Wt. (kg/l)
130	CP	26"	--	--
650	16"	13 3/8"	LT-IE	1,15
1100	12 ¼"	9 5/8"	LT-IE	1,25

La stima dei volumi di fanghi prodotti per pozzo è riportata in Tabella 6.

Tabella 6: stima dei volumi di fanghi prodotti.			
Fase	Codice fango	Fango confezionato (m³)	Fango scartato (m³)
Fase 16"	LT-IE	330	50
Fase 12 ¼"	LT-IE	90	50
TOTALE		420	100

La tipologia di fango utilizzata, LT-IE, prevede una base non acquosa che è il Lamix, come riportato in Tabella7.

Il Lamix è un prodotto di origine minerale altamente raffinato a bassissima tossicità, in base ai requisiti richiesti dalla OSPAR Commission, equivalente ad un fluido base sintetico, che viene prodotto nella raffineria ENI di Livorno. Si tratta di un prodotto innovativo che utilizzato in fango di perforazione, permette di ridurre problematiche di pozzo che possono avere risvolti negativi a livello di impatto sull'ambiente (eventuali incidenti di pozzo richiedono un elevato numero di trasporti sia via terra che mare al fine di movimentare persone ed equipaggiamenti necessari, tutto ciò con conseguente produzione di emissioni suppletive).

Il fango LT-IE, al contrario del FW-EP, viene scartato in piccola quantità e per la maggior parte riutilizzato, come descritto nei paragrafi successivi.

Anche in questo caso il dettaglio delle composizioni dei fanghi utilizzati ed i quantitativi dei principali prodotti impiegati per il confezionamento saranno riportati in un apposito programma di dettaglio che sarà redatto in fasi successive e sottoposto ad autorizzazione dell'UNMIG.

In Tabella 7 si riporta un elenco dei prodotti normalmente utilizzati per il confezionamento di fanghi a base non acquosa e le loro caratteristiche.

Tabella 7: principali prodotti chimici utilizzati nella preparazione di fanghi a base non acquosa e loro caratteristiche	
Prodotto	Azione
LAMIX*	Fluido base dell'emulsione
BARITE (BaSO ₄)	Regolatore di peso
ARGILLA ORGANOFILA	Regolatore di viscosità
EMULSIONANTE PRIMARIO SECONDARIO	Regolatori dell'emulsione inversa
LIME E SOLUZIONE DI CaCl ₂	Regolare della salinità e alcalinità dell'emulsione
AGENTE BAGNANTE	Rendere i solidi bagnabili all'olio
RIDUTTORE DI FILTRATO	Riduzione della filtrazione del fluido base

4.3 Cenni sulle tecniche di perforazione

La tecnica di perforazione attualmente impiegata nell'industria petrolifera è detta a rotazione o rotary, o anche a "distruzione di nucleo".

L'azione di scavo è esercitata tramite uno scalpello posto all'estremità della batteria di perforazione, ovvero una serie di elementi tubolari (detti "aste") lunghi ciascuno circa 9 metri e avvitati fra di loro.

La batteria rende possibile discendere lo scalpello in pozzo e recuperarlo, trasmettergli il moto di rotazione (originato in superficie da un'apposita apparecchiatura), imprimergli il peso necessario allo scavo; infine la batteria rende possibile la circolazione a fondo pozzo del fluido di perforazione (fango).



– Scalpello di perforazione

Il fango che viene pompato attraverso la batteria, fuoriesce da apposite aperture dello scalpello e risale in superficie ha lo scopo di assicurare la rimozione dal foro dei detriti scavati dall'azione dello scalpello.

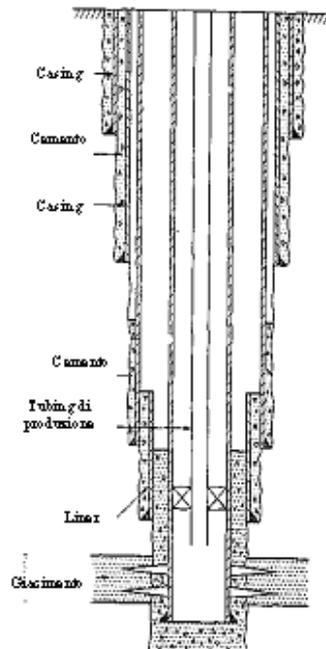
Inoltre il fango deve avere delle caratteristiche chimico-fisiche controllate con l'intento di controbilanciare la pressione dei fluidi contenuti nelle rocce attraversate, sostenere la parete del foro durante la fase di perforazione .

La pressione idrostatica esercitata dalla colonna di fango deve infatti essere maggiore della pressione di formazione (anche nel caso di pressioni al di sopra del normale gradiente idrostatico) per impedire l'ingresso in pozzo di fluidi di strato.

La pressione idrostatica del fango viene regolata facendone variare opportunamente la sua densità attraverso l'aggiunta di opportune sostanze.

Con la perforazione rotary è possibile perforare in modo abbastanza semplice e veloce tratti di foro profondi anche diverse migliaia di metri. Una volta eseguito il foro, al fine di isolare le formazioni attraversate e di garantire il sostegno delle pareti di roccia, il pozzo viene rivestito con tubi d'acciaio giuntati tra loro (colonne di rivestimento dette casing) e cementati nel foro stesso.

Successivamente, all'interno del casing, si discende uno scalpello di diametro inferiore per perforare un successivo tratto, destinato a sua volta ad essere protetto da un ulteriore casing. Il raggiungimento dell'obiettivo minerario avviene pertanto attraverso la perforazione di fori di diametro progressivamente decrescente e via via protetti da colonne di rivestimento.



- Casing e cementazioni

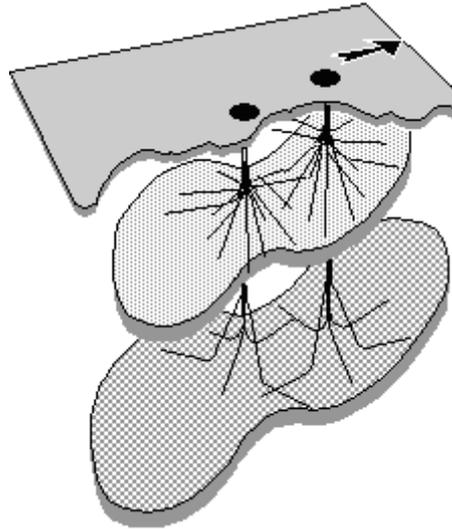
La perforazione del pozzo viene effettuata utilizzando appositi impianti di perforazione che vengono portati in loco e poi rimossi al termine delle operazioni.

Per cercare di minimizzare i costi molto elevati degli impianti, delle attrezzature utilizzate e del personale tecnico, il pozzo deve essere perforato il più rapidamente possibile; di conseguenza le operazioni vengono condotte in modo continuativo nell'arco delle 24 ore.

Il diametro iniziale del foro è di 40-75 centimetri (16 - 30 pollici), ma decresce con il numero delle colonne di rivestimento utilizzate; al fondo si riduce a 10 - 20 centimetri (4 - 8.5 pollici).

Il foro può essere verticale (ovvero con un'inclinazione contenuta entro alcuni gradi dalla verticalità) oppure può essere deliberatamente deviato dalla verticale, in modo da poter raggiungere obiettivi nel sottosuolo distanti anche molte centinaia di metri. E' così possibile perforare più pozzi che raggiungono il giacimento in punti distanti fra loro partendo da un'unica struttura di superficie. I fori deviati vengono realizzati con apposite apparecchiature di perforazione direzionata che rendono possibile non solo la realizzazione del foro ma anche l'esatto controllo della sua direzione ed inclinazione.

Negli ultimi anni queste tecnologie hanno reso possibile perforare anche tratti di foro ad andamento orizzontale.



- Pozzi direzionati e orizzontali

Tale tecnica offre il vantaggio di attraversare per una considerevole lunghezza del giacimento determinando un maggior drenaggio degli idrocarburi all'interno delle rocce serbatoio. In questo modo non solo viene migliorato il recupero dei fluidi durante la vita produttiva del pozzo, ma viene anche minimizzato l'impatto ambientale potendo raggiungere più rocce serbatoio tramite un unico pozzo.

Il tipo e la pressione dei fluidi contenuti negli strati rocciosi attraversati durante la perforazione varia con la profondità in modo talora imprevedibile. E' necessario conoscere metro per metro la successione delle rocce attraversate, la loro litologia, l'età geologica, la natura e la pressione dei fluidi presenti. Questa ricerca viene condotta sia precedentemente alla perforazione del foro tramite l'indagine sismica, sia durante la perforazione del foro con l'analisi petrografica dei campioni perforati e tramite appositi strumenti (logs) che, calati all'interno del foro, permettono di effettuare misurazioni elettroniche direttamente legate alle caratteristiche delle rocce e dei fluidi in esse contenute.

Con l'esecuzione di apposite "prove di produzione", effettuate al termine delle operazioni di perforazione, è possibile avere indicazioni precise sulla natura e la pressione dei fluidi di strato. Il pozzo deve essere perforato in modo tale da non permettere la fuoriuscita incontrollata di questi fluidi dal pozzo. Ciò avviene utilizzando un fango a densità tale da controbilanciare la pressione dei fluidi di strato

	Eni S.p.A. Exploration & Production Division	Date: 10/09/2010	Doc. N°. 000262_DV_CD.DPM.0014.000_00	Page Pagina 22 di 65
---	---	---------------------	--	-------------------------

e con l'adozione di un sistema di valvole poste sopra l'imboccatura del pozzo (testa pozzo e BOP) atte a chiudere il pozzo.

Durante la perforazione del foro, ovvero prima della discesa della colonna di rivestimento (casing), che isola il foro dalle formazioni rocciose attraversate, la batteria di perforazione e il fango sono a diretto contatto con le formazioni rocciose scoperte. Nel corso di questa fase transitoria sono sempre possibili fenomeni di instabilità del foro appena perforato tali da determinare anomalie rispetto al regolare svolgimento delle operazioni (es: assorbimenti di fango nelle fratture o porosità della roccia, collasso delle pareti del foro, incastro dello scalpello o della batteria di perforazione contro il terreno, rotture della batteria di perforazione dovute alle gravose condizioni di lavoro, oppure ingresso nel foro dei fluidi contenuti in uno strato quando la pressione di questi non è adeguatamente bilanciata dalla pressione idrostatica del fluido di perforazione). La fase di perforazione ha termine con il rivestimento completo per mezzo di tubi d'acciaio (colonna di produzione) per i pozzi produttivi, oppure con la chiusura mineraria per mezzo di tappi di cemento in caso di del pozzo sterile.

4.4 Caratteristiche e funzioni dei Fluidi di Perforazione

I fluidi di perforazione sono generalmente costituiti da un liquido a base acquosa reso colloidale ed appesantito con specifici prodotti. Le proprietà colloidali fornite da speciali argille (bentonite) addizionate a particolari composti quali, ad esempio, la Carbossil Metil Cellulosa (C.M.C.), conferiscono al fango caratteristiche reologiche tali da garantire la sospensione dei materiali d'appesantimento e dei detriti, anche a circolazione ferma, tramite la formazione di gel.

In sintesi, le funzioni principali dei fluidi di perforazione sono:

- rimuovere i detriti dal fondo pozzo trasportandoli in superficie, sfruttando le proprie caratteristiche reologiche;
- raffreddare e lubrificare lo scalpello durante la perforazione;
- contenere i fluidi presenti nelle formazioni perforate, ad opera della pressione idrostatica;
- consolidare la parete del pozzo e ridurre l'infiltrazione nelle formazioni perforate;

	Eni S.p.A. Exploration & Production Division	Date: 10/09/2010	Doc. N°. 000262_DV_CD.DPM.0014.000_00	Page Pagina 23 di 65
---	---	---------------------	--	-------------------------

- acquisire informazioni sugli idrocarburi presenti, utili sia per la ricerca mineraria, sia per prevenire risalite di fluido incontrollate (blow-out).

Per assolvere a tutte le funzioni sopra indicate, la composizione dei fluidi di perforazione viene continuamente modificata variandone le loro caratteristiche reologiche mediante aggiunta di appositi prodotti chimici. La tipologia di fango e di additivi chimici da utilizzare è funzione sia delle formazioni da attraversare che della temperatura che, se troppo elevata, potrebbe alterarne le proprietà reologiche (tuttavia questo non è il caso del campo Elettra viste le temperature abbastanza contenute, inferiori di 80°C).

4.5 Caratteristiche dell'impianto di perforazione e suo posizionamento sul sito di perforazione

Nel caso del campo Elettra, le operazioni di perforazione del pozzo sarà effettuata con l'utilizzo di un impianto di tipo "Jack-up Drilling Unit", in particolare il GSF Key Manhattan.

Tale impianto è costituito da una piattaforma autosollevante, costituita da uno scafo galleggiante (dimensioni circa di 61 x 74 m) e da tre gambe aventi sezione quadrangolare lunghe 145 m. Al di sopra e all'interno dello scafo della piattaforma sono alloggiati le attrezzature di perforazione, i materiali utilizzati per perforare il pozzo il modulo alloggi per il personale di bordo ed altre attrezzature di supporto (gru, eliporto, ecc.).

Questo tipo di piattaforma viene trasferita, in posizione di galleggiamento, sul luogo dove è prevista la perforazione dei pozzi e dove è stata precedentemente installata la sottostruttura della piattaforma di coltivazione (Jacket), descritta al Paragrafo 0.

Una volta arrivata nel sito selezionato, la Jack-up Drilling Unit si accosta ad un lato della struttura della piattaforma e le gambe vengono appoggiate e infisse nel fondo marino. Lo scafo viene quindi sollevato al di sopra della superficie marina per evitare qualsiasi tipo di interazione con il moto ondoso o effetti di marea.

Al termine delle operazioni di perforazione lo scafo viene abbassato in posizione di galleggiamento, sollevando le gambe dal fondo mare e la piattaforma può essere rimorchiata presso un'altra postazione.

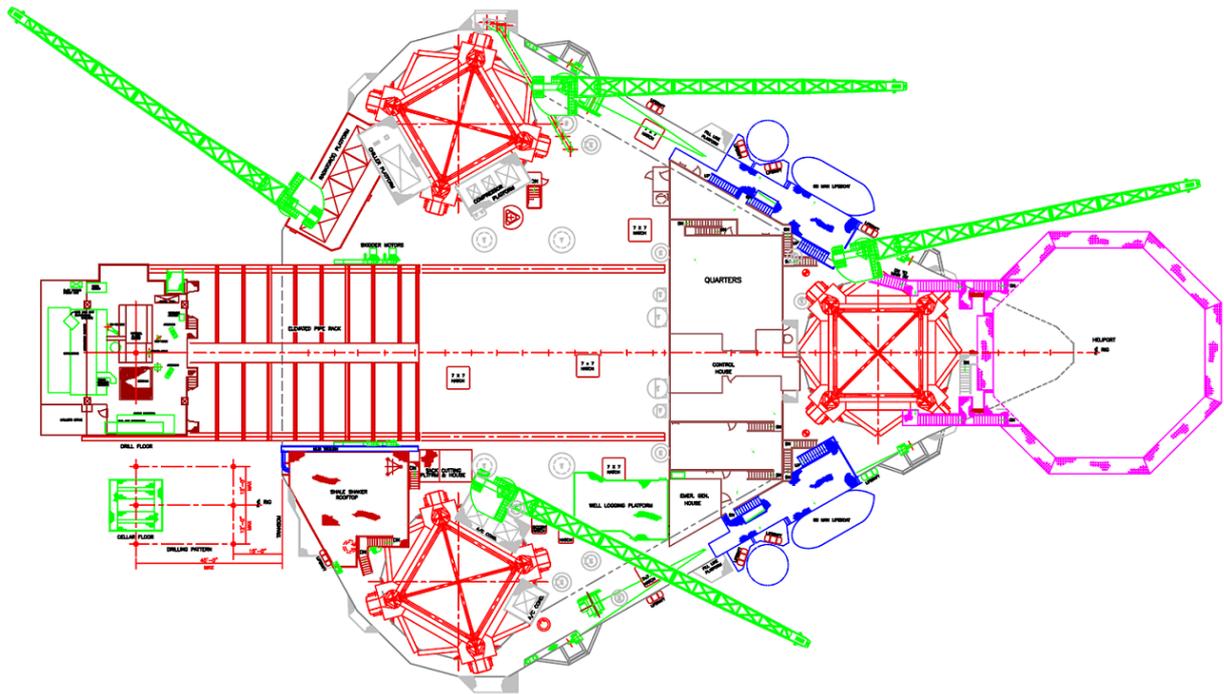


Nella sottostante è riportato il Key Manhattan operante su un jacket pre-installato (visibile a destra nella foto), in situazione analoga a quanto programmato per il campo di Elettra.

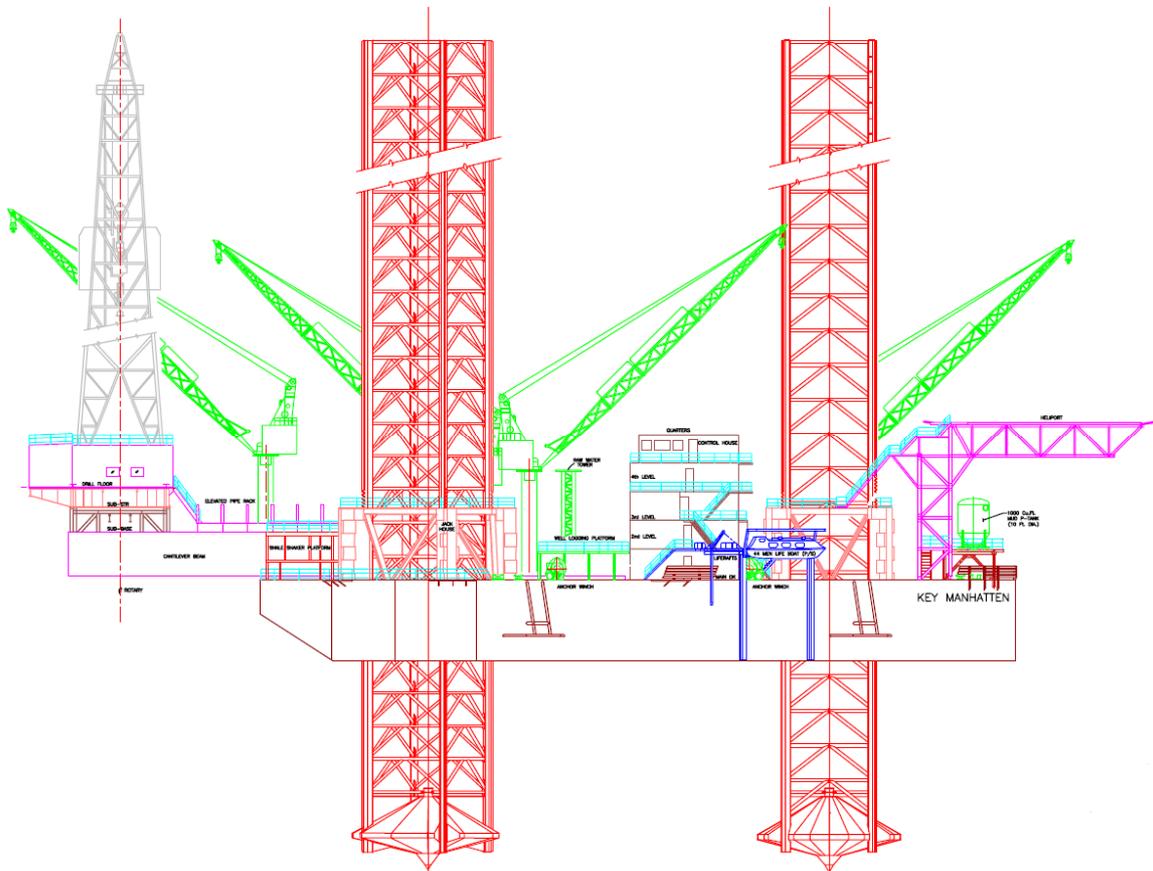


- Jack-up drilling unit

Le successive figure riportano invece le principali sezioni che costituiscono la Drilling Unit, suddivise fra piano principale e piano motori, pompe, vasche. Successivamente viene riportata una descrizione sintetica di ciascuna unità.



- Planimetria Impianto Jack-Up Drilling Unit (Piano Principale)



- Planimetria Impianto Jack-Up Drilling Unit (Piano Motori, Pompe, Vasche)

	Eni S.p.A. Exploration & Production Division	Date: 10/09/2010	Doc. N°. 000262_DV_CD.DPM.0014.000_00	Page Pagina 26 di 65
---	---	---------------------	--	-------------------------

4.5.1 Scafo

Al suo interno sono alloggiati i motori e i gruppi elettrogeni per la produzione di energia elettrica, le vasche fango e delle pompe, i magazzini per i materiali di perforazione, i serbatoi della zavorra (acqua di mare), del gasolio e dell'acqua potabile, i silos del cemento e dei materiali utilizzati per confezionare il fango di perforazione, i locali officina e i locali dei servizi ausiliari (antincendio, produzione acqua potabile, trattamento liquami civili, etc.).

4.5.2 Modulo Alloggi

E' composto da un blocco unico a più piani situato sul lato opposto della piattaforma rispetto alla torre di perforazione. Il modulo alloggi comprende i locali utilizzati dal personale a bordo ovvero: camere, mensa, cucina, lavanderia, spogliatoi, servizi igienici, uffici, sala radio e sala di controllo.

4.5.3 Impianto di perforazione

Comprende le attrezzature necessarie per la perforazione del pozzo: torre ed impianto di sollevamento, organi rotanti, il circuito del fango ed apparecchiature di sicurezza, sostanzialmente simili a quelli utilizzati per perforazioni sulla terraferma.

A causa delle ridotte dimensioni dello scafo le attrezzature sono disposte in modo da adattarsi agli spazi disponibili sulla piattaforma.

Nel seguito vengono descritti i componenti fondamentali dell'impianto di perforazione.

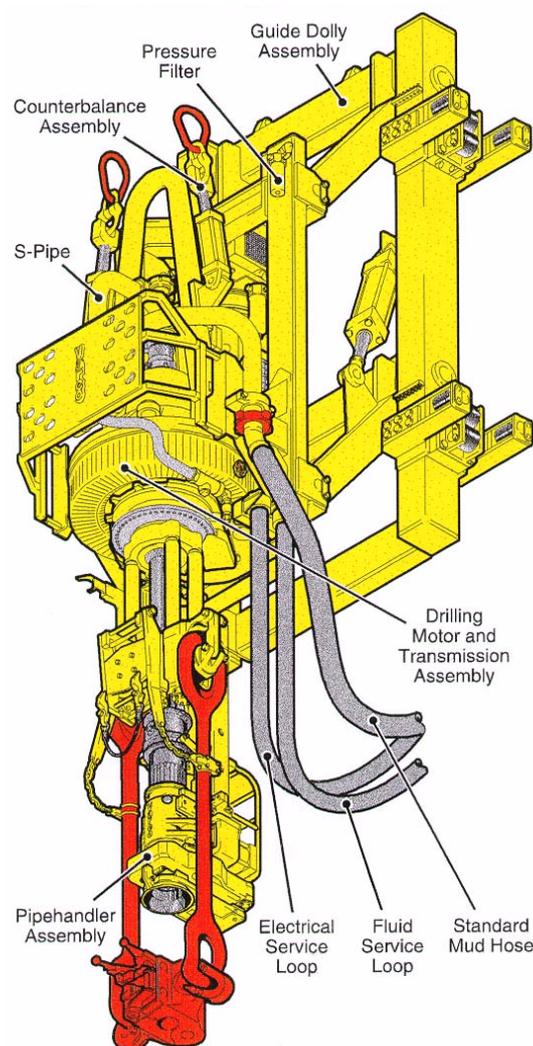
4.5.4 Torre e impianto di sollevamento

Il sistema di sollevamento sostiene il carico della batteria di aste di perforazione (per perforazioni profonde il peso della batteria di perforazione può superare le 200 t) e permette le manovre di sollevamento e discesa nel foro. E' costituito dalla torre di perforazione, dall'argano, dal freno, dalla taglia fissa, dalla taglia mobile e dalla fune.

Il sistema rotativo:

E' il sistema che ha il compito di imprimere il moto di rotazione allo scalpello. E' costituito dal Top Drive (che negli ultimi anni ha sostituito la tavola rotary + asta motrice) e la batteria di aste di perforazione.

- Il Top Drive attualmente il sistema più utilizzato su questo tipo di impianti, consiste essenzialmente in un motore di elevata potenza al cui rotore viene resa solidale la batteria di perforazione; esso viene sospeso alla taglia mobile per mezzo di un apposito gancio dotato di guide di scorrimento. Inclusi nel top drive vi sono la testa di iniezione (l'elemento che permette il pompaggio del fango all'interno della batteria di perforazione mentre questa è in rotazione), un sistema per l'avvitamento e lo svitamento della batteria di perforazione, un sistema di valvole per il controllo del fango pompato in pozzo.
- Le aste che compongono la batteria di perforazione si distinguono in aste di perforazione e aste pesanti (di diametro e spessore maggiore). Queste ultime vengono montate, in numero opportuno, subito al di sopra dello scalpello, in modo da creare un adeguato peso sullo scalpello. Tutte le aste sono avvitate tra loro in modo da garantire la trasmissione della torsione allo scalpello e la tenuta idraulica. Il collegamento rigido viene ottenuto mediante giunti a filettatura conica.



- Top Drive System



– Asta di perforazione

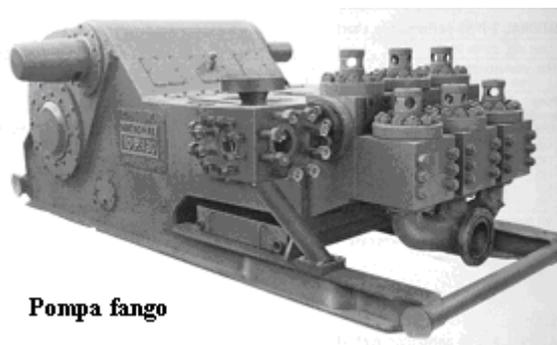
4.5.5 Il circuito fanghi

Questo sistema serve a realizzare la circolazione del fango che viene pompato attraverso la batteria di perforazione, fuoriesce attraverso lo scalpello (dotato di appositi orifizi) ingloba i detriti di perforazione e quindi risale nel foro fino alla superficie.

All'uscita dal pozzo, il fango passa attraverso il sistema di rimozione solidi che lo separano dai detriti di perforazione e viene quindi raccolto nelle vasche per essere nuovamente condizionato e pompato in pozzo.

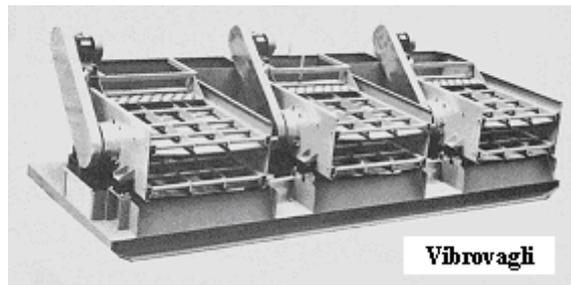
Gli elementi principali del circuito del fango sono:

- pompe fango: pompe volumetriche a pistoni che forniscono al fango la pressione e la portata necessaria a superare le perdite di carico nel circuito e garantire la circolazione
- condotte di superficie - Manifold – Vasche: le condotte di superficie, assieme ad un complesso di valvole posto a valle delle pompe (manifold di sonda), consentono di convogliare il fango per l'esecuzione delle funzioni richieste. Nel circuito sono inoltre inserite diverse vasche di stoccaggio che contengono una riserva di fango da utilizzare in caso di perdite di circolazione o assorbimento del pozzo;
- sistema di rimozione solidi: comprende apparecchiature quali vibrovagli, cicloni, centrifughe per separare il fango dai detriti di perforazione di varia pezzatura. Questi ultimi vengono raccolti in appositi cassonetti e trasportati a terra mediante supply vessels.



Pompa fango

– Pompa fango



– Vibrovagli

4.5.6 Apparecchiature di sicurezza

Per apparecchiature di sicurezza ci si riferisce ai Blow Out Preventers, (BOP) ovvero il sistema di apparecchiature che consente di chiudere il pozzo (a livello della testa pozzo) per impedire l'eruzione incontrollata in atmosfera di fluidi di strato eventualmente entrati in pozzo.

Queste apparecchiature svolgono un ruolo fondamentale per prevenire potenziali rischi alle persone, alle attrezzature e all'ambiente. La descrizione dettagliata e la loro filosofia di impiego è descritta in dettaglio nella sezione 4.6 "Prevenzione dei Rischi Ambientali durante la Perforazione".

4.6 "Prevenzione dei Rischi Ambientali durante la Perforazione".

4.6.1 Sistemi di segnalamento

L'unità di perforazione GSF Key Manhattan è dotata di tre luci perimetrali, una a ciascun angolo dell'impianto.

Si tratta di luci rosse che lampeggiano il segnale Morse U (Ostruzione), più una luce rossa di segnalazione per aerei in cima al derrick.

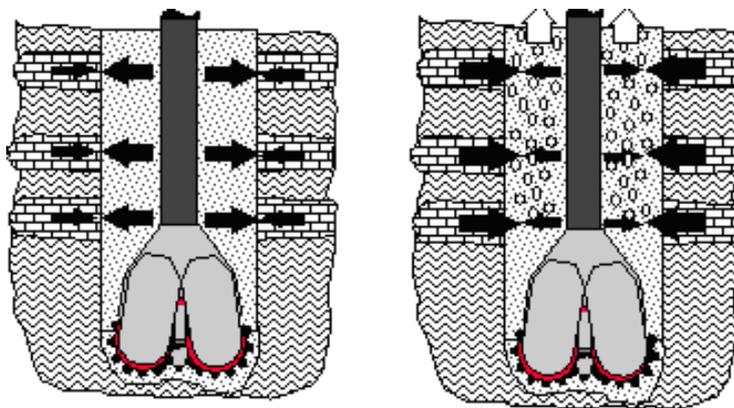
E' in dotazione anche una sirena che viene attivata in caso di nebbia (nautofono).

I rischi in fase di perforazione sono per lo più legati alla possibilità di un'eruzione incontrollata del pozzo, ovvero il rilascio incontrollato di fluidi di strato (acqua o idrocarburi). Per questo motivo durante la perforazione, le Best Practices ENI Divisione E&P, prevedono sempre e comunque la contemporanea presenza di almeno due barriere, al fine di contrastare la pressione dei fluidi presenti nelle formazioni attraversate. Tali barriere sono il fluido (fango di perforazione o brine di completamento) e i Blow-Out Preventers (BOP).

Poiché l'eruzione (o Blow-out) è l'ultimo di una successione di eventi, la prevenzione viene fatta in primo luogo per mezzo di specifiche pratiche operative e procedure volte ad impedire l'ingresso dei fluidi in pozzo, e nella malaugurata ipotesi che ciò si verifici, ad espellerli in maniera controllata senza che ciò degeneri in eruzione.

Per mettere in atto queste procedure è altresì necessario il monitoraggio costante di tutti i parametri di perforazione. Tale monitoraggio viene operato da due sistemi indipendenti di sensori, funzionanti in modo continuativo durante l'attività di perforazione. Esso risulta essenziale per il riconoscimento in modo immediato delle anomalie operative. Il primo sistema di monitoraggio è inserito nello stesso impianto di perforazione, il secondo sistema è composto da una unità computerizzata presidiata da personale specializzato che viene installata sull'impianto di perforazione su richiesta dell'operatore con il compito di fornire l'assistenza geologica e il controllo dell'attività di perforazione.

4.6.2 Fango di Perforazione



- Scalpello e Fango di Perforazione

Il fango di perforazione rappresenta la prima barriera contro l'ingresso dei fluidi di formazione in quanto contrasta, con la sua pressione idrostatica, l'ingresso di fluidi di strato nel foro. Perché ciò avvenga la pressione idrostatica esercitata dal fango deve essere sempre superiore o uguale a quella dei fluidi (acqua, olio, gas) contenuti negli strati rocciosi permeabili attraversati, quindi il fango di perforazione deve essere appesantito ad una densità adeguata.

	Eni S.p.A. Exploration & Production Division	Date: 10/09/2010	Doc. N°. 000262_DV_CD.DPM.0014.000_00	Page Pagina 31 di 65
---	---	---------------------	--	-------------------------

Per particolari situazioni geologiche i fluidi di strato possono avere anche pressione superiore a quella dovuta al solo normale gradiente idrostatico dell'acqua. In questi casi si può avere un imprevisto ingresso dei fluidi di strato nel pozzo, i quali, avendo densità inferiori al fango, risalgono verso la superficie. La condizione ora descritta detta "kick" si riconosce inequivocabilmente dall'aumento di volume del fango nelle vasche. In questa fase di controllo pozzo, per prevenire le eruzioni, servono allora altre apparecchiature di sicurezza che vengono montate sulla testa pozzo. Esse prendono il nome di blow-out preventers e la loro azione è sempre quella di chiudere il pozzo, sia esso libero che attraversato da attrezzature (aste, casing, ecc.).

4.6.3 Apparecchiature di Sicurezza (Blow-Out Preventers)

I Blow-Out Preventers rappresentano la seconda barriera nella prevenzione di eruzioni. Essi vengono attivati quando si registra l'ingresso in pozzo di fluidi di formazione, al fine di attivare in sicurezza le procedure di controllo pozzo (finalizzate all'espulsione controllata dei fluidi entrati in pozzo). Tipicamente, in un impianto di perforazione sono presenti le seguenti due tipologie di BOP:

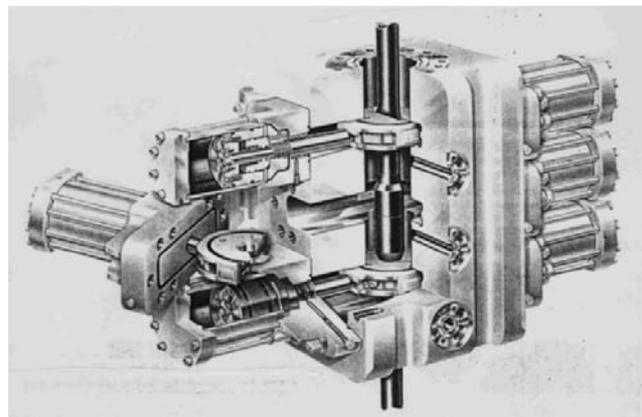
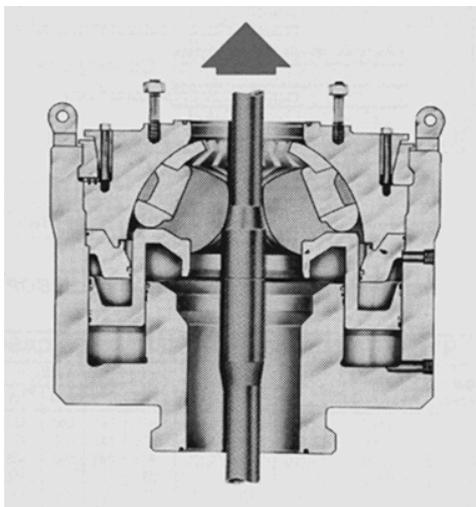
- Il BOP anulare, o a sacco, per via della forma dell'organo di chiusura, montato superiormente a tutti gli altri. Esso dispone di un elemento in gomma, opportunamente sagomato, che sollecitato da un pistone idraulico con spinta in senso assiale, si deforma aderendo al profilo dell'elemento interno su cui fa chiusura ermetica. La chiusura avviene quindi per ogni diametro e sagomatura della batteria di perforazione o di casing. Anche nel caso di pozzo libero dalla batteria di perforazione, il BOP anulare assicura sempre una certa tenuta.
- Il BOP a ganasce, dotato di diverse coppie di saracinesche prismatiche, opportunamente sagomate per potersi adattare al diametro delle attrezzature presenti in pozzo, che possono essere serrate tra loro da un meccanismo idraulico ad azionamento automatico, completamente indipendente dal resto dell'impianto. Il numero e la dimensione delle ganasce è funzione del diametro degli elementi costituenti la batteria di perforazione. È inoltre presente un set di ganasce trancianti "shear rams" che opera la chiusura totale del pozzo quando questo è libero da attrezzature. In caso di emergenza, le ganasce possono tranciare le aste di perforazione, qualora presenti all'atto della chiusura.

Questi elementi sono normalmente messi insieme a formare lo "stack BOP", generalmente composto da 1 o 2 elementi a sacco e 3 o 4 elementi a ganasce. Le funzioni dei BOP sono operate idraulicamente da 2 pannelli remoti. Per la circolazione e l'espulsione dei fluidi di strato vengono utilizzate delle linee ad alta

pressione dette "choke" e "kill lines" e delle apposite valvole a sezione variabile dette choke valves che permettono di controllare pressione e portata dei fluidi in uscita.

Tutte le funzioni dei BOP, così come tutte le valvole e linee di circolazione kill e choke, sono operate dalla superficie tramite comandi elettroidraulici. Inoltre, tutte le funzioni ed i comandi sono ridondanti e "fail safe".

Per gli impianti galleggianti (diversi da quello proposto per Elettra) operanti su alti fondali, viene inoltre utilizzato uno stack di BOP installato sulla testa pozzo che si trova sul fondo mare.



- Blow Out Preventers

4.6.4 Monitoraggio dei Parametri di Perforazione

Il monitoraggio dei parametri di perforazione (essenziale per il riconoscimento in modo immediato delle anomalie operative) viene operato da due sistemi indipendenti, ciascuno dei quali opera tramite sensori dedicati ed è presidiato 24 ore/giorno da personale specializzato.

Il primo sistema di monitoraggio è compreso nell'impianto di perforazione, il secondo è composto da una cabina computerizzata, presidiata da personale specializzato, installata sull'impianto di perforazione per fornire l'assistenza geologica ed il controllo dell'attività di perforazione. In particolare, mediante continue analisi del fango, vengono rilevati i parametri geologici inerenti le formazioni attraversate, nonché la tipologia dei fluidi presenti nelle stesse e le relative quantità, con metodi di misurazione estremamente sensibili, sia automatizzati, sia mediante operatore in modo da identificare in maniera sicura ed istantanea la presenza di gas in quantità

	Eni S.p.A. Exploration & Production Division	Date: 10/09/2010	Doc. N°. 000262_DV_CD.DPM.0014.000_00	Page Pagina 33 di 65
---	---	---------------------	--	-------------------------

superiori a quelle attese rilevando eventuali sovrappressioni derivanti da tali fluidi. In base a tali analisi, la densità del fango può essere regolata in maniera opportuna. Viene inoltre costantemente monitorato il livello delle vasche (sempre al fine di identificare un possibile ingresso di un cuscinio di gas).

Tutti i parametri controllati durante la perforazione, vengono anche registrati dal personale specializzato e trasmessi successivamente al distretto operativo.

4.7 Completamento Pozzo

Una volta terminata la perforazione il pozzo del campo Elettra verrà completato, spurgato ed allacciato alla produzione.

Solo nel caso di eventi quali pozzi incidentati o fuori obiettivo (in cui non è più possibile raggiungere l'obiettivo minerario) questo può essere chiuso minerariamente (con metodologia descritta nella sezione dedicata al decommissioning) e raggiungere l'obiettivo minerario perforando un nuovo pozzo con la tecnica del "side track" oppure utilizzando uno degli slot di riserva predisposti sulla piattaforma.

4.7.1 Operazione di Completamento dei Pozzi

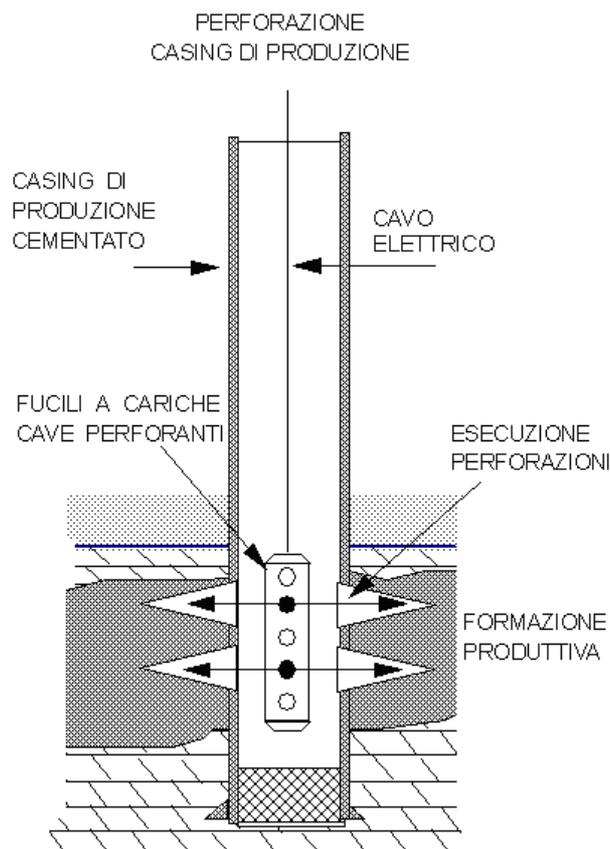
In generale, la fase di completamento comprende l'insieme delle operazioni che vengono effettuate sul pozzo a fine perforazione e prima della messa in produzione. Il completamento ha lo scopo di predisporre alla produzione in modo permanente ed in condizioni di sicurezza il pozzo perforato. I principali fattori che determinano lo schema di completamento sono:

- il tipo e le caratteristiche dei fluidi di strato (es. gas, olio leggero, olio pesante, eventuale presenza di idrogeno solforato o anidride carbonica, possibilità di formazione di idrati);
- l'erogazione spontanea od artificiale dei fluidi di strato;
- la capacità produttiva del pozzo (la permeabilità dello strato, la pressione di strato, ecc.);
- il numero e l'estensione verticale dei livelli produttivi;
- l'estensione areale e le caratteristiche dei livelli produttivi (la quantità di idrocarburi in posto e la quantità estraibile);
- la necessità di effettuare operazioni di stimolazione per accrescere la produttività degli strati;

- la durata prevista della vita produttiva del pozzo;
- la possibilità di effettuare lavori di work-over.

In generale, nel caso di pozzi a gas, il tipo di completamento utilizzato è infatti quello denominato "in foro tubato" in cui la zona produttiva viene ricoperta con una colonna ("casing o liner di produzione") con elevate caratteristiche di tenuta idraulica. Successivamente, vengono aperti dei fori nella colonna per mezzo di apposite cariche esplosive ad effetto perforante ("perforazioni"). In questo modo gli strati produttivi vengono messi in comunicazione con l'interno della colonna.

Il trasferimento degli idrocarburi dal giacimento in superficie viene effettuato per mezzo della string di completamento, ovvero una serie di tubi ("tubings") di diametro opportuno a seconda delle esigenze di produzione e di altre attrezzature che servono a rendere funzionale e sicura la messa in produzione e la gestione futura del pozzo.



- Schema di Perforazione del Casing

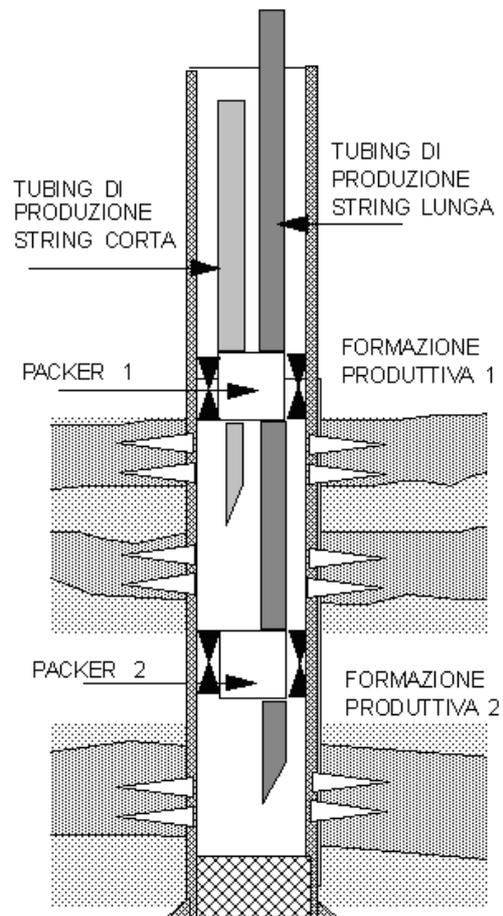
Nel caso del campo Elettra, caratterizzato dalla presenza di più livelli produttivi, verrà utilizzata una string di completamento "doppia", composta cioè da due batterie di tubings (una da 2"3/8 e una da 2"7/8) in grado di produrre, in modo indipendente l'una dall'altra, da livelli diversi.

	Eni S.p.A. Exploration & Production Division	Date: 10/09/2010	Doc. N°. 000262_DV_CD.DPM.0014.000_00	Page Pagina 35 di 65
---	---	---------------------	--	-------------------------

Contestualmente alle operazioni di completamento dei pozzi, vengono anche eseguite le operazioni per la discesa del completamento in "Sand Control" utilizzando una delle numerose tecniche disponibili, sia in foro scoperto che tubato. Tale tipologia di completamento ha lo scopo di prevenire l'ingresso di sabbia nel pozzo e ridurre o limitare fenomeni di erosione sugli equipment di fondo foro e sulle facilities di superficie. Nel caso particolare del campo Elettra, le tecniche di Sand Control previste sono quelle in foro tubato (Inside Casing Gravel Pack) e, in particolare, l'High Rate Water Pack ed il Frac Pack. Nell'High Rate Water Pack la sabbia viene trasportata mediante brine, con pressioni di trattamento ben inferiori alla pressione di fratturazione e con elevate portate. Nel Frac Pack, invece, vengono realizzate delle vere e proprie fratture che vengono riempite di proppant a granulometria controllata per mantenere nel tempo aperta la frattura e consentire di avere una produttività del livello più elevata. Le tipologie di Sand Control da adottare vengono scelte di volta in volta sulla base delle caratteristiche della formazione, distanza dalla tavola d'acqua, numero di livelli produttivi presenti, distanza tra gli stessi, presenza di livelli di argille o strati impermeabili.

In caso di possibili emergenze operative (ad es. la rottura della testa pozzo), è possibile chiudere la string di produzione mediante una valvola di sicurezza automatica del tipo SCSSV ("Surface Controlled Subsurface Safety Valve").

COMPLETAMENTO DOPPIO CON CASING
TUBATO E PERFORATO



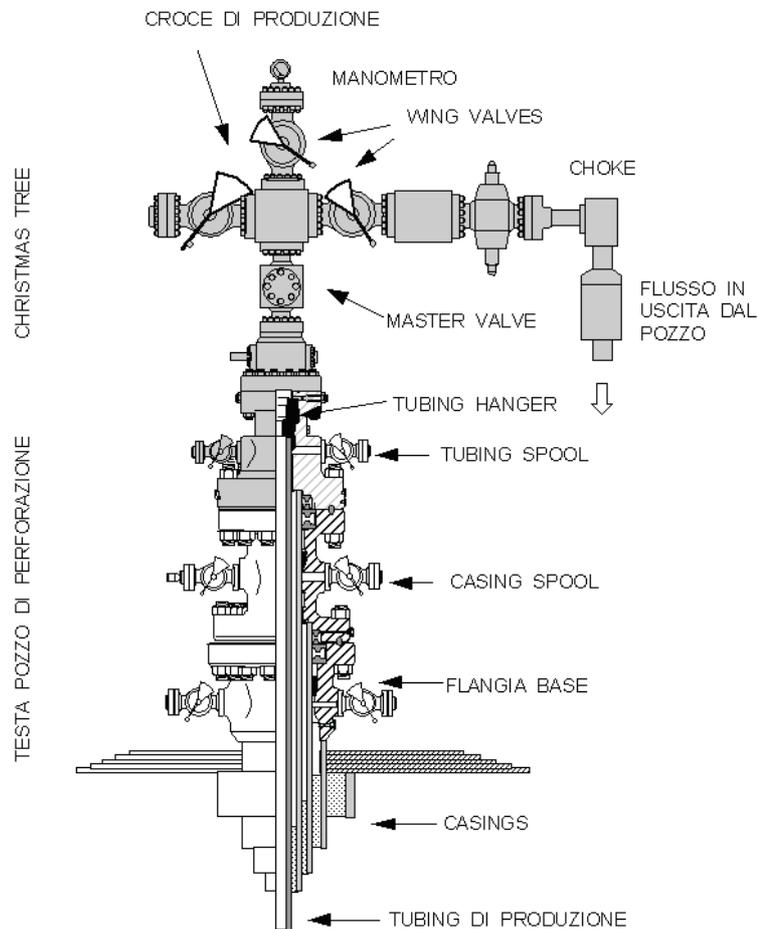
Schema esemplificativo di String di Completamento

Nel seguito vengono brevemente descritte le principali attrezzature di completamento, generalmente indicate come “String di Completamento”.

- **Tubing:** tubi generalmente di piccolo diametro (4 1/2" - 2 1/16") ma di elevata resistenza alla pressione che vengono avvitati uno sull'altro in successione in modo tale da garantire la tenuta metallica per tutta la lunghezza della string.
- **Packer:** attrezzo metallico dotato di guarnizioni di gomma per la tenuta ermetica e di cunei di acciaio per il bloccaggio meccanico contro le pareti della colonna di produzione. Lo scopo dei packer è quello di isolare idraulicamente dal resto della colonna la sezione in comunicazione con le zone produttive, che per ragioni di sicurezza viene mantenuta piena di fluido di completamento. Il numero dei packer nella batteria dipende dal numero dei livelli produttivi del pozzo.



- Safety Valves: valvole di sicurezza installate nella batteria di tubing per chiudere automaticamente l'interno del tubing in caso di rottura della testa pozzo, bloccando il flusso di idrocarburi verso la superficie. Per pozzi ad erogazione spontanea ENI E&P utilizza valvole di sicurezza del tipo SCSSV installate nella batteria di tubing al di sotto del fondo marino. La chiusura della SCSSV può essere sia automatica, nel caso di rottura sulla testa pozzo o di perdita di pressione nella control line, sia manuale, tramite un pannello di controllo azionato dalla superficie.
- Sistema "Testa Pozzo- Croce di Produzione": al di sopra dei primi elementi della testa pozzo, installati per l'aggancio e l'inflangiatura delle varie colonne di rivestimento durante le fasi di perforazione, vengono inseriti altri elementi che costituiscono la testa pozzo di completamento. Scopo di questi elementi è l'interruzione della tubing string ed il controllo della produzione del pozzo. Le componenti fondamentali del sistema testa pozzo - croce di produzione sono:
 - Tubing Spool, ovvero un rocchetto che nella parte inferiore alloggia gli elementi di tenuta della colonna di produzione e nella parte superiore porta la sede per l'alloggio del blocco di ferro con guarnizioni, chiamato "tubing hanger", che sorregge la batteria di completamento;
 - Croce di Produzione (Christmas Tree), ovvero l'insieme delle valvole per intercettare e controllare il flusso di erogazione in superficie e garantire la sicurezza delle operazioni (ad es. apertura e chiusura della colonna di produzione per l'introduzione di nuove sezioni nella batteria di completamento);



Schema Semplificato di Christmas Tree

4.8 Misure di Attenuazione di Impatto

Nei paragrafi successivi vengono illustrate le principali misure antinquinamento normalmente adottate nella fase di perforazione e le principali tecniche di monitoraggio dei parametri ambientali.

4.8.1 Trattamento dei Detriti Perforati e del Fango di Perforazione

Sebbene il D.M.A. 28 Luglio 1994, "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", offra

	Eni S.p.A. Exploration & Production Division	Date: 10/09/2010	Doc. N°. 000262_DV_CD.DPM.0014.000_00	Page Pagina 39 di 65
---	---	---------------------	--	-------------------------

la possibilità di effettuare, dietro richiesta di autorizzazione alle autorità competenti, lo scarico in mare dei detriti perforati e del fango di perforazione a base d'acqua, ENI Divisione E&P, nell'ottica di ridurre il più possibile l'impatto ambientale derivante dalle attività di perforazione, non effettua alcuno scarico a mare di questo tipo di rifiuti.

Inoltre, sempre con l'intento di minimizzare gli impatti derivanti dalle attività di perforazione sulle varie componenti ambientali, vengono adottate durante tutte le fasi operative una serie di misure antinquinamento preventive in accordo a precise specifiche tecniche stabilite da ENI Divisione E&P.

Le suddette specifiche richiedono impianti "impermeabilizzati", in grado cioè di impedire qualsiasi tipo di sversamento accidentale in mare di acque piovane, fango di perforazione, oli di sentina.

Tutti i piani di lavoro (piano sonda, main deck, cantilever deck, B.O.P deck, elideck) sono a tenuta e provvisti di mastra. Inoltre lungo tutto il perimetro della piattaforma sono presenti pozzetti di drenaggio per raccogliere le acque piovane, quelle di lavaggio impianto ed eventuali sversamenti di fango. Questi fluidi vengono convogliati in apposite vasche da 3 m³ e trasferiti tramite pompe di raccolta ad una vasca da 50 m³ alloggiata sul main deck.

Il contenuto della vasca viene periodicamente trasferito per mezzo di pompe sulle cisterne della nave appoggio (supply-vessel) che staziona nelle immediate vicinanze della piattaforma, per essere trasportato a terra per il trattamento e lo smaltimento in idonei recapiti.

I detriti perforati sono anch'essi temporaneamente raccolti in appositi cassonetti e trasferiti a terra tramite la nave appoggio per il trattamento e smaltimento. Nel caso del progetto in esame, non sono previsti sistemi di trattamento in banchina.

4.8.2 Trattamento dei Liquami Civili e delle Acque Oleose

I liquami civili (scarichi w.c., lavandini, docce, cambusa) vengono trattati per mezzo di impianti omologati dal R.I.N.A. prima di essere scaricati in mare. Nella sala macchine la zona pompe e quella motori, poste al di sotto del main deck, sono anch'esse dotate di mastra, fornite di sentina per la raccolta di liquidi oleosi, inclusi

	Eni S.p.A. Exploration & Production Division	Date: 10/09/2010	Doc. N°. 000262_DV_CD.DPM.0014.000_00	Page Pagina 40 di 65
---	---	---------------------	--	-------------------------

quelli raccolti da tutte le zone suscettibili di sversamenti di oli lubrificanti. I liquidi raccolti tramite pompa di rilancio sono inviati ad un impianto separatore olio-acqua. L'acqua separata viene inviata nella vasca di raccolta dei rifiuti liquidi, mentre l'olio è stoccato in appositi fusti in attesa di essere trasportato a terra per lo smaltimento.

Tutti gli scarichi a mare rispetteranno le normative MAR POL (Marine Pollution)

4.8.3 Misure in Caso di Sversamenti Accidentali

L'impianto di perforazione è assistito 24 ore su 24 da una nave appoggio che oltre a fungere da stoccaggio temporaneo per i materiali necessari alla perforazione e dei reflui prodotti è dotata di 20 fusti di disperdente ed attrezzata con appositi bracci per il suo eventuale impiego in mare in caso di sversamenti accidentali di fluidi oleosi. A terra inoltre, presso il Distretto operativo, conformemente a quanto stabilito dal "Piano Antinquinamento Marino" Eni S.p.A. Divisione E&P, è stoccata l'attrezzatura necessaria ad intervenire in caso di sversamento accidentale di inquinanti in mare.

In particolare, l'attrezzatura disponibile consiste in:

- 500 m di panne galleggianti antinquinamento;
- No. 2 recuperatori meccanici ("*skimmer*") per il recupero dell'olio galleggiante sulla superficie dell'acqua;
- No. 200 fusti di disperdente chimico;
- materiale oleoassorbente (*sorbent booms*, *sorbent blanket*, etc).

4.9 Stima della Produzione dei Rifiuti, delle Emissioni di Inquinanti in Atmosfera, della Produzione di Rumore e Vibrazioni

I rifiuti prodotti in piattaforma, di qualsiasi natura essi siano e qualunque sia il sistema di smaltimento adottato, seppur temporaneamente, sono ammassati in adeguate strutture di contenimento per poi essere smaltiti in idoneo recapito finale. Per quanto concerne le emissioni in atmosfera e la produzione di rumore, queste sono principalmente riconducibili al funzionamento dei generatori e degli organi meccanici in movimento.

4.9.1 Tipologia e Quantità Rifiuti Prodotti

I rifiuti prodotti sono costituiti da:

- rifiuti di tipo solido urbano (lattine, cartoni, legno, stracci, imballaggi etc.);
- rifiuti derivanti da prospezione (fango in eccesso, detriti intrisi di fango);
- acque reflue (acque di lavaggio impianto, acque meteoriche, acque di sentina);

Tipologia e Stima dei Rifiuti Prodotti

Rifiuti assimilabili al Tipo Urbano (tonn)	Rifiuti Liquidi Fangosi ed Acquosi (m³)	Detriti Perforati (tonn)	Liquami Civili (m³)
20	1000	350	300

Inoltre, poiché per il raffreddamento dei generatori di potenza necessari alla produzione di energia verrà adottato un sistema a circuito chiuso, non sono previsti prelievi e scarichi a mare di liquidi di raffreddamento.

4.9.2 Emissione di Inquinanti in Atmosfera

La principale fonte di emissione in atmosfera è rappresentata dallo scarico di gas inquinanti da parte dei gruppi motore che azionano i gruppi elettrogeni.

Sulla piattaforma è installato un impianto di produzione di energia elettrica con generatori diesel per un totale di potenza installata pari a circa 5500 - 6000 HP (4100-4500 Kw). Durante il normale funzionamento, tutti i generatori presenti vengono utilizzati per la produzione dell'energia elettrica necessaria al funzionamento della piattaforma ad esclusione di uno adibito alle emergenze (es.: black-out). Il combustibile utilizzato è gasolio per auto trazione con tenore di zolfo inferiore allo 0,2% in peso.

Vengono nel seguito riportate le caratteristiche dei generatori di potenza installati sul Jack-Up Rig modello Key Manhattan:

- Motori principali: No. 3 EMD, modello 16-645-E8, potenza di 1454 kW ciascuno;

- Motore di Emergenza: No.1 CATERPILLAR, modello 3412, potenza 346 kW, per il quale non sono state rilevate le caratteristiche di emissione poiché usato solo in casi d'emergenza.

- Caratteristiche di Emissione dei Generatori di Potenza

Sorgente di Emissione	Altezza di Emissione	NO ₂ (mg/m ³)	CO (mg/m ³)	Particolato (mg/m ³)	Ga s T (°C)	Portata (Nm ³ /h)
Diesel engine EMD 16-645-E8	Exhausts are level with bottom of hull.	3050	530	70	312	1010
Diesel engine EMD 16-645-E8	15.85 from sea level	3050	530	70	326	1010
Diesel engine EMD 16-645-E8		3050	530	70	321	1010

4.9.3 Generazione di Rumore

Durante la perforazione le principali sorgenti di rumore sono riconducibili al funzionamento dei motori diesel, dell'impianto di sollevamento (argano e freno) e rotativo (tavola rotary o top drive), delle pompe fango e della cementatrice.

Il genere di rumore prodotto è del tipo a bassa frequenza ed il lato più rumoroso risulta quello dove sono ubicati i motori. Facendo riferimento ai rilievi effettuati secondo le modalità prescritte dal D.P.C.M. 1 Marzo 1991 per progetti analoghi, la pressione sonora in corrispondenza delle sorgenti di rumore ha evidenziato i seguenti valori di rumorosità:

- Pressione Sonora Rilevata in Progetti Similari

Zona Motori Leq (A)	Piano Sonda (Tavola Rotary e Argano) Leq (A)	Zona Pompe Leq (A)	Cementatrice Leq (A)
98	85	82	88

In particolare, la perturbazione tipicamente riconducibile all'attività di perforazione è caratterizzata da:

	Eni S.p.A. Exploration & Production Division	Date: 10/09/2010	Doc. N°. 000262_DV_CD.DPM.0014.000_00	Page Pagina 43 di 65
---	---	---------------------	--	-------------------------

- un rumore medio a bassa frequenza (livello medio di rumore alla frequenza di 240 Hz) di 96 dB in fase di perforazione, superiore di circa 20 dB rispetto al fondo naturale in mare (assunto pari a 76 dB alla stessa frequenza in base a dati bibliografici riferiti a misurazioni con idrofoni in assenza di sorgenti sonore esterne) ma comunque molto inferiore alla soglia di disturbo della fauna marina, stimata fra i 140 e i 150 dB
- una zona di influenza, ovvero l'area sottomarina entro la quale il rumore emesso dalla sorgente sonora supera il fondo naturale assunto pari a 76 dB, di raggio pari a circa 2,5 km nell'intorno della piattaforma.

4.9.4 Tecniche di Trattamento e Conferimento a Discarica dei Rifiuti

Nel caso del progetto Elettra, i fluidi di perforazione, i detriti perforati, le acque di lavaggio, gli oli ed i rifiuti solidi urbani e/o assimilabili vengono raccolti e trasferiti a terra per il successivo smaltimento.

4.9.5 Detriti e Fluidi di Perforazione

Il fango di perforazione (o il fluido di completamento) rappresenta la principale fonte di produzione di rifiuti. Il volume del fango tende ad aumentare proporzionalmente all'approfondimento del foro a causa degli scarti dovuti al progressivo invecchiamento e alle continue diluizioni necessarie a contenere la quantità di detriti inglobati durante la perforazione o a preservarne le caratteristiche principali. È possibile limitare i volumi di scarto con la separazione meccanica tra detriti perforati e fango, per mezzo di attrezzature di controllo dei solidi costituite da vibrovagli a cascata, mud cleaners e centrifughe.

Lo svolgimento dell'attività di perforazione non prevede alcuno scarico a mare di prodotti liquidi e solidi, in quanto l'impianto soddisferà la clausola essenziale di "zero discharge" richiesta contrattualmente dall'operatore alla società proprietaria dell'impianto. Per cui verranno attuate tutte le misure necessarie al fine di eliminare la possibilità di sversamenti a mare. Questa condizione viene attuata sia nel caso di impiego di fango a base acquosa, che di fango a base non acquosa.

Tutti i rifiuti solidi e liquidi prodotti durante la perforazione, compresi i rifiuti solidi assimilabili agli urbani, verranno stoccati separatamente in base alle loro caratteristiche peculiari, come stabilito dalla normativa vigente.

	Eni S.p.A. Exploration & Production Division	Date: 10/09/2010	Doc. N°. 000262_DV_CD.DPM.0014.000_00	Page Pagina 44 di 65
---	---	---------------------	--	-------------------------

4.9.6 Impiego dei fanghi a base acquosa

I cuttings risultanti dal processo di perforazione sono separati dal fango di circolazione sull'impianto di perforazione stesso, tramite appositi sistemi di vagliatura e centrifugazione, che permettono il recupero quasi totale del fango circolante, tranne una piccola frazione che rimane all'interno dei cuttings. Questi vengono raccolti in appositi contenitori (cassonetti) e inviati a terra a mezzo supply-vessel e successivamente trasferiti ad idonei centri di trattamento e smaltimento, come previsto dalla normativa.

Il fango successivamente al suo impiego, viene riportato al porto di sbarco e trasferito in idonei centri di trattamento e smaltimento, come previsto dalla normativa.

Eventuali frazioni liquide da smaltire saranno raccolte in apposite tank a bordo dell'impianto di perforazione e trasferite in banchina a mezzo supply-vessel, per il successivo trasporto in idonei centri di trattamento e smaltimento.

4.9.7 Impiego fango a base non acquosa

Nel caso di cuttings risultanti dall'impiego di fango LT-IE, sull'impianto saranno utilizzate attrezzature supplementari ad alta efficienza di separazione oltre a quelle standard, che provvederanno a limitare ulteriormente la frazione di fango inglobata nei cuttings stessi. Questi saranno raccolti in opportuni contenitori (cassonetti) e trasportati in banchina tramite supply-vessel e successivamente trasferiti ad idonei centri di trattamento e smaltimento, come previsto dalla normativa.

Il fango LT-IE successivamente al suo impiego, viene riportato al porto di sbarco e riutilizzato in altre operazioni similari.

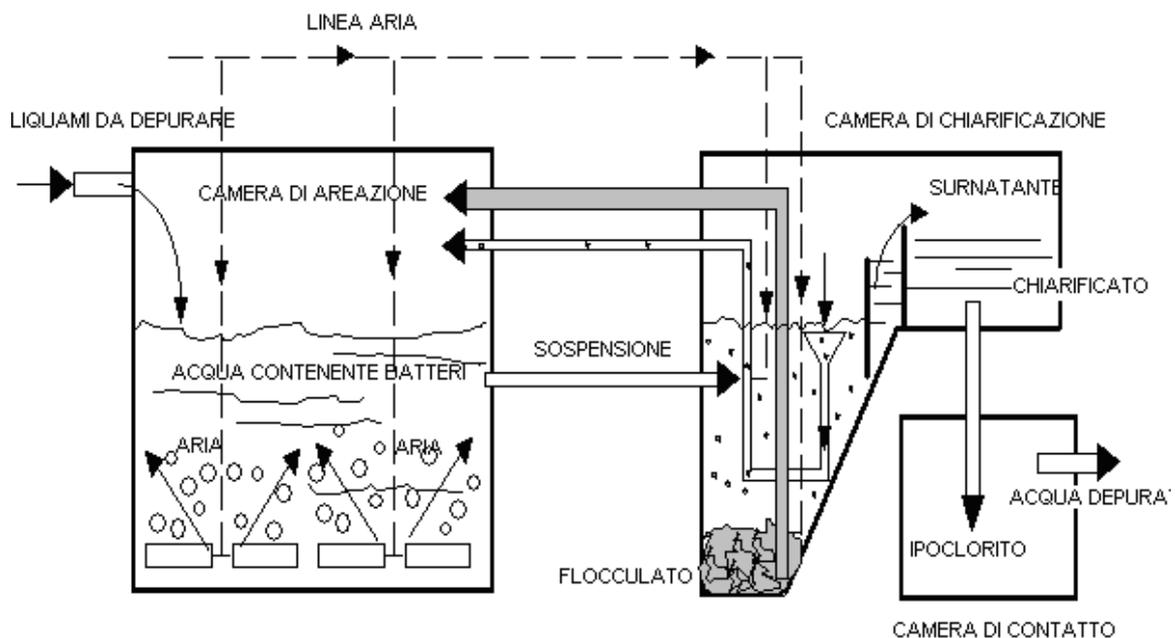
Eventuali frazioni liquide da smaltire saranno raccolte in apposite tank e trasferite in banchina a mezzo supply-vessel, per il successivo trasporto in idonei centri di trattamento e smaltimento.

Il fango LT-IE è attualmente utilizzato in diverse realtà estere onshore e offshore, anche in condizioni di alto impatto ambientale, dove Eni opera abitualmente.

4.10 Trattamento dei Rifiuti in Piattaforma (jack-up)

Gli unici trattamenti effettuati a bordo della piattaforma sono limitati a:

- Residui Alimentari: vengono per la maggior parte raccolti ed inviati a terra tramite supply vessel, per poi essere smaltiti in idoneo recapito autorizzato come rifiuto solido urbano (RSU). I restanti residui, originati ad esempio dalla lavorazione dei cibi, vengono tritati e scaricati in mare attraverso un setaccio le cui maglie hanno una luce di 25 mm, come stabilito dalle norme Internazionali "MARPOL (Marine Pollution)".
- Liquami Civili (scarichi w.c., lavandini, docce, cambusa): sono trattati con un impianto di depurazione omologato prima dello scarico in mare aperto. Lo scarico avviene in conformità a quanto stabilito dalle Leggi 662/80 e 438/82 che recepiscono le disposizioni delle norme internazionali "MARPOL". L'impianto di depurazione è di tipo biologico; i liquami sono mantenuti per circa 24 ore in una camera di aerazione dove vengono miscelati ad acqua contenente un alta concentrazione di batteri aerobici. Un compressore inietta aria in pressione nel liquame, al fine di mantenere attivi i batteri, creare un certo grado di agitazione e mantenere in sospensione le particelle costituite da sostanza organica e batteri. La sospensione passa poi ad una camera di chiarificazione dove, in circa 6 ore, avviene una decantazione dei fiocchi e la stratificazione in zone rispettivamente di liquido chiarificato surnatante, di particelle ancora in sospensione ed di fiocchi decantati. Il surnatante, tramite troppo pieno, passa a trattamento di 30 minuti con ipoclorito (eliminazione dei batteri residui) e viene quindi scaricato in mare, dopo controllo della quantità di ossigeno disciolto e del pH. Il materiale ancora in sospensione e quello decantato tramite insufflazione di aria vengono rinviiati alla camera di aerazione dove il ciclo di trattamento prosegue.

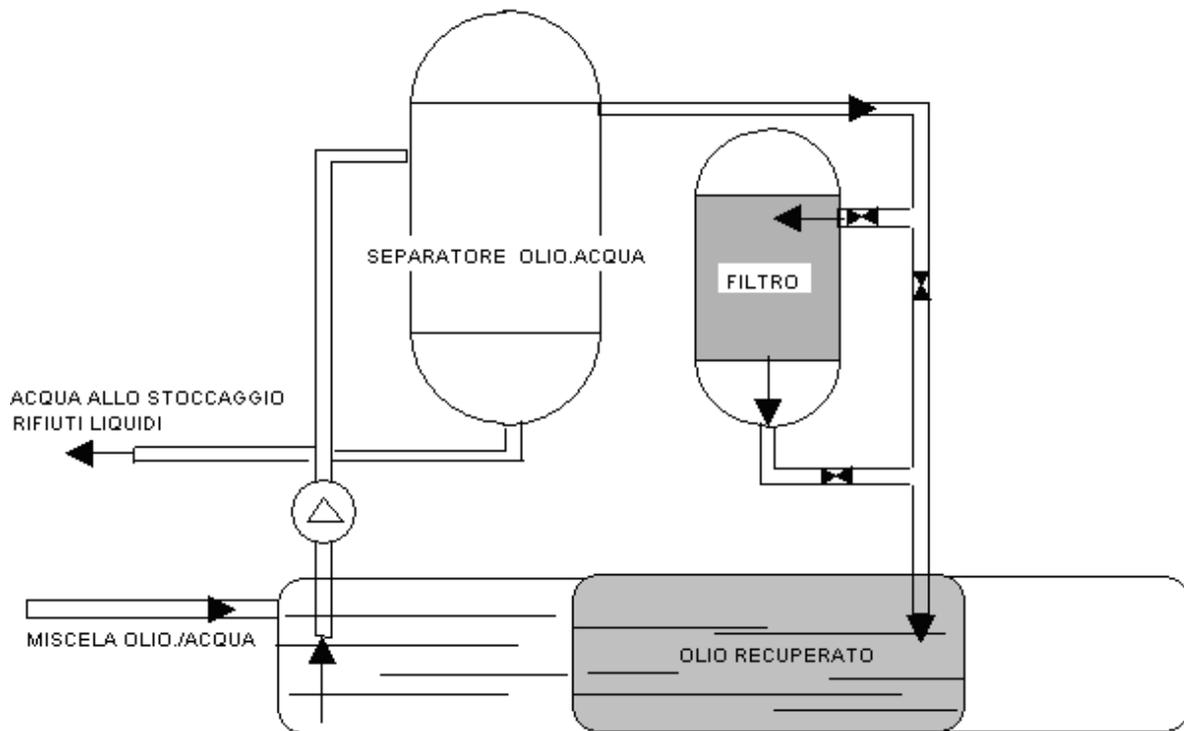


- Schema Impianto Trattamento Liquami Civili

Il sistema di trattamento degli scarichi civili prevede i seguenti valori di emissione (validi per gli impianti Galloway e Stewart e comunque rappresentativi del tipo di impianto utilizzato):

- $BOD_5 < 50 \text{ mg/l}$;
- Solidi sospesi $< 50 \text{ mg/l}$;
- Coliformi totali $< 250 \text{ MPN/100ml}$;
- $Cl_2 < 50 \text{ mg/l}$.

Liquidi di Sentina: sono costituiti da una miscela di olio ed acqua e vengono trattati in un separatore olio - acqua. L'olio viene filtrato e raccolto in un serbatoio per essere successivamente raccolto in fusti e trasferito a terra per essere smaltito al Consorzio Oli Esausti mentre l'acqua è inviata alla vasca di raccolta rifiuti liquidi (fango ed acque piovane e/o di lavaggio) e quindi smaltita a terra da smaltitore autorizzato e certificato.



- Separatore Liquidi di Sentina

4.11 Mezzi Navali di Supporto alle Operazioni di Perforazione

Durante le attività di perforazione una serie di mezzi navali ed aerei svolgerà attività di supporto per il trasporto di componenti impiantistiche, l'approvvigionamento di materie prime, lo smaltimento di rifiuti, il trasporto di personale oltre ad attività di controllo.

A tale scopo, durante il periodo di svolgimento delle attività, nelle acque limitrofe all'area delle operazioni e lungo i corridoi di navigazione che portano alle rispettive coste italiane, saranno presenti una serie di mezzi, elencati nel seguito:

- Mezzi Navali di Supporto (Supply Vessels):
 - Tonnellaggio: 1200 tonnellate,
 - Caratteristiche Motore: motore diesel di 6000 BHP,
 - Numero: 2 mezzi operanti 24 ore su 24 per il trasporto di materiali (andata) e rifiuti (ritorno),
 - No. viaggi/mese da/per Ravenna: 25.
- Navi Passeggeri (Crew Boat):
 - Tonnellaggio: 150 tonnellate,
 - Caratteristiche Motore: motore diesel di 2200 BHP,
 - Ore di Viaggio/mese da Ravenna: No. 20.
- Elicotteri:
 - Ore Viaggi/mese da Ravenna: No. 20

L'utilizzo di crew boats ed elicotteri sarà limitato al trasporto del personale e di materiali di piccole dimensioni, non per il trasporto di rifiuti.

4.12 Tempi di perforazione e completamento

Nella seguente tabella sono indicati i tempi complessivi previsti, suddivisi per le fasi di perforazione e completamento del pozzo Elettra 3.

- Stima Tempi Perforazione e Completamento - Elettra3

POZZO	Perforazione (giorni)	Completamento (giorni)	Totale (giorni)
Elettra 3	22	20	42

5. OPERAZIONI DI INSTALLAZIONE DELLA PIATTAFORMA

5.1 Descrizione Piattaforma Elettra

La piattaforma Elettra è una piattaforma (tripode) normalmente spresidiata, priva di eliporto, telegestita dalla centrale di Falconara. Sono previsti solo saltuari interventi di manutenzione. L'accesso alla piattaforma avviene per mezzo di un imbarcadero fisso, dal quale si eleva una scala fino al piano superiore praticabile.

Il deck di tipo integrato contiene gli impianti necessari per assolvere alle funzioni della piattaforma.

La sottostruttura consiste in una colonna centrale a diametro variabile, collegata poi alla base tramite aste tubolari a tre sleeves posti ai vertici di un triangolo equilatero di 20 m di lato. I tre sleeves hanno la funzione di rendere solidali i pali di fondazione che verranno opportunamente dimensionati.

La sovra-struttura (deck) si sviluppa su tre livelli:

- main deck, elevazione +21.20 m, con dimensioni 14 m x 14 m
- cellar deck, elevazione +16.50 m, con dimensioni 14 m x 14 m
- lower deck, elevazione 12.4 m, con dimensioni 14 m x 14 m

La Tabella seguente riporta l'altezza e le dimensioni principali dei vari piani che costituiscono la piattaforma.

- Schema della Sovra-Struttura (Deck)

	Elevazione Top Of Steel (T.O.S.) (m)	Dimensioni (m)
Imbarcadero	2.2	-
Main deck	21.2	14 x 14
Cellar deck	16.5	14 x 14
Lower deck	12.4	14 x 14

Sul Lower e sul cellar deck trovano posto le unità di processo ed i servizi.

Il Main deck sarà a disposizione per effettuare le operazioni di drilling e work over e non sarà interessato dall'installazione di apparecchiature e/o valvole a possibile rilascio di idrocarburi.

I diversi piani sono collegati da scale situate in modo opportuno, allo scopo di agevolare in ogni condizione la discesa dai piani superiori a quelli inferiori fino all'attracco dei natanti (vie di fuga).

5.2 Installazione della Piattaforma

La sotto-struttura (jacket) viene interamente prefabbricata in cantiere in posizione orizzontale e successivamente trasportata sul sito di installazione con una bettolina. Una volta raggiunta l'area selezionata per il posizionamento, mediante opportuno mezzo navale di sollevamento il jacket viene appoggiato sul fondo del mare. Successivamente, con l'impiego di un battipalo, vengono infissi i pali di fondazione (uno per ogni sleeve) per ancorare la struttura al fondale. Il battipalo è costituito da una massa battente che, colpendo ripetutamente la testa del palo, ne permette la progressiva penetrazione nel fondale marino.

Come il jacket, anche la sovra-struttura (deck) della piattaforma è interamente prefabbricata a terra e successivamente trasportata completa di tutti gli impianti al sito di installazione, al fine di limitare al massimo le operazioni di installazione a mare. Una volta in posizione, il deck viene sollevato mediante mezzo navale opportuno e posato sulle gambe del jacket. Le due strutture, deck e jacket, vengono quindi rese solidali per mezzo di giunzioni saldate.



Immagini del Mezzo Navale di Sollevamento tipo Crane-Barge

	Eni S.p.A. Exploration & Production Division	Date: 10/09/2010	Doc. N°. 000262_DV_CD.DPM.0014.000_00	Page Pagina 50 di 65
---	---	---------------------	--	-------------------------

Durante le varie fasi di installazione, in conformità all'art. 28 del DPR 886/79, è stabilita una zona di sicurezza attorno alle piattaforme, la cui estensione è fissata da un'ordinanza della Capitaneria di Porto competente. In tale zona sono vietate le operazioni di ancoraggio e la pesca di profondità.

Durante l'installazione della piattaforma una serie di mezzi navali svolgerà attività di supporto per il trasporto e posizionamento del jacket e del deck, per la posa delle condotte e per supporto logistico alle operazioni.

Durante il periodo di svolgimento delle attività, i mezzi navali presenti nell'area delle operazioni verranno comunicati alla capitaneria di porto di competenza

5.3 Messa in Opera della Condotta Sottomarina

Le condotte di cui sopra saranno realizzate a terra in spezzoni di tubo lunghi circa 12 m, caricate su un apposito mezzo navale e trasportate al sito di installazione a mezzo rimorchio. Il metodo di posa previsto è quello tradizionale con l'impiego di una nave di posa che sarà guidata lungo la rotta prevista usando tipicamente 8 punti di ormeggio che verranno rilocati quando necessario mediante l'ausilio di uno o più rimorchiatori.

Le barre vengono saldate in successione sulla linea di varo e progressivamente depositate sul fondo del mare. Le saldature vengono protette contro la corrosione rivestendo la zona di tubo interessata con resine di adeguati spessori e densità.

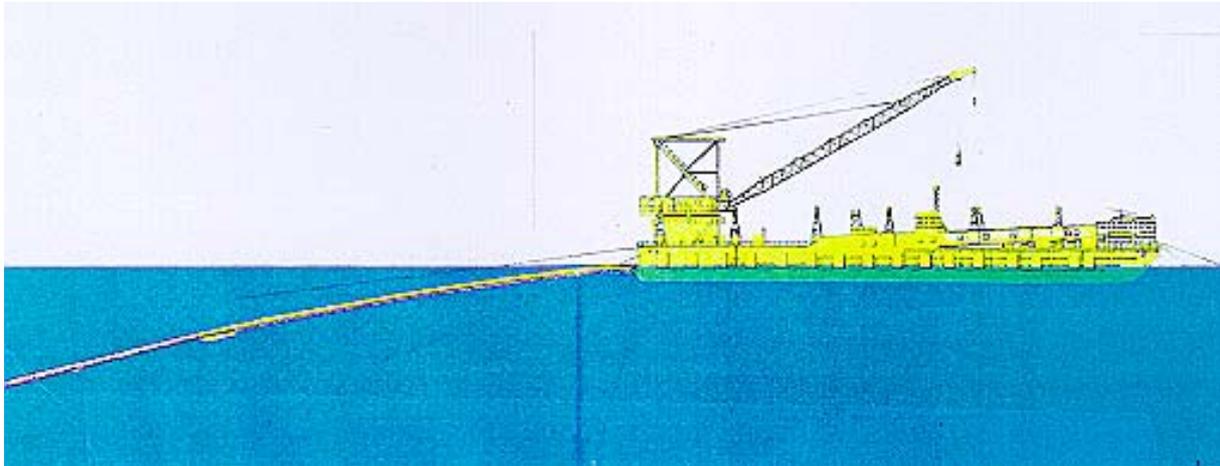
Una volta ultimata la fase di varo della linea saranno eseguite le connessioni tra la linea varata e le risalite sulle piattaforme (nuove ed esistenti), procedendo alla giunzione flangiata delle parti mediante l'ausilio di sommozzatori.

Le condotte non saranno interrate.

Non sono inoltre previsti interventi per il passaggio sopra condotte esistenti, in quanto il nuovo campo di sviluppo è situato in una zona priva di installazioni off-shore.

	Eni S.p.A. Exploration & Production Division	Date: 10/09/2010	Doc. N°. 000262_DV_CD.DPM.0014.000_00	Page Pagina 51 di 65
---	---	---------------------	--	-------------------------

Al termine delle operazioni di installazione verrà istituita attorno alla piattaforma un'area di rispetto con per un raggio di 500 metri, all'interno della quale sarà



interdetta la navigazione e l'ancoraggio.

5. 4 Mezzi Impiegati nelle Operazioni di Posa e Messa in Opera delle Condotte

Durante le diverse fasi di posa delle condotte, lungo la rotta selezionata verranno impiegati diversi mezzi navali e/o mezzi subacquei e, in particolare:

- Una nave di assistenza al *ROV*, il mezzo che provvede all'esecuzione delle indagini sottomarine prima, durante e dopo la posa;
- il mezzo posa-tubi (*lay-barge*), sul quale sarà assemblata la condotta;
- i mezzi navali di assistenza al *lay-barge* (*spread* di posa), ovvero i rimorchiatori salpa ancore, le navi per il trasporto dei tubi e del materiale di supporto (*pipe carriers*) ed i mezzi per la movimentazione del personale;

Il mezzo selezionato per la posa verrà confermato una volta definita l'ingegneria di installazione delle sealine. Ai fini del presente documento, si è fatto riferimento alle caratteristiche di uno *spread* di posa tipico, impiegato per la posa di sealine simili a quella in oggetto.

5.5 Tempi di Realizzazione delle Operazioni

In conformità dell'ottenimento delle opportune autorizzazioni, l'inizio della perforazione dei pozzi di sviluppo è prevista tentativamente entro 18 mesi dal conferimento della concessione e lo start up entro 26 mesi dal rilascio di questa ultima.

La vita prevista delle strutture e delle condotte è 25 anni

	Eni S.p.A. Exploration & Production Division	Date: 10/09/2010	Doc. N°. 000262_DV_CD.DPM.0014.000_00	Page Pagina 52 di 65
---	---	---------------------	--	-------------------------

6. FASE DI PRODUZIONE - STIMA DEGLI SCARICHI IDRICI, DELLA PRODUZIONE DEI RIFIUTI, DELLE EMISSIONI DI INQUINANTI IN ATMOSFERA, DELLA PRODUZIONE DI RUMORE E VIBRAZIONI

Nel seguito vengono individuati i principali scarichi durante la fase di coltivazione della piattaforma Elettra

6.1 Emissioni in Atmosfera

Le emissioni in atmosfera, per le quali verrà richiesta specifica autorizzazione se necessaria, sono riportate nel seguito:

- Gas naturale derivante dalla depressurizzazione manuale delle apparecchiature e dei pozzi durante le operazioni di manutenzione e/o emergenza.
Queste operazioni sono da considerarsi di tipo eccezionale, non programmabile e comunque rare, considerando l'estrema semplicità degli impianti a bordo della piattaforma.
- Gas combustivi provenienti dallo spurgo dei pozzi durante le operazioni di messa in produzione.
Aria contenente vapori di olio di lubrificazione dallo sfiato del serbatoio di olio di lubrificazione dei generatori a seguito delle escursioni termiche. Tale emissione è discontinua. Il periodo di emissione è di 12 ore/giorno e la portata può essere considerata trascurabile.
- Gas naturale con vapori di glicole dietilenico dal serbatoio di stoccaggio DEG, durante il riempimento mediante sealine, ad una portata di 10 Sm³/h.
L'emissione è discontinua per un periodo di 1 ora al giorno ogni 7 giorni circa.
 - Portata di Emissione: 10 Sm³/h CH₄
 - Portata DEG: 9,0 x 10⁻⁵ kg/h
 - Tipo di Inquinante: glicole DEG
 - Concentrazione: 9,5 mg/Nm³
- Gas combustivi provenienti dallo scarico dei generatori. L'emissione è continua e proveniente da una macchina in funzionamento per 365 giorni l'anno.
 - Portata di Emissione: max. 1116 kg/h (fumi)
 - Tipo di Inquinante: CO_x, NO_x
 - Concentrazione: CO < 100 mg/Nm³ a 15% O₂,
NO_x < 150 mg/Nm³ a 15% O₂,
H₂S assente

	Eni S.p.A. Exploration & Production Division	Date: 10/09/2010	Doc. N°. 000262_DV_CD.DPM.0014.000_00	Page Pagina 53 di 65
---	---	---------------------	--	-------------------------

- Punto di Emissione: top del Cellar Deck
- Gas proveniente dal braccio di spurgo a seguito del degasaggio dell'acqua di produzione scaricata discontinuamente dai 2 separatori:
 - Portata di Emissione: max. 83,7 Sm³/h
 - Tipo di Inquinante: CH₄
 - Concentrazione: 99,4 % molare

6.2 Emissioni Liquide

Per quanto riguarda le emissioni liquide si segnalano:

- Acqua di produzione, raccolta e inviata ad un sistema di trattamento dedicato in cui acqua e idrocarburi vengono separati. Una volta raggiunti i limiti di legge, l'acqua viene scaricata a mare tramite il sea-sump.
 - Portata di Emissione: max. 0,675 Sm³/h
 - Tipo di Inquinante: idrocarburi liquidi
 - Concentrazione: < 40ppm oleose nell'acqua trattata
- Drenaggi oleosi o potenzialmente oleosi: questi scarichi, limitati alle operazioni di manutenzione delle apparecchiature, vengono raccolti separatamente tramite due reti dedicate e inviati ad un recipiente chiuso, per essere periodicamente spediti a terra tramite bettolina per opportuno trattamento.
- Drenaggi non inquinati (acque meteoriche): vengono raccolti e convogliati al sea-sump.

6.3 Emissioni Sonore

Le emissioni sonore prodotte durante l'attività di produzione non eccedono i limiti stabiliti dalle normative nazionali ed internazionali per la salute dei lavoratori.

Le emissioni sonore e vibrazioni trasmesse all'ambiente circostante non si prevede possano causare disturbo alla vita marina, abituata al livello di rumore generato dal traffico marittimo.

Il tipo di rumore emesso dalle apparecchiature poste a bordo della piattaforma Elettra risulta nell'intervallo 3000-8000 Hz.

6.4 Monitoraggi Ambientali Previsti in Piattaforma

I monitoraggi previsti in piattaforma sono quelli relativi alle analisi effettuate sulla linea di scarico del sistema di trattamento acque di produzione.



Eni S.p.A.
Exploration & Production Division

Date:
10/09/2010

Doc. N°.
000262_DV_CD.DPM.0014.000_00

Page
Pagina 54 di 65

	Eni S.p.A. Exploration & Production Division	Date: 10/09/2010	Doc. N°. 000262_DV_CD.DPM.0014.000_00	Page Pagina 55 di 65
---	---	---------------------	--	-------------------------

7. DECOMMISSIONING

In questo capitolo vengono descritte le varie fasi delle attività da eseguire alla fine della vita produttiva dell'asset con riferimento rispettivamente al pozzo di produzione e alle strutture e condotte.

7.1 Operazione di Chiusura Mineraria dei pozzi

Nel campo Elettra, alla fine della vita produttiva del giacimento, si procederà alla completa chiusura del pozzo.

Questa operazione viene realizzata tramite una serie di tappi di cemento in grado di garantire un completo isolamento dei livelli produttivi, ripristinando nel sottosuolo le condizioni idrauliche precedenti l'esecuzione del pozzo. Scopo di quest'attività è evitare la fuoriuscita in superficie di fluidi di strato e garantire l'isolamento dei diversi strati, ripristinando le chiusure formazionali. La chiusura mineraria (Figura 7.1) è quindi la sequenza di operazioni che permette di abbandonare il pozzo in condizioni di sicurezza ed include la realizzazione l'uso combinato di:

- Tappi di Cemento: isolano le pressioni al di sotto di essi, annullando l'effetto del carico idrostatico dei fluidi sovrastanti. Una volta calata la batteria di aste fino alla prevista quota inferiore del tappo si procede con l'esecuzione dei tappi di cemento pompando e spiazzando in pozzo, attraverso le aste di perforazione, una malta cementizia di volume pari al tratto di foro da chiudere. Ultimato lo spiazzamento si estrae dal pozzo la batteria di aste.
- Squeeze di Cemento: operazione di iniezione di fluido in pressione verso una zona specifica del pozzo. Nelle chiusure minerarie gli squeeze di malta cementizia vengono eseguiti per mezzo di opportuni "cement retainer" con lo scopo di chiudere gli strati precedentemente aperti tramite perforazioni del casing.
- Bridge-Plug - Cement Retainer: i bridge plug (tappi ponte) sono dei tappi meccanici che vengono calati in pozzo e fissati contro la colonna di rivestimento. Gli elementi principali del bridge plug sono: i cunei, per ancorare l'attrezzo contro la parete della colonna e la gomma (packer) che espandendosi contro la colonna isola la zona sottostante da quella superiore. Alcuni tipi di bridge plug detti "cement retainer" sono provvisti di un foro di comunicazione fra la parte superiore e quella inferiore con valvola di non ritorno, in modo da permettere di pompare la malta cementizia al di sotto di essi.
- Fango di Perforazione: le sezioni di foro libere (fra un tappo e l'altro) vengono mantenute piene di fango di perforazione a densità opportuna, in modo da controllare le pressioni al di sopra dei tappi di cemento e dei bridge plug.

Il numero e la posizione dei tappi di cemento e dei bridge plug nelle chiusure minerarie dipendono dalla profondità raggiunta, dal tipo e profondità delle colonne di rivestimento, dai risultati minerari e geologici del sondaggio.

Nel caso in cui per ragioni tecniche non sia possibile cementare le colonne fino a fondo mare, la chiusura mineraria deve prevedere il taglio ed il recupero di almeno una parte delle colonne non cementate.

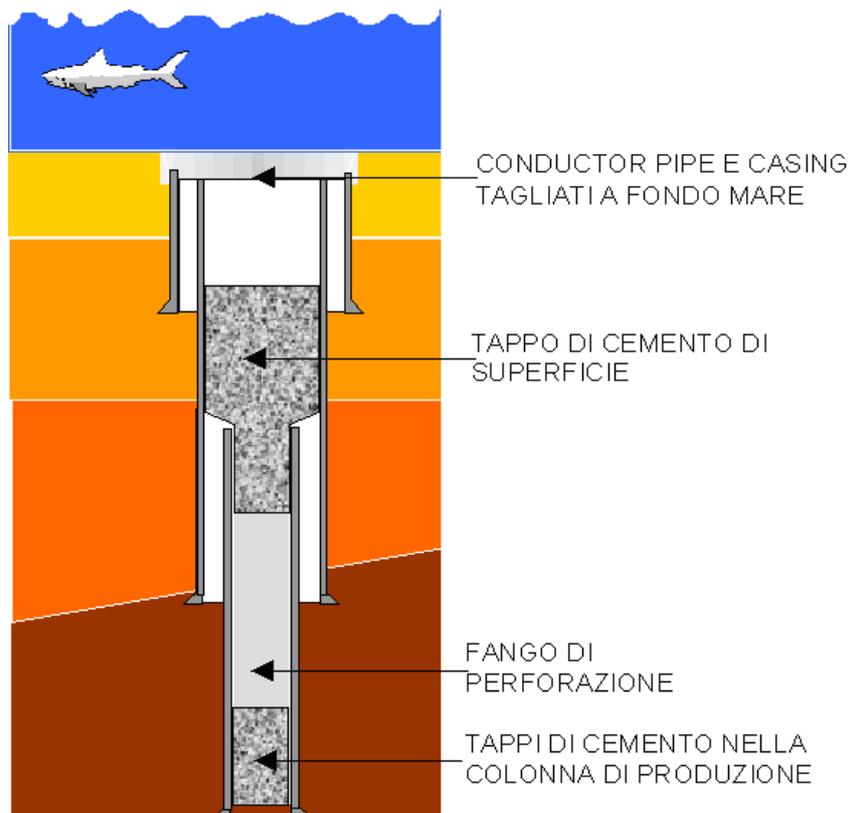


Figura 7.1 - Esempio di Profilo di Chiusura Mineraria

	Eni S.p.A. Exploration & Production Division	Date: 10/09/2010	Doc. N°. 000262_DV_CD.DPM.0014.000_00	Page Pagina 57 di 65
---	---	---------------------	--	-------------------------

7.2 Decommissioning delle strutture di produzione e delle condotte

Il presente paragrafo descrive le modalità operative per rimuovere la piattaforma al termine della vita produttiva.

Le tecniche descritte si riferiscono alle tecnologie ad oggi disponibili anche se non è escluso che al momento effettivo della rimozione della piattaforma Elettra lo stato dell'arte e le tecnologie, soprattutto per quanto riguarda alcune attrezzature speciali subacquee, potranno essere ulteriormente evoluti. I principi fondamentali ed i criteri generali indicati nel seguito resteranno comunque invariati.

È opportuno precisare che, sebbene si descriva espressamente il decommissioning della piattaforma in oggetto, la rimozione di una piattaforma si inserisce solitamente nel contesto più ampio di una "campagna di rimozione" di più piattaforme che abbiano terminato la loro vita produttiva. Ciò è dovuto essenzialmente al fatto che l'impegno dei mezzi navali e tutta la catena delle operazioni di smantellamento, trasporto, rottamazione e smaltimento dei materiali, comporta un notevole sforzo economico e gestionale che può trovare un beneficio se affrontato per un numero maggiore di piattaforme.

Le operazioni riguardanti il decommissioning della piattaforma Elettra saranno successive alla chiusura mineraria dei pozzi.

Gli elementi strutturali di connessione della piattaforma Elettra al terreno sono i tre pali di fondazione ed i due tubi guida dei pozzi. Tutti sono elementi tubolari in acciaio infissi per diverse decine di metri.

Dal punto di vista del risultato finale si precisa che per "completa rimozione della piattaforma" si intende il taglio e l'asportazione totale di tutte le strutture esistenti fuori e dentro l'acqua, fino alla profondità di un metro sotto il fondale marino. La parte rimanente dei pali e dei tubi guida infissa nel fondale resterà in loco e potrà comunque essere rilevata con speciali strumenti magnetici od ultrasonici.

7.3 Attività Preliminari

Prima di procedere alle operazioni vere e proprie di rimozione della piattaforma vengono svolte a bordo di questa una serie di attività preliminari atte ad evitare qualsiasi pericolo di inquinamento del mare nelle fasi successive.

	Eni S.p.A. Exploration & Production Division	Date: 10/09/2010	Doc. N°. 000262_DV_CD.DPM.0014.000_00	Page Pagina 58 di 65
---	---	---------------------	--	-------------------------

Il primo accorgimento è quello di asportare con mezzi navali idonei al trasporto i liquidi eventualmente ancora stoccati a bordo, prodotti di processo oppure necessari al processo stesso, che potenzialmente potrebbero essere inquinanti (glicole, olio, prodotti della separazione, drenaggi di piattaforma). Questi verranno smaltiti a terra secondo le normali procedure.

Una volta eliminati i liquidi resteranno a potenziale rischio di inquinamento i relativi serbatoi e le tubazioni. Si procede quindi ad isolare le diverse unità di impianto mediante sigillatura delle estremità delle tubazioni. Le tecniche sono di diverso tipo e vanno dalla ciecatura delle linee per mezzo di tappi meccanici alla iniezione di schiume che solidificandosi creano un tappo all'interno delle tubazioni stesse.

Terminate queste attività preliminari si procederà con le operazioni vere e proprie di taglio e rimozione della piattaforma.

7.4 Attività di Rimozione

7.4.1 Taglio e Rimozione della Piattaforma

I mezzi navali che si impiegano per le operazioni sono solitamente dello stesso genere di quelli usati per le operazioni di installazione, ossia pontoni dotati di gru di notevole capacità (fino a 1000 tonnellate). Possono tuttavia essere impiegati anche mezzi di capacità inferiore procedendo per fasi successive sezionando la piattaforma in un numero maggiore di pezzi.

La rimozione del deck in un unico pezzo consente di ridurre il tempo delle operazioni in mare, nonostante possa comportare disagi nella fase di scarico del pezzo sulla banchina a terra dove si richiede una gru di notevoli dimensioni.

Al contrario, l'impiego a mare di pontoni di capacità e potenza inferiore comporta un numero maggiore di sezionamenti della piattaforma ma consente un trasporto per mare più agevole ed un minor lavoro per le operazioni di rottamazione a terra.

Dal punto di vista macroscopico le operazioni di rimozione della piattaforma si dividono in due fasi principali:

- rimozione del Deck (Figura 7.2);
- rimozione del Jacket (Figura 7.3).



Figura 7.2 - Sollevamento di un Deck

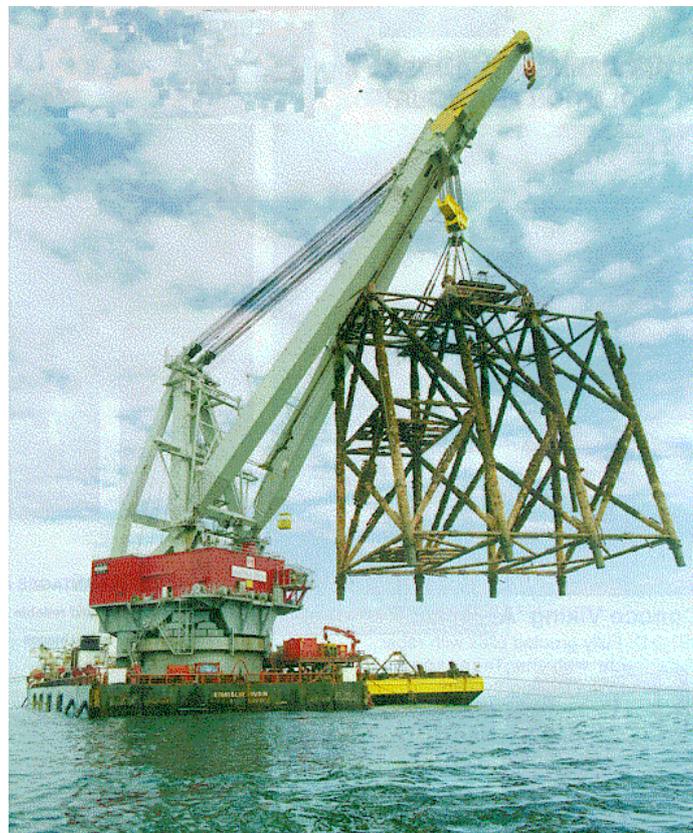


Figura 7.3- Sollevamento completo di un Jacket

	Eni S.p.A. Exploration & Production Division	Date: 10/09/2010	Doc. N°. 000262_DV_CD.DPM.0014.000_00	Page Pagina 60 di 65
---	---	---------------------	--	-------------------------

7.4.2 Rimozione della Sovra-Struttura (Deck)

Nel caso di impiego di un pontone della stessa taglia di quelli solitamente impiegati per l'installazione a mare della piattaforma caratterizzati da una capacità di sollevamento superiore alle 500 t ma da elevatissimi costi giornalieri, è preferibile disconnettere il deck dalla struttura a livello della base delle colonne e procedere al sollevamento completo della struttura con un'operazione simile a quella eseguita per il montaggio a mare. . In tal caso la struttura è in grado di essere sollevata senza la necessità di rinforzi strutturali.

I tagli vengono di solito eseguiti con cannello ossiacetilenico dopo aver comunque applicato delle clampe di rinforzo provvisorie per ripristinare la continuità delle colonne fino al momento finale del sollevamento del deck e per mettere in sicurezza le strutture da tagliare. Una volta sollevato il deck viene depositato su di una bettolina trainata da un rimorchiatore, adeguatamente rizzato per metterlo in sicurezza e quindi trasportato a terra.

Diversamente, nel caso di impiego di un pontone con più limitate capacità di sollevamento è da prevedersi una durata più lunga dei lavori a mare a causa del maggior numero di sezionamenti richiesti. Le parti sezionate di volta in volta vengono agganciate e sollevate dalla gru per essere depositate sulla coperta della bettolina. In tal caso le singole parti di struttura dovranno essere verificate a sollevamento ed opportunamente rinforzate.

7.4.3 Rimozione della Sotto-Struttura (Jacket)

Come anticipato, la rimozione del jacket viene eseguita fino ad ottenere la completa pulizia del fondale marino fino alla profondità di un metro nel terreno.

Il criterio generale in termini di numero di sollevamenti richiesti in relazione alla taglia del pontone e la sequenza delle operazioni sono simili a quelli descritti per il deck, ovvero esecuzione di tagli preliminari con messa in sicurezza mediante clampe bullonate e successivo sollevamento delle strutture con una gru. Le modalità operative sono invece notevolmente differenti sia per l'ambiente in cui si deve operare sia per le attrezzature impiegate.

	Eni S.p.A. Exploration & Production Division	Date: 10/09/2010	Doc. N°. 000262_DV_CD.DPM.0014.000_00	Page Pagina 61 di 65
---	---	---------------------	--	-------------------------

Per quanto riguarda la tecnica di immersione si fa notare che dovendo lavorare in profondità elevate, dell'ordine dei 70 metri per la piattaforma Elettra, è indispensabile l'impiego di sommozzatori in saturazione, ossia operanti con l'ausilio di camera iperbarica posta sulla nave appoggio e di campana di immersione che trasporta i sommozzatori dalla camera alla profondità di lavoro mantenendoli alla pressione costante.

Per quanto riguarda l'attrezzatura impiegata per eseguire i tagli, benché le tecnologie attuali offrano svariate possibilità (taglio del palo dal suo stesso interno mediante fresatrice calata dalla sommità (Figura 7. 4), taglio con idrogetto ad altissima pressione ecc.), la tecnica attualmente più impiegata è quella del taglio con cavo diamantato (Figura 7. 5). La macchina è composta da due parti collegate fra di loro, una delle quali può muoversi ruotando sull'altra. Il corpo inferiore della macchina viene fissato sul tubo da tagliare (esempio palo oppure tubo guida) mentre la parte superiore è costituita da una serie di pulegge che sostengono un cavo flessibile diamantato che lavora come una cinghia di trasmissione. La potenza per mettere in rotazione le pulegge e di conseguenza il cavo diamantato è di tipo idraulico ed è fornita da un motore posto sul mezzo navale di appoggio. Un ombelicale collega la macchina da taglio al suddetto e trasporta il fluido in pressione evitando ogni potenziale spargimento del fluido in mare. Il tubo viene quindi tagliato dal progressivo movimento del cavo diamantato.

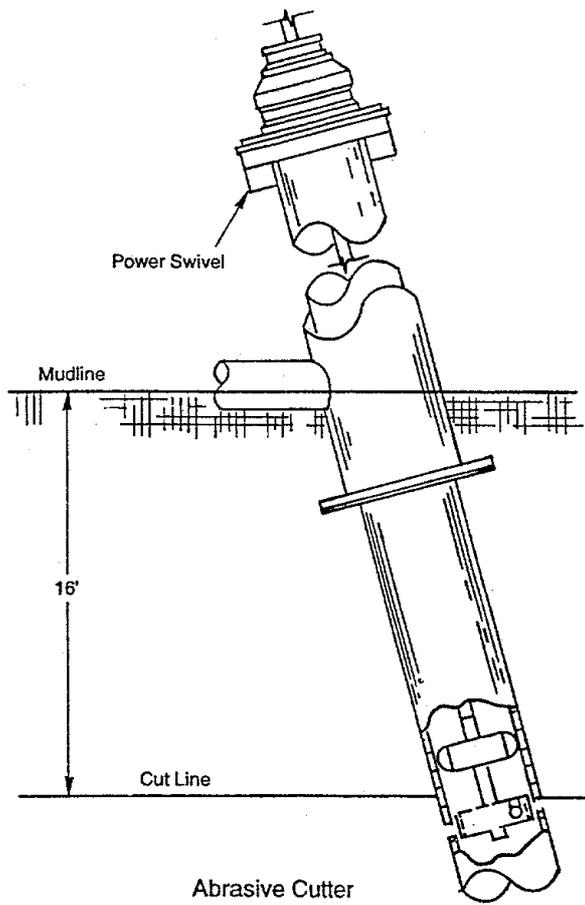


Figura 7. 4 - Fresatrice per Taglio dall'interno

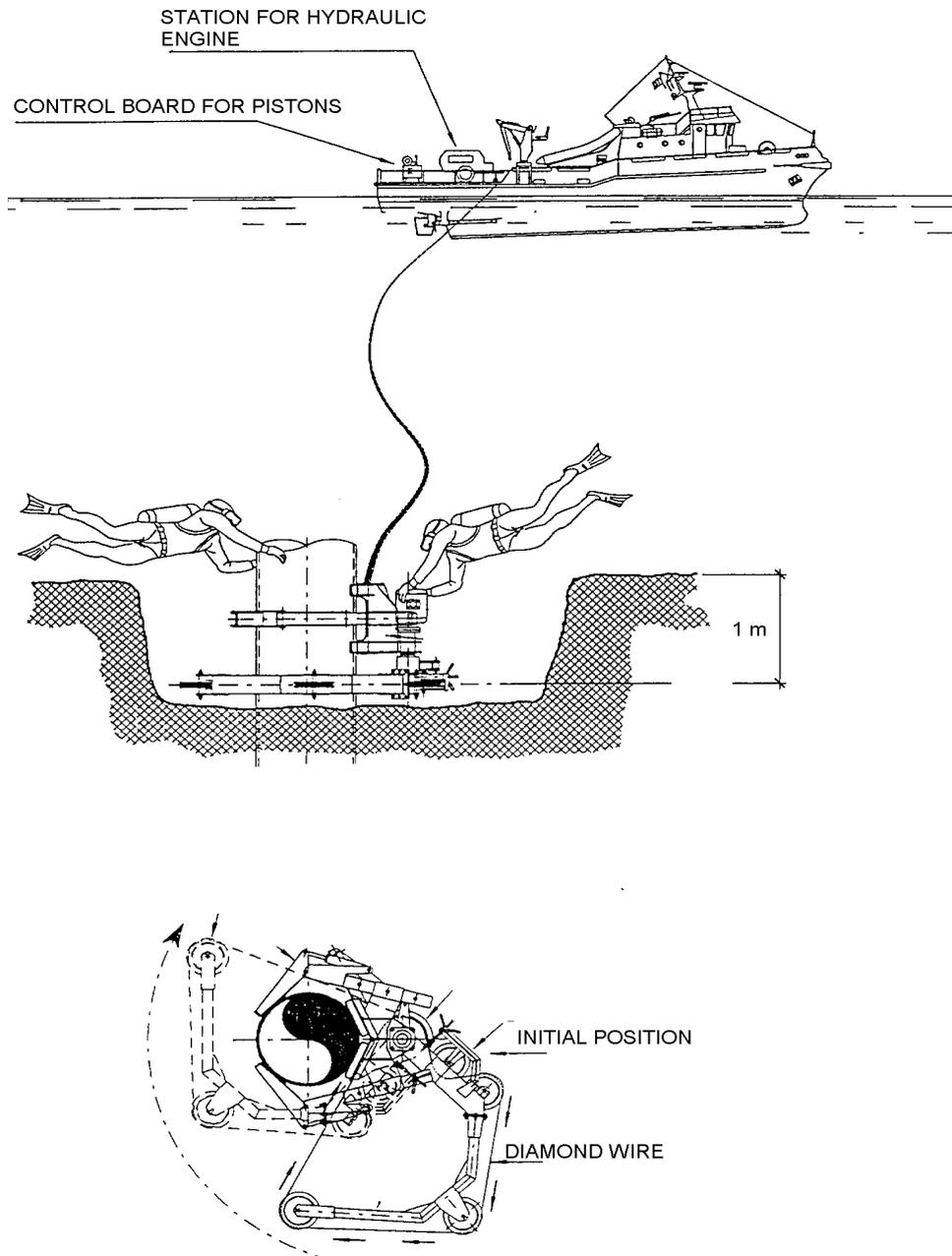


Figura 7. 5 - Taglio con Macchina a Cavo Diamantato

	Eni S.p.A. Exploration & Production Division	Date: 10/09/2010	Doc. N°. 000262_DV_CD.DPM.0014.000_00	Page Pagina 64 di 65
---	---	---------------------	--	-------------------------

Per ogni tubo la durata dell'operazione è di qualche ora, in relazione alle caratteristiche meccaniche dell'acciaio da tagliare.

Come già accennato e come illustrato nella Figura 7. 5, al fine di ottenere il taglio alla quota di un metro sotto il fondo mare, viene preventivamente scavata una piccola fossa attorno all'elemento da tagliare, all'interno della quale viene posta la macchina di taglio. Dopo la rimozione della piattaforma la fossa si ricoprirà in maniera naturale nel giro di pochi giorni per l'azione delle correnti.

Queste attività non richiedono la presenza in mare di un pontone con gru e di una bettolina, il cui intervento è richiesto solo al momento dell'operazione di sollevamento. L'unico mezzo navale necessario per le suddette operazioni è quello di appoggio dei sommozzatori dotato, vista la profondità del mare sul sito Elettra, dell'impianto di saturazione.

Le procedure di taglio e la sequenza delle operazioni costituiscono l'oggetto di un vero e proprio progetto comprensivo anche di calcoli strutturali, atti ad assicurare in ogni momento la sicurezza statica delle strutture. Lo stesso vale per le procedure di sollevamento, rizzaggio sulla bettolina e trasporto.

7.4.4 Demolizione sulla Banchina

Una volta trasportati (Figura 7. 6) fino alla banchina i pezzi di piattaforma rimossi saranno scaricati a terra ed affidati ad una impresa specializzata di rottamazione che provvederà ad eseguire la demolizione fino a ridurre i materiali alle dimensioni di rottami. Tutti i materiali ferrosi puliti verranno trasportati alle fonderie, mentre quelli potenzialmente inquinati verranno affidati ad imprese idonee a trattare i rifiuti speciali. I materiali non ferrosi (ad esempio cemento, pareti coibentate con lana di roccia, vetri, legno ecc.) verranno confinati alle pubbliche discariche.



Figura7. 6 - Trasporto delle Strutture Rimosse

7.5 Decommissioning Condotte

Al termine del processo di bonifica sopra descritto, le condotte vengono disconnesse per consentire la rimozione della piattaforma: i sommozzatori tagliano la condotta attraverso un fiamma ossidrica e installano un tappo sul capo della condotta.

La parte terminale della condotta viene interrata o alternativamente coperta con un materasso in cemento. Questa operazione permette che la parte terminale della condotta non interferisca con le attività di pesca a strascico. Ogni possibile ostacolo alla pesca derivante dalla condotta sarà rimosso o interrato (valvole sottomarine, ancoraggi, etc.).