



**ALLEGATO 6:  
IMPIANTO DI PERFORAZIONE**

03 APRILE 2026

## **IMPIANTO DI PERFORAZIONE**

### **PROGETTO GEOTERMICO Ostellato PROVVEDIMENTO AUTORIZZATORIO UNICO REGIONALE – (PAUR)**





## ALLEGATO 6: IMPIANTO DI PERFORAZIONE

03 APRILE 2026

### INDICE DEI CONTENUTI

<b>1</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>CARATTERISTICHE BASE DELL'IMPIANTO.....</b>	<b>1</b>
<b>3</b>	<b>IMPIANTO TIPO SELEZIONATO .....</b>	<b>2</b>
3.1.	CARATTERISTICHE MECCANICHE DELL'IMPIANTO.....	3
3.1.1.	<i>Linea di Sollevamento e Attrezzature di Perforazione.....</i>	<i>4</i>
3.1.2.	<i>Impianto Fango, Separazione Solidi, Controllo Eruzioni.....</i>	<i>7</i>
3.1.3.	<i>Sicurezza di Testa Pozzo per il Controllo Eruzioni .....</i>	<i>7</i>
3.2.	PROTEZIONE DELL'AMBIENTE.....	8
3.2.1.	<i>Protezione del Terreno.....</i>	<i>8</i>
3.2.2.	<i>Stoccaggio di Acqua, Detriti e Reflui.....</i>	<i>8</i>
3.3.	ALIMENTAZIONE ENERGETICA NEL CANTIERE.....	11
3.4.	CARATTERISTICHE ACUSTICHE DELL'IMPIANTO.....	12
<b>4</b>	<b>SICUREZZA E PROTEZIONE .....</b>	<b>13</b>
4.1.	GENERALITÀ SUI RISCHI .....	13
4.2.	SICUREZZA E PROTEZIONE CONTRO GLI INCENDI .....	13
4.3.	SICUREZZA IN PERFORAZIONE .....	15
4.4.	INCENDIO E CONTROLLO ERUZIONI, ANTIINCENDIO .....	18
4.4.1.	<i>Controllo Eruzioni.....</i>	<i>18</i>
4.4.2.	<i>Squadre Antincendio.....</i>	<i>19</i>
4.5.	VIGILANZA DA PARTE DELL'AUTORITÀ PREPOSTA .....	20

### INDICE DELLE FIGURE

FIGURA 1	— SCHEMA DELL'IMPIANTO E DELLA SOTTOSTRUTTURA .....	4
FIGURA 2	— PLANIMETRIA GENERALE DELL'IMPIANTO .....	6

### INDICE DELLE TABELLE

TABELLA 1	— CARATTERISTICHE MECCANICHE DELL'IMPIANTO DI PERFORAZIONE .....	4
TABELLA 2	— PRINCIPALI ATTREZZATURE DI CONTROLLO FORO .....	8

## 1 PREMESSA

Nel seguito sono descritti i criteri che hanno condotto all'individuazione delle caratteristiche base dell'impianto di perforazione, alla selezione della tipologia di impianto su cui definire anche il progetto della postazione destinata ad accogliere l'impianto stesso durante la perforazione dei pozzi, partendo dai criteri guida, meccanici e ambientali.

Sono affrontati anche i problemi legati alle scelte di sicurezza tecnica degli impianti descrivendo il corredo minima previsto per l'impianto per affrontare le problematiche connesse al rischio minerario.

Analogamente, sono descritti i criteri previsti di organizzazione del lavoro nel cantiere di perforazione per rispondere, secondo gli standard più avanzati, alle esigenze di sicurezza.

Nel caso che, al momento di iniziare i lavori di perforazione, l'impianto selezionato non fosse disponibile sarebbe necessario sostituirlo con uno equivalente. Ciò potrebbe implicare un assetto impiantistico diverso in termini di planimetria.

Sara tuttavia necessario mantenere le caratteristiche meccaniche, di silenziosità e in genere d'impatto ambientale, che hanno condotto alla presente scelta.

## 2 CARATTERISTICHE BASE DELL'IMPIANTO

L'impianto di perforazione, in gergo RIG, deve essere selezionato tra quelli aventi capacità idonee a raggiungere la profondità prefissata.

Ciò significa che meccanicamente il macchinario deve avere:

- caratteristiche minime dal punto di vista statico per sollevare in condizioni standard la batteria di perforazione e le colonne di tubi previste dal progetto;
- diametro della tavola rotary sufficienti per il passaggio dei tubi e delle attrezzature del massimo diametro previsto;
- un'altezza del piano sonda sufficiente a ospitare la testa pozzo di perforazione completa delle attrezzature di sicurezza che il progetto prevede, eventualmente adattando la profondità della cantina;
- il sistema delle pompe fango deve poter garantire valori minimi di potenza e portata sufficienti a permettere, nelle condizioni previste dal progetto, il sollevamento del detrito dal fondo pozzo fino a piano campagna;

- garanzia di funzionalità dei componenti assicurati da un piano di manutenzione affidabile e realizzato con costanza sotto l'egida di un progetto credibile da parte del gestore dell'impianto;
- un sistema di trattamento fanghi e separazione solidi efficiente e in grado di operare efficacemente con formazioni argillose.

Inoltre, da un punto di vista ambientale, il RIG deve essere compatibile con le condizioni al contorno del sito di perforazione.

La vicinanza di abitazioni, o luoghi comunque utilizzati dalla popolazione, implica il rispetto delle norme solitamente stringenti stabilite per la limitazione dell'impatto acustico ai recettori, generalmente le finestre delle abitazioni.

Infine, poiché il RIG presenta uno sviluppo preponderante in altezza, non può essere trascurato l'impatto visivo essendo visibile anche da grande distanza, soprattutto nei casi di orografia pianeggiante come quella ferrarese.

E opportuno precisare, per completezza di analisi, che l'attività di perforazione ha una durata temporanea e limitata nel tempo, in questo caso circa 90/100 giorni per ciascun pozzo, dopodiché il RIG viene smontato e trasferito ad altro sito di perforazione o al sito di immagazzinamento dell'appaltatore.

A seguito di ciò vengono meno tutte le cause di disturbo ambientale attribuibili alla presenza del RIG.

### **3 IMPIANTO TIPO SELEZIONATO**

Una tipologia di RIG che si è storicamente affermata nell'industria della perforazione prevede impianti in grado di sollevare o abbassare gruppi di tre aste alla volta, ciò lunghezze di circa 27 metri.

Questa tipologia offre sensibili vantaggi in termini di rapidità di movimentazione delle aste e dei tubi da impiegare in perforazione: minor tempo di perforazione, minor costo, maggiore sicurezza nei riguardi della stabilità del foro.

In funzione soprattutto dei carichi dovuti alle aste di perforazione e ai casing di completamento il RIG selezionato è del tipo "Bentec 450 AC" le cui specifiche saranno descritte nei seguenti paragrafi.



## ALLEGATO 6: IMPIANTO DI PERFORAZIONE

PAGINA 3 DI 20

In Figura 1 è riportato lo schema dell' impianto (Torre & Sottostruttura) e in Figura 1 il layout dell'impianto di perforazione.

Inoltre, nella Figura 2 è riportata una planimetria della postazione di sonda idonea per questo tipo di RIG ed il posizionamento dell'impianto e degli ausiliari all'interno del terreno di proprietà di FRI-EL GEOPOWER.

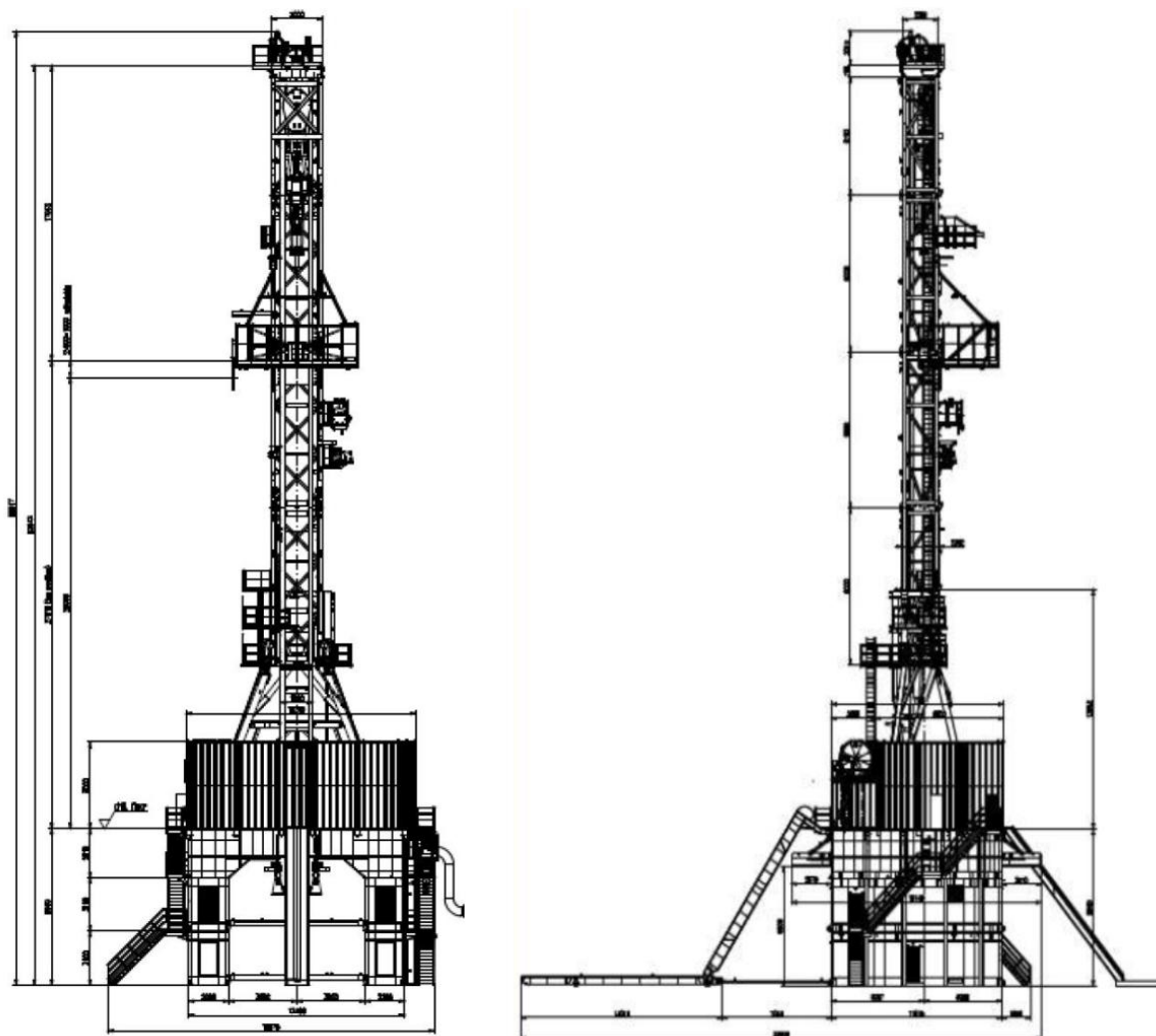
### 3.1. CARATTERISTICHE MECCANICHE DELL'IMPIANTO

Nella Tabella seguente si riportano le specifiche principali relative alla tipologia di impianto di perforazione tipo individuato in questo progetto.

VOCE		DESCRIZIONE	
GENERALE	Contrattista	DA DEFINIRE	
	Nome impianto	DA DEFINIRE	
	Tipo impianto		
	Disegno Impianto	BENTEC 450 AC	
	Anno di Costruzione		
	Potenza	2000 HP	
CARATTERISTICHE IMPIANTO	Tipo di Torre		Bootstrap telescoping, free standing
	Potenzialità con DP 5"   5.1/2"		6500 m   6000 m
	Altezza Impianto da PC		52.3 m
	Altezza Impianto da PTR		43.3 m
	Altezza Piano Tavola Rotary		9.0 m
	Altezza Libera sotto PTR		7.4 m
	Tiro al gancio statico		450 ton
	Carico massimo "Set Back"		260 ton
	Top Drive	Tipo	BENTEC TD-500-HT
		Capacità   Pressione	450 ton   7500 psi
	Argano	Tipo   Potenza	BENTEC DW-E-2000-AC-1-3/8   2000 HP
	Tavola Rotary	Tipo	RDF-375-850
		Diametro   Capacità	37.1/2"   450 ton
	Possibilità di Skidding		Max 22 m con 'full setback'
CIRCUITO FANGO	Pompe Fango	Tipo	3 x BENTEC / BMP T-1600-AC-7
		Potenza   Pressione	3 x 1600 HP   7500 psi
		Diametro camice	
	Stand Pipe	Diametro   Pressione	4"   7500 psi
	Rotary Hose	Diametro   Pressione	3.1/2"   7500 psi
	Vasche Fango	Capacità totale	360 m <sup>3</sup>
		Vasche di riserva	140 m <sup>3</sup>
	Vasche Acqua Industriale - Capacità		60 m <sup>3</sup>

<b>RIMOZIONE SOLIDI</b>	Vibrovaghi	3 x MiSwaco / Mongoose
	Dimensione Screen disponibili	Da 50 a 210 mesh
	Desander	3 coni da 10"
	Desilter	20 coni da 4"
<b>SISTEMA POTENZA</b>	Motori Diesel Principali	4 x Cummings / KTA50-DR-1750 – 1750 HP
	Generatori Principali	4 x Cummings / AVK-DSG 86 K1/4 – 1294
	Generatori di Emergenza	1 x Caterpillar C15PGKK – 500 kVA
	Collegamento con la rete elettrica	Sì

**Tabella 1 – Caratteristiche meccaniche dell'impianto di perforazione**



**Figura 1 – Schema dell'impianto e della sottostruttura**

### **3.1.1. LINEA DI SOLLEVAMENTO E ATTREZZATURE DI PERFORAZIONE**

Si riportano le caratteristiche minime del RIG in grado di realizzare i pozzi del progetto FRI-EL GEOPOWER.





## **ALLEGATO 6: IMPIANTO DI PERFORAZIONE**

PAGINA 5 DI 20

Un impianto di potenzialità superiori è ugualmente accettabile, tuttavia, potrebbe comportare maggiori oneri di gestione (consumo gasolio) ed essere più ingombrante.

Caratteristiche minime richieste:

- Capacità di sollevamento al gancio: 450 ton
- Potenza totale argano: 2000 HP
- Altezza libera sotto PTR: 7m
- Diametro minimo della Tavola Rotary: 27.1/2"
- Aste di perforazione: Range 2 API standard.

L'impianto "Bentec 450 AC" risponde alle caratteristiche minime riportate sopra e relative alle capacità della linea di sollevamento, dei macchinari adibiti alla rotazione e movimentazione delle aste, la potenza idraulica delle pompe fango, almeno nelle versioni più comuni conosciute.

Per questa ragione è stato assunto a riferimento anche per il progetto della postazione.

L'impianto è autonomo per la produzione di energia che può avvenire attraverso motori diesel o essere anche direttamente alimentato da energia elettrica senza l'ausilio dei motori diesel.

La soluzione prescelta in questo progetto è quella di non utilizzare motori diesel ma di fornire la potenza necessaria al funzionamento dell'impianto e dei principali ausiliari con energia elettrica tramite approvvigionamento dalla rete.

L'energia utilizzata servirà quindi per alimentare anche l'impianto di illuminazione e le utenze minori come pompe elettriche o dispositivi di controllo e servizi agli alloggi e per produrre l'energia meccanica necessaria ad alimentare i motori che muovono le utenze maggiori come la tavola rotary e il top drive/argano per il sollevamento e movimentazione delle aste.

La dotazione del sistema di trattamento del fango e separazione solidi può costituire un optional che ciascun contrattista adatta alle proprie esigenze, per questa ragione sono state individuate le caratteristiche minime riportate di seguito. Una maggiore o minore efficienza del sistema di separazione dei solidi dal fango implica maggiore o minore scarto del fango stesso durante la perforazione con ovvie conseguenze sia sul consumo di additivi, sia sulla produzione degli scarti da conferire ai centri di trattamento.





Nota: È opportuno ripetere che l'impianto "Bentec 450 AC" risponde ai requisiti minimi stabiliti per il progetto FGH ma solamente nel senso della tipologia.

### **3.1.2. IMPIANTO FANGO, SEPARAZIONE SOLIDI, CONTROLLO ERUZIONI**

L'impianto di preparazione e circolazione fango in accordo agli artt. 78, 79, 80, 81 del DPR 128/59, come modificati dal Dlgs 624/96, artt. 69 e 70, e con le seguenti caratteristiche:

- Minimo Volume utile vasche fango, 400 m<sup>3</sup>.
- Degaser unit in grado di trattare una portata di fango di almeno 1000 GPM.
- Mud Cleaner Con 16 Coni, in grado di trattare almeno 1000 GPM Con rete fino a 300 mesh.
- Vibrovaglio in grado di operare Con rete almeno fino a 200 mesh API e trattare una portata di almeno 1000 GPM.
- Trip tank: volume di almeno 5 m<sup>3</sup>.
- Choke manifold: pressione minima di esercizio 10000 psi, diametro minimo 3".

### **3.1.3. SICUREZZA DI TESTA POZZO PER IL CONTROLLO ERUZIONI**

I dispositivi di Controllo eruzioni (BOP), che costituiscono parte integrante della testa pozzo di perforazione, fanno parte della fornitura del Contrattista di perforazione.

Tuttavia, mentre l'impianto di perforazione è "di proprietà" esclusiva del Contrattista, almeno nella visione organizzativa del presente progetto, i BOP possono essere di proprietà del Contrattista oppure noleggiati da altri fornitori per il tempo necessario al loro impiego.

Per questa ragione la descrizione dei BOP da impiegare non è descritta come facente parte del corredo dell'impianto di perforazione ma è riportata, come caratteristiche minime, negli Allegati REL-DW-SG1, REL-DW-SG2, REL-DW-GH1, REL-DW-GH2, dove viene descritto in dettaglio il "Programma di Perforazione e Completamento" dei pozzi "SG-1 ST2", "SG-2 Dir", "GH-1 Dir" e "GH-2 Dir".

VOCE		DESCRIZIONE		
<b>Diverter</b>	Tipo Diverter	<b>T3</b>		
	Diametro	<b>29.½"</b>		
	Pressione di esercizio	<b>500 psi</b>		
	Spool Flanges	<b>30" MMS 300</b>		
	Numero Diverter	<b>1</b>		

<b>20.3/4" BOP Stack</b>	Tipo BOP		<b>Annular</b>	<b>Single RAM</b>	<b>Double RAM</b>
	Produttore		<b>Axon Type 51</b>	<b>Cameron Type U</b>	<b>Cameron Type U</b>
	Diametro BOP		<b>20.3/4"</b>	<b>20.3/4"</b>	<b>20.3/4"</b>
	Pressione di esercizio		<b>3000 psi</b>	<b>3000 psi</b>	<b>3000 psi</b>
	Drilling Spool		<b>1 x 20.3/4" – 3kpsi c/w 2 outlets 4.1/16" – 10kpsi</b>		
<b>13.5/8" BOP Stack</b>	Tipo BOP		<b>Annular</b>	<b>Single RAM</b>	<b>Double RAM</b>
	Produttore		<b>Axon Type 51</b>	<b>Cameron Type U</b>	<b>Cameron Type U</b>
	Diametro BOP		<b>13.5/8"</b>	<b>13.5/8"</b>	<b>13.5/8"</b>
	Pressione di esercizio		<b>5000 psi</b>	<b>10000 psi</b>	<b>10000 psi</b>
	Pipe Rams Disponibili	<b>1 x 3.1/2" DP Rams; 1 x 5" DP Rams 1 x 5.1/2" CSG Rams; 1 x 7" CSG Rams; 1 x 9.5/8" CSG Rams 3.1/2" – 5.7/8" VARIABLE Rams; 1 x BSR</b>			
	Drilling Spool		<b>1 x 13.5/8" – 10kpsi c/w 2 outlets 4.1/16" – 10kpsi</b>		
<b>Choke Manifold</b>		Tipo			
		Diam.   Press.	3"	10000 psi	
<b>Kill lines</b>		Diam.   Press.	4.1/16"	10000 psi	
<b>Choke lines</b>		Diam.   Press.	4.1/16"	10000 psi	
<b>Accumulatore</b>		Tipo   Vol   Press	NCS	3000 psi	2000 litri
<b>BOP Panel</b>	<b>Main</b>	Tipo   Ubicazione	NCS		Piano sonda
	<b>Remote</b>	Tipo   Ubicazione	NCS		Toolpusher Office
<b>Inside BOP</b>		Tipo   Ubicazione	NCS 5" DP + NCS 5.1/2" DP		Piano sonda

**Tabella 2 – Principali attrezzature di controllo foro**

## 3.2. PROTEZIONE DELL'AMBIENTE

### 3.2.1. PROTEZIONE DEL TERRENO

IL sistema di protezione del terreno è stato descritto in REL-CW-01, al quale si rimanda.

### 3.2.2. STOCCAGGIO DI ACQUA, DETRITI E REFLUI

Tale sistema può essere di tipo mobile o fisso se Costituito da vasche in calcestruzzo realizzate in opera con la postazione.

L'impianto di perforazione selezionato si presta egregiamente per una soluzione di tipo mobile per lo stoccaggio di acqua e reflui ed questa la soluzione scelta nel presente progetto.

Per lo stoccaggio dell'acqua da usare per la preparazione delle malte e del fango occorre premettere che la disponibilità di un approvvigionamento prossimo alla postazione, mediante una tubazione e una pompa che attinge dal lago di cava (vedi l'Allegato REL-CW-01), permette di semplificare il problema dello stoccaggio limitandolo a circa 200 – 300 m<sup>3</sup> da

realizzare, destinando a questa funzione due vasche acqua facenti parte della struttura impiantistica.

In fase definitivo-esecutiva sarà valutato se necessario prevedere uno stoccaggio superiore per sopperire a momentanee mancanze di acqua che avrebbero come conseguenza l'interruzione della perforazione.

Anche la raccolta dei detriti e dei fanghi reflui, e il loro stoccaggio in attesa di trasferimento periodico al centro di trattamento, realizzata attraverso una vasca a ciò adibita e dislocata in maniera strategica sulla postazione.

Esse sono poste a ridosso della vasca sormontata dai vibrovagli e dal mud cleaner e indicata in Figura 2 come "Cuttings Tank".

I vibrovagli e il mud cleaner provvedono alla separazione dei detriti dal fango.

I detriti raccolti da queste attrezzature finiscono per gravità nella vasca di raccolta.

Il volume complessivo delle tre vasche di raccolta dei reflui è circa 80 – 100 m<sup>3</sup> ritenuto sufficiente a permettere un'agevole smaltimento della produzione dei detriti e dei reflui verso il centro di trattamento.

Tale volume massimo di accumulo è ritenuto sufficiente anche per superare i fine settimana o i periodi durante i quali vige il divieto della circolazione dei mezzi di trasporto (cfr. REL-CW-01) pur richiedendo un'attenta programmazione da parte della direzione di cantiere.

Lo svuotamento delle tre vasche è realizzato mediante un escavatore che preleva i detriti dal fondo delle vasche stesse e lo trasferisce su autocarro autorizzato al trasporto dei reflui.

Siccome il detrito è miscelato al fango, quest'ultimo finisce per coagularsi in superficie al detrito stesso, che invece tende ad addensarsi sul fondo per precipitazione, per cui periodicamente sarà necessario svuotare le vasche anche dal fango.

Questo svuotamento avviene aspirando il fango con apposite "autospurgo" (cfr. REL-CW-01) che opererà transitando sulla stessa area appositamente preparata e per questo denominata "Area per escavatore e autospurgo per prelievo detriti" (vedi Figura 2).

La stessa area è destinata ad ospitare i silos per il cemento (almeno due) e a costituire area di lavoro per le cementatrici utilizzate per la preparazione e pompaggio della malta durante la cementazione dei casing.

In altre parole, costituisce un'area multifunzione adibita a gran parte delle operazioni che comportano rischio di stillicidio di prodotti potenzialmente inquinanti.

Siccome anche la preparazione del fango comporta gli stessi rischi, sulla stessa area sono posti anche il silo di stoccaggio della bentonite e i dispositivi idraulici utilizzati per la miscelazione della bentonite nella prima fase di preparazione del fango.

Anche quest'area è predisposta per il drenaggio del percolato (che può avere origine dal fango o dalle malte), lo stillicidio di gasolio e la raccolta dei residui di bentonite e di cemento durante la loro movimentazione.

La soletta costruita per convogliare i reflui nella cantina per la loro successiva aspirazione, raccolta, separazione e trasferimento nelle vasche reflui dove finiscono anche i detriti provenienti dal vibrovaglio (si veda l'Allegato REL-CW-01).

La cantina dei pozzi, in un'ottica di ottimizzazione delle attività, costituisce il punto di raccolta dei liquidi considerati inquinanti perché potenzialmente contaminati dai vari prodotti; dalla cantina i liquidi reflui possono essere successivamente aspirati con una pompa e scaricati in funzione del loro stato nel sistema delle vasche fango.

Precisamente:

- nella vasca dell'acqua industriale se si tratta prevalentemente di acqua, quindi da adibire alla preparazione del fango;
- oppure nelle vasche di preparazione del fango se il liquido raccolto è prevalentemente costituito da fango riutilizzabile;
- oppure direttamente nelle vasche reflui se il prodotto non è ritenuto riutilizzabile.

La cantina sarà realizzata con fondo idoneo per facilitare l'aspirazione dei reflui con una semplice pompa centrifuga, pompa che gli operatori dovranno costantemente tenere installata e pronta per l'uso anche per gestire l'afflusso eventuale di acque meteoriche raccolte dalla soletta nel suo insieme.

Il sistema della soletta e delle cantine dei pozzi (comunque necessaria) viene così a costituire un unico progetto con funzione:

- statica per il trasferimento e ripartizione dei carichi sul terreno,
- per la protezione dello stesso,
- per la gestione delle acque meteoriche,

- per la gestione dei reflui comunque raccolti dalla soletta.

Tale strutturazione multifunzionale ha già dimostrato la sua validità in operazioni di perforazione anche recenti.

### **3.3. ALIMENTAZIONE ENERGETICA NEL CANTIERE**

L'impianto di perforazione sarà alimentato totalmente dall'energia elettrica prelevata preferibilmente dai cogeneratori presenti all'interno dell'impianto di sericoltura di proprietà del proponente FRI-EL GREEN HOUSE.

Quindi tutte le macchine operatrici e le apparecchiature poste a servizio dell'impianto di perforazione considerato ricevono alimentazione elettrica dal medesimo sistema di gestione e produzione della potenza elettrica.

Tali utenze sono di seguito descritte sinteticamente:

- Argano di perforazione (drawworks): potenza installata 2.000 hp (1.470 kWe);
- Macchina perforatrice (top drive system): potenza installata 800hp (590 kWe);
- Pompe di circolazione del fango (mud pumps): potenza installata (3) x 1.600 hp (1.180 kWe) / Cad.;
- Utenze ausiliarie, azionamenti, comandi ed impianto di illuminazione: 2.400 hp (1.750 kWe)

Il sistema di gestione della potenza elettrica, opportunamente dimensionato in base a considerazioni di contemporaneità e criticità delle varie condizioni operative, costituito da:

- una (1) cabina di trasformazione (MT/BT; 20/0.6kV; 4x1250 kVA) Che riceve la potenza elettrica dal sistema cogenerativo;
- quattro (4) gruppi rotanti per la conversione 50/60Hz della frequenza i quali provvedono anche all'isolamento galvanico dell'impianto elettrico del cantiere dal sistema cogenerativo;
- due (2) gruppi elettrogeni di back-up (1.150 kWe/cad.) disponibili in caso di avaria o indisponibilità dell'alimentazione da rete;
- una (1) cabina elettrica (PCR) per la distribuzione della potenza alle utenze del cantiere;

- un (1) gruppo elettrogeno di emergenza (240 kWe) per l'alimentazione automatica delle utenze critiche in caso di avaria dei gruppi di conversione delle frequenza e/o della cabina elettrica (PCR).

### **3.4. CARATTERISTICHE ACUSTICHE DELL'IMPIANTO**

Uno degli aspetti critici che da sempre hanno caratterizzato gli impianti di perforazione e l'emissione acustica.

Avendo fatto riferimento a una tipologia d'impianto, anziché a un impianto ben preciso, non è disponibile la potenza acustica che caratterizza la tipologia.

Infatti, le soluzioni tecniche adottate da ciascun Contrattista di perforazione possono differire per far fronte a proprie scelte costruttive, differenze che possono interessare i modi di azionamento delle principali utenze (diesel diretto, oppure idraulico o elettrico) come le pompe fango o il top drive.

Per questo la caratterizzazione acustica eseguita nel rispetto delle norme di legge che regolano la materia, sarà disponibile solo dopo aver selezionato un ben preciso impianto di un ben determinate fornitore del servizio perforazione, ovvero a fronte di una gara o comunque una selezione da parte del Committente.

A titolo di esempio, nell'Allegato REL-CW-01 sono riportate le caratteristiche acustiche di un impianto "Rig 450t" ricevuta per concessione di un contrattista di perforazione proprietaria. dell'impianto, che ha autorizzato gli scriventi a utilizzare.

Inoltre, la valutazione esatta degli effetti acustici ai ricettori deve essere eseguita nella precisa situazione orografica e urbanistica del sito di perforazione.

A diversa ubicazione dei ricettori, corrisponde un diverso effetto acustico, pertanto tale rilevazione non può essere trasferita tal quale alla situazione dei pozzi.

A tal fine è stata effettuata una valutazione previsionale di impatto acustico dell'impianto di perforazione in situ.

Resta sempre la riserva di insonorizzare ulteriormente il RIG qualora la situazione orografica e urbanistica del sito richieda un contenimento dell'emissione acustica addizionale rispetto a quello standard proprio dell'impianto selezionato.



## **4 SICUREZZA E PROTEZIONE**

### **4.1. GENERALITÀ SUI RISCHI**

I rischi prevalenti che caratterizzano l'attività di perforazione riguardano, oltre gli aspetti antinfortunistici generali comuni a tutte le attività che prevedono movimentazione di masse pesanti, lavori in altezza, esposizione a rischi di elettrocuzione ecc., anche alcuni rischi specifici legati strettamente a eventi che possono manifestarsi in perforazione.

Tali rischi specifici si possono riassumere nella possibilità di intercettare con lo scalpello formazioni geologiche mineralizzate a gas o ad altro fluido endogeno pressurizzato.

Il fluido endogeno può presentarsi con caratteristiche di infiammabilità, di tossicità, a pressione più alta di quella esercitata sulla formazione dal fluido presente in pozzo, cioè fango o acqua. La situazione potenzialmente più rischiosa si evidenzia quando il fluido endogeno si presenta con tutte queste caratteristiche contemporaneamente.

Il sistema delle protezioni è progettato per affrontare questa situazione di rischio attraverso elementi di:

1. sicurezza impiantistica, come le dotazioni minime della testa pozzo di perforazione, la dislocazione a distanza minima di sicurezza degli elementi in grado di provocare un incendio, compreso l'impianto elettrico che alimenta le varie utenze del RIG;
2. tecniche di conduzione della perforazione del pozzo idonee a prevenire i rischi di fuoriuscita incontrollata del fluido dal pozzo, cioè il cosiddetto "blowout".

### **4.2. SICUREZZA E PROTEZIONE CONTRO GLI INCENDI**

Dal punto di vista antinfortunistico e della salute sui luoghi di lavoro, l'attività è disciplinata oltre che dalle norme di legge specifiche come il D.lgs. 624/96 e il DPR 128/59, anche dal D.lgs. 81/2008 per tutti gli aspetti generali o comuni alle altre attività industriali.

Premesso che i componenti dell'impianto devono rispondere alle norme di legge antinfortunistiche generali valide in Europa, i principali aspetti di protezione impiantistica specifici della perforazione che condizionano il layout dell'impianto interessano:

- i tubi di scappamento dei motori devono essere posti ad almeno 10 m dal pozzo e i condotti di aspirazione dei motori dotate di dispositivo tagliafiamma, art. 73 DPR

128/59 salvo autorizzazione specifica da parte dell'Autorità di vigilanza se viene adottata una protezione che si dimostri equivalente, artt. 81 e 82 del Dlgs 624/96;

- i serbatoi del gasolio devono essere posti a non meno di 20 m dai tubi di scappamento dei motori e a non meno di 30 m dall'asse del pozzo, salvo autorizzazione specifica da parte dell'Autorità di vigilanza, se viene adottata una protezione che si dimostri equivalente, art. 74 DPR 128/59, artt. 81 e 82 del Dlgs 624/96;
- gli impianti elettrici e in generale le installazioni elettriche poste a meno di 30 m dall'asse del pozzo devono essere di tipo antideflagrante.

La caratteristica di antideflagranza a sua volta implica il rispetto di normative europee molto rigide (ATEX) per la costruzione dei componenti situati a meno di 30 m dal pozzo.

Tali vincoli trovano la loro prevalente ragion d'essere nel rischio che la perforazione dia luogo all'emissione di fluido infiammabile (CH<sub>4</sub>, ..., olio) dal pozzo.

All'interno della postazione di sonda saranno presenti quindi delle zone per le quali prescritta antideflagranza. Le aree saranno zonizzate in funzione delle caratteristiche di antideflagranza dei componenti elettrici che dovranno rispondere a determinati requisiti di protezione che saranno particolarmente stringenti in prossimità del pozzo.

Le suddette norme forniscono anche criteri minimi di composizione della testa pozzo (numero di BOP), la dislocazione e il numero dei comandi dei BOP, il volume minimo di fango a disposizione, oltre a numerosissimi altri vincoli tecnici e progettuali come i controlli sullo stato delle cementazioni, il monitoraggio ambientale e così via, per il cui dettaglio necessario rimandare alle norme citate.

Per quanta riguarda il presente progetto si ricorda ancora che la sicurezza di testa pozzo, in altre parole numero e tipo di BOP (anch'essi elementi forniti dallo stesso contrattista di perforazione), è stata affrontata in fase di definizione del programma di perforazione dei pozzi (vedi Allegati REL-DW-SG1, REL-DW-SG2, REL-DW-GH1, REL-DW-GH2).

Per quanta riguarda l'impianto "Bentec 450 AC" selezionato per il presente progetto, è certo che risponde pur nelle sue varie possibili versioni in accordo alle richieste dei singoli contrattisti di perforazione, ai requisiti delle norme di legge sopra citate.

In ogni caso al momento della scelta sarà conveniente inserire nei capitolati idonee prescrizioni riguardo alla rispondenza dell'impianto a tali norme.

IL corretto layout dell'impianto e del cantiere è comunque oggetto di approvazione da parte dell'Autorità di vigilanza che svolge funzioni di Polizia Mineraria, e la rispondenza dell'impianto alle condizioni di sicurezza dovrà essere accertata prima di iniziare i lavori di perforazione da parte del Direttore Responsabile e dichiarata all'Autorità mineraria.

### **4.3. SICUREZZA IN PERFORAZIONE**

La conduzione della perforazione può prevedere varie forme organizzative.

La forma organizzativa classica, che è adottata anche nelle situazioni più critiche perché risponde meglio alle esigenze di sicurezza, si basa sui seguenti criteri:

- la conduzione delle "macchine" è affidata al personale del contrattista di perforazione, in altre parole lo stesso che mette a disposizione l'impianto,
- la direzione della perforazione è affidata a un Sorvegliante della Committente (in gergo "company man") che dirige le attività e ne controlla la corretta attuazione da parte del personale di sonda, dando le opportune disposizioni affinché la realizzazione del pozzo avvenga in armonia con il progetto.

La sicurezza nella conduzione della perforazione è affidata alla preparazione di queste figure professionali e all'armonia di questo binomio che caratterizza l'attività di cantiere.

Ai fini della sicurezza è opportuno coadiuvare il Sorvegliante con un servizio di controllo del lavoro delle squadre del contrattista attraverso il servizio esterno, denominato in gergo "mud logging". Tale servizio è realizzato normalmente attraverso una compagnia indipendente dal contrattista che, con proprie attrezzature e personale, sottopone a monitoraggio i parametri di perforazione (peso sullo scalpello, la sua velocità di rotazione, la portata del fango, la pressione a testa pozzo e nelle aste, ecc.), nonché la concentrazione di alcuni gas in zone critiche.

I gas sottoposti a monitoraggio sono quelli più comuni, che danno luogo all'involuppo dei rischi descritti al paragrafo 4.1, cioè gas infiammabili, gas tossici o comunque pericolosi.

Il monitoraggio avviene in alcune zone del cantiere dove la loro presenza è maggiore e più probabile e dove sono più facilmente rilevabili.



## ALLEGATO 6: IMPIANTO DI PERFORAZIONE

PAGINA 16 DI 20

I gas sottoposti a monitoraggio sono quelli che più frequentemente s'incontrano anche in geotermia, cioè  $H_2S$ ,  $CO_2$ ,  $CH_4$  e  $CH_n$  in genere.

I punti di rilevazione sono:

- il punto di arrivo del fango dal pozzo, ai vibrovagli, dove maggiore è la possibile concentrazione del gas,
- la zona sopra l'ultimo BOP, dove può avvenire la diretta fuoriuscita di una bolla di gas,
- l'area di lavoro del personale di sonda che esegue le operazioni con aste.

La concentrazione rilevata è espressa in parti per milione (ppm) o in percentuale, in volume.

La logica di rilevazione prevede che al raggiungimento di un determinato valore di soglia si attivi automaticamente un sistema di allarme ottico e acustico per il personale di sonda. I livelli generalmente adottati sono rispettivamente:

- Il primo livello, definito di preallarme, scatta al raggiungimento di 10 ppm  $H_2S$  oppure 0.5%  $CO_2$ .
- Il secondo livello, definito di allarme, scatta al raggiungimento di 20 ppm  $H_2S$  oppure 1%  $CO_2$ .

Tuttavia, ciascuna compagnia adotta valori ritenuti più congrui al rischio minerario che, caso per caso, affronta.

Gli indicatori di allarme ottico (luce lampeggiante) e acustico (sirena) sono anch'essi ubicati in punti strategici della postazione, scelti in modo che tutto personale, in particolare quello addetto alle operazioni di sonda, sia tempestivamente avvertito della presenza di gas e possa attivarsi per le operazioni di messa in sicurezza del pozzo.

La logica su cui si basa il sistema di sicurezza di "cogliere" con tempestività i "sintomi" considerati premonitori di una situazione che potenzialmente potrebbe evolvere verso livelli di una certa criticità.

Il livello di preallarme, in termini di concentrazione dei gas nell'atmosfera laddove operano le persone, è pertanto ben lontano dall'essere pericoloso come valore assoluto della concentrazione in aria e infatti coincidono con i cosiddetti TLV (Threshold Limit Value, indicati dalle norme API, che a loro volta attingono dai dati pubblicati nel 1972 dall' American



## **ALLEGATO 6: IMPIANTO DI PERFORAZIONE**

PAGINA 17 DI 20

Conference of Government Industrial Hygienists). Tali valori TLV sono quelli cui una persona può essere esposta senza conseguenze per otto ore consecutive e, a titolo di riferimento, sono 10 ppm (parti per milione in volume) per l'idrogeno solforato e 5000 ppm (oppure 0.5%) per l'anidride carbonica, ovvero i gas che con maggior frequenza si incontrano in perforazione.

Per il metano, anziché il TLV che sarebbe eccessivamente alto (90000 ppm oppure 9%) i valori di preallarme e allarme assunti a riferimento sono quelli potenzialmente critici dal punto di vista del rischio eruzione e incendio. Si assume generalmente un valore soglia di preallarme della concentrazione di metano in aria, pari al 15% del "limite inferiore di esplosività" in aria, il cosiddetto LIE, che a sua volta è pari al 5%. In definitiva il preallarme metano corrisponde a una concentrazione di 0.75% in ara. In geotermia alcune compagnie adottano valori più alti di questo, fino al 2%.

Si ricorda che la gestione del sistema di rilevazione gas e allarme è affidata per maggior sicurezza ed efficacia di attivazione a personale diverso da quello del trattatista.

Una volta che il personale di sonda è stato avvisato dal sistema di allarme, sono previste specifiche azioni per il controllo e la messa in sicurezza del pozzo.

Le procedure previste in caso di allarme sono standardizzate e conosciute da tutto il personale di sonda perché fanno parte del piano specifico di formazione base dello stesso personale, dei programmi di formazione ricorrente previsti per legge (Dlgs 624/96) e costituiscono parte rilevante del Documento di Sicurezza e Salute (DSS).

Questo documento, predisposto dal Titolare/Datore di Lavoro e firmato dal Direttore Responsabile, comprende l'analisi di tutti i rischi nel cantiere di perforazione. Di conseguenza il rischio emissione incontrollata di gas dal pozzo, che, estremizzando, può portare al blowout è pertanto ben conosciuto dal personale di sonda.

In tal caso la procedura prevede che il personale di sonda interrompa la perforazione e metta in atto le verifiche standard per accertare se si tratta di un fenomeno passeggero oppure no. Talvolta il fenomeno emissivo finisce o rimane limitato a deboli emissioni per presenza di gas diffuso nella formazione (drilling gas) senza costituire uno stato di effettivo pericolo di blowout.

Diversamente, se lo stato di emissione persiste e la concentrazione del gas in aria tendesse ad aumentare, le procedure prevedono interventi di messa in sicurezza del pozzo



## **ALLEGATO 6: IMPIANTO DI PERFORAZIONE**

PAGINA 18 DI 20

con pompaggio di cuscini di fango pesante a densità crescente e comunque calcolata in funzione della pressione di testa pozzo.

Anche questa una procedura standard che il personale di sonda deve conoscere alla perfezione e per la quale ha ricevuto addestramento, anche ricorrente e periodico.

Sul cantiere sono previsti anche vari indicatori di direzione del vento (maniche a vento) che permettono al personale operante di conoscere in ogni momento in quale direzione recarsi in caso di emergenza per fuoriuscita incontrollata di gas o in caso di raggiungimento di situazioni critiche per concentrazione di gas superiore ai valori minimi di soglia prestabiliti.

Si osservi che, limitando il rischio eruzioni agendo attraverso i suddetti valori di soglia della concentrazione dei gas e applicando le procedure standard di sicurezza, si agisce contemporaneamente su vari fronti di contenimento del rischio:

1. contenimento del rischio associato alla nocività dei gas emessi dal pozzo, anche in concentrazione minima, ben inferiore alle soglie di pericolo,
2. contenimento del rischio blowout del pozzo,
3. contenimento del rischio incendio conseguente alla fuoriuscita di gas infiammabili dal pozzo.

Tutte queste informazioni e scelte troveranno riscontro e sintesi nel Documento di Sicurezza e Salute (DSS) che contiene il progetto di sicurezza previsto dal Titolare o Datore di Lavoro e dal Direttore Responsabile per ciascun luogo di lavoro. In aggiunta alle attrezzature evidenziate nelle figure, il DSS può anche prevedere altre attrezzature di sicurezza.

### **4.4. INCENDIO E CONTROLLO ERUZIONI, ANTIINCENDIO**

#### **4.4.1. CONTROLLO ERUZIONI**

Il personale addetto all'esercizio diretto dell'impianto di perforazione, in ottemperanza al dettato del Dlgs 624/96, è sottoposto ogni due anni a corsi di aggiornamento sulle tecniche operative di controllo eruzioni.

La formazione ritenuta qualitativamente più avanzata a livello internazionale prevede che tali corsi siano tenuti da scuole qualificate e autorizzate da un istituto internazionale denominato "International Well Control Forum" (IWCF).





## **ALLEGATO 6: IMPIANTO DI PERFORAZIONE**

PAGINA 19 DI 20

I corsi secondo lo standard IWCF terminano con una procedura di esame atta a certificare il livello di apprendimento dei singoli partecipanti. La partecipazione a tali corsi e il superamento dell'esame finale sono dimostrati da un attestato IWCF rilasciato dalla scuola autorizzata, con cui si attesta l'adeguata preparazione professionale, sia teorica sia pratica, in tema di "controllo eruzioni".

Il corretto funzionamento dell'impianto, in particolare la qualità del funzionamento dei Blowout Preventers (BOP) e le apparecchiature di comando connesse, il sistema di monitoraggio e allarme gas, come previsto dalla buona pratica della perforazione, è periodicamente accertato durante tutta l'attività di perforazione, simulando con esercitazioni specifiche l'effettuazione di interventi in emergenza.

IL controllo del corretto funzionamento dei BOP, così come di tutti i componenti più importanti dell'impianto, avviene sulla scorta di un "Piano di Controllo" ben definito e anch'esso regolato da norme contenute nel Dlgs 624/96, art. 31.

Pertanto, qualora si verificassero le condizioni per un'eruzione spontanea del pozzo, le misure di sicurezza previste, tanto di natura impiantistica che organizzativa, offrono, per il relativo controllo, una garanzia a livello degli standard internazionalmente riconosciuti e accettati.

### **4.4.2. SQUADRE ANTINCENDIO**

Oltre alle prescrizioni e protezioni "passive" prima descritte, il Dlgs 624/96 prescrive che nel team di perforazione vi siano delle persone preposte in maniera mirata a combattere gli incendi. Tali persone devono ricevere una formazione specifica ed essere ben individuate all'interno della squadra.

Il DSS contiene pertanto un capitolo specificamente dedicato al tema dell'incendio nel quale sono affrontati i problemi organizzativi, a cominciare dalla collocazione in turno delle persone con questa specifica formazione e la certificazione della loro avvenuta formazione, della quale si fa formalmente garante il Datore di Lavoro dell'impresa appaltatrice.



#### **4.5. VIGILANZA DA PARTE DELL'AUTORITÀ PREPOSTA**

L'adeguatezza dell'impianto di perforazione e la sua rispondenza alle norme di legge sono accertate anche da parte dell'Autorità di Vigilanza preposta per legge a svolgere il ruolo di Polizia Mineraria.

Nel caso della geotermia la Polizia Mineraria è stata affidata alle Regioni che la esercitano attraverso un proprio ufficio di vigilanza sulle attività minerarie.

Tale Autorità ha anche il compito di autorizzare il programma dei lavori nella sua interezza, sia dal punto di vista antinfortunistico sia come adeguatezza tecnica organizzativa del progetto.

Anche l'adeguatezza dell'impianto di perforazione a svolgere le attività previste è perciò accertata prima di ogni inizio dei lavori che comunque sono autorizzati solo a fronte di una documentata verifica da parte del Direttore Responsabile.

Tale verifica interessa gli aspetti meccanici ma soprattutto quelli di sicurezza, in particolar modo quella delle dotazioni antincendio.