



LA GEOTERMIA NELLA REGIONE FRIULI VENEZIA GIULIA: NUOVE PROSPETTIVE

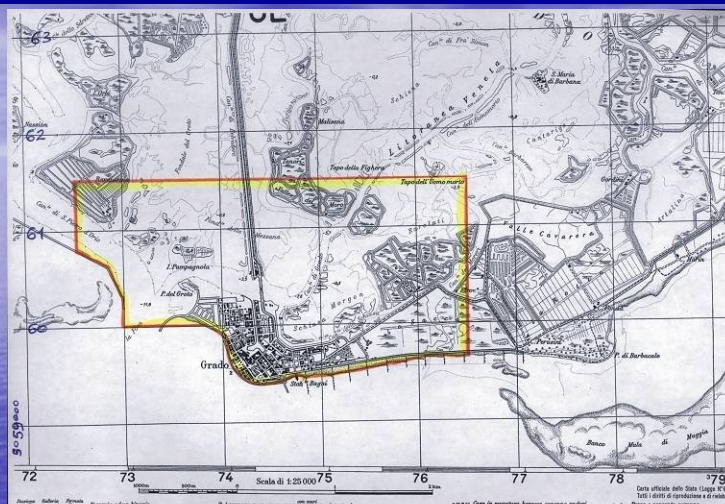
I LAVORI DEL POZZO GEOTERMICO A GRADO

Eugenio Castelli, Ph.D.



Università di Trieste
Dipartimento di Ingegneria Civile
ed Ambientale

IL PROGETTO PREVEDE LA PERFORAZIONE DI UN POZZO ESPLORATIVO PER LA QUANTIFICAZIONE DELLA RISORSA FRUIBILE E SI SVILUPPA IN AREA DOVE VIGE UN PERMESSO DI RICERCA DEL 09/06/2006.



IN CASO POSITIVO, LA SECONDA FASE DEL PROGETTO GEOTERMIA - GRADO PER LA VALORIZZAZIONE DELLE RISORSE GEOTERMICHE PREVEDE UN SISTEMA A DUE POZZI (UNO DI ESTRAZIONE ED UNO DI RE-INIEZIONE) E SCAMBIATORI TERMICI IN SUPERFICIE (CICLO BINARIO).

I POZZI POTRANNO ANCHE ESSERE PERFORATI DA UN MEDESIMO SITO CON DEVIAZIONE DI UNO DEI DUE IN PROFONDITÀ.

IL PROGETTO PREVEDE LA VALORIZZAZIONE DEL SOLO SISTEMA DI ACQUIFERI PROFONDI ENTRO LA PIATTAFORMA CARBONATICA, GLI ACQUIFERI DOLCI PIÙ SUPERFICIALI VERRANNO ATTRAVERSATI SENZA SIGNIFICATIVE INTERAZIONI E SENZA ATTIVARE INTERCONNESSIONI FRA ACQUIFERI SUPERFICIALI E ACQUIFERI PROFONDI.

PREVISIONE DELLE PRESSIONI ATTESE

SULLA BASE DEI DATI SISMICI ACQUISITI SIA A TERRA CHE A MARE E SULLA BASE DEI RISULTATI DELLE CAROTE PRELEVATE DAI POZZI DI RIFERIMENTO SONO PREVISTE DEBOLI SOVRA PRESSIONI DEI FLUIDI DI STRATO, LIMITATAMENTE ALLA PARTE PIÙ ALTA DEI CARBONATI.

UNA STIMA INDICATIVA BASATA SULLA SOVRA PRESSIONE INCONTRATA NEL POZZO CESAROLO-1 SUGGERISCE PER I FLUIDI DI STRATO NEI CALCARI UNA POSSIBILE PRESSIONE DIFFERENZIALE POSITIVA RISPETTO ALLA PRESSIONE IDROSTATICA, COMPRESA TRA 5 E 10 BAR (0,5 ÷ 1 MPA).

NON AVENDO INFORMAZIONI SPERIMENTALI SULLA SITUAZIONE PRESENTE A GRADO, È STATO PREVISTO UN SISTEMA PER LA PREVENZIONE E IL CONTROLLO DELLE ERUZIONI GASSOSE (*BLOW-OUT PREVENTER*).

PREVISIONE DELLE TEMPERATURE ATTESE

SULLA BASE DEI DATI DI TEMPERATURA DISPONIBILI NELL'AREA DI GRADO E DELLA LAGUNA INTERNA È STATO POSSIBILE AVANZARE UNA STIMA SULLA TEMPERATURA ATTESA AL TETTO DEI CARBONATI:

A CIRCA 750 m DI PROFONDITÀ DAL P.C. ESSA VARIA FRA UN MINIMO DI 50 ED UN MASSIMO DI 60 °C.

A QUESTE STIME CORRISPONDONO DUE DIVERSI GRADIENTI DI TEMPERATURA NELLA COPERTURA: DI 50 E 70 °C/km, RISPETTIVAMENTE, CALCOLATI ASSUMENDO UNA TEMPERATURA SUPERFICIALE MEDIA ANNUA È DI 13 °C.

ENTRO I CALCARI IL GRADIENTE DOVREBBE DIMINUIRE A 12 ÷ 14 °C/km E QUINDI A 1000 m DI PROFONDITÀ LA TEMPERATURA DOVREBBE ATTESTARSI A CIRCA 60 °C.

CARATTERISTICHE DEI FLUIDI

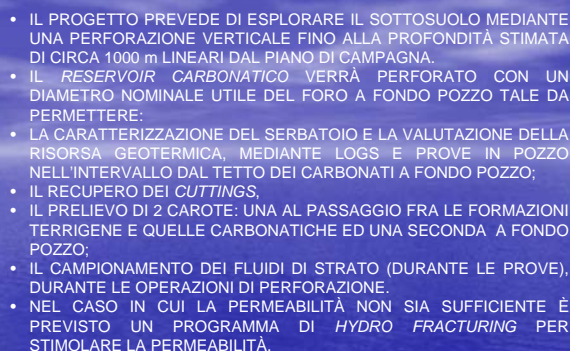
NON CI SONO MISURE DIRETTE SULLE CARATTERISTICHE DEI FLUIDI GEOTERMICI CONTENUTI NEI CALCARI DEL SOTTOSUOLO DI GRADO.

GLI ACQUIFERI ALLA BASE DEL QUATERNARIO SITUATI NELLA LAGUNA DI GRADO (A CIRCA 300 ÷ 350 m DI PROFONDITÀ) HANNO INCONTRATO ACQUE DOLCI O LEGGERMENTE SALMASTRE.

IN DUE CASI SI SONO OSSERVATI SIGNIFICATIVI CONTENUTI DI TRACCIANTI TIPICI DI ACQUIFERI PROFONDI (LITIO E FLUORO).

ENTRO I CALCARI CI SI ATTENDE QUINDI DI INCONTRARE UN ACQUIFERO SALATO, CON SOLUTI NON PARTICOLARMENTE AGGRESSIVI, MA CON POSSIBILI LIMITATE CONCENTRAZIONI DI GAS DISCIOLTI (METANO, CO₂, H₂S,...).





Cementazioni – gravel pack					
Da m	A m	V mc	D kg/l	scarpa	Malta - fluido - fango - dreni
0	300	19.84	1.88	Si 13"	API classe A
200	730	14.02	1.90	Si 9"	API classe A

PROFILO DEL POZZO

THE CIRCULATION SYSTEM

This diagram illustrates the circulation system in a wellbore. It shows a cross-section of the wellbore with various components labeled. The wellbore is divided into sections: the upper section is labeled 'BAYEL TOP JOBS', the middle section is labeled 'ROTARY HOSE', and the lower section is labeled 'STRAPPIPE'. The wellbore is further divided into 'DRILL PIPE', 'ANNULUS', and 'DRILL COLLARS'. The bottom of the wellbore is labeled 'BIT'. The diagram shows the flow of fluid from the 'BAYEL TOP JOBS' through the 'ROTARY HOSE' and 'STRAPPIPE' into the 'DRILL PIPE' and 'ANNULUS'. The fluid then flows back up the 'ANNULUS' and 'DRILL COLLARS' to the 'BAYEL TOP JOBS'. The diagram also shows the 'MUD PITS' and 'MUD PUMP' at the bottom of the wellbore.

SOILMEC
Drilling Equipment Division

A-4.1 DATI TECNICI

A - 4.1.2 Piedi stabilizzatori

A - 4.1.3 Centralina idraulica

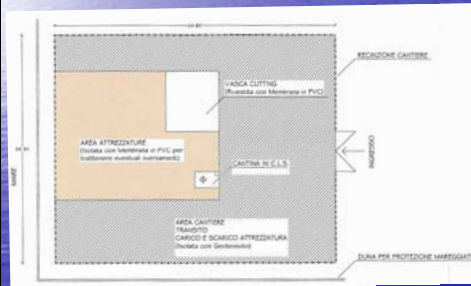
MOTORE	
Marca	IVECO
Tipo	8460 SRE 12 00
Potenza tarata	268 kW a 2200 rpm
Raffreddamento ad acqua con radiatore aria/acqua	

Pompe idrauliche a pistoni assiali a portata variabile e ingranaggi	
Impianto idraulico	tipo load sensing
Capacità serbatoio olio idraulico	ca. 1 000 dm ³ (i)
Scambiatori calore	tipo olio-aria

Struttura di tipo tubolare in acciaio elettrosaldato ed a traliccio.
Possibilità di riequilibrio, in fase di trasporto, per mezzo di due martinetti idraulici.
Altezza utile di manovra per aste Range 3 (lunghezza max 12,4 m)
Capacità di tiro statico 736750 N (75000 kg)

Con martinetto idraulico e rinvio funi	
Tiro massimo	735750 N (75000 kg)
Spinta massima	196200 N (20000 kg)

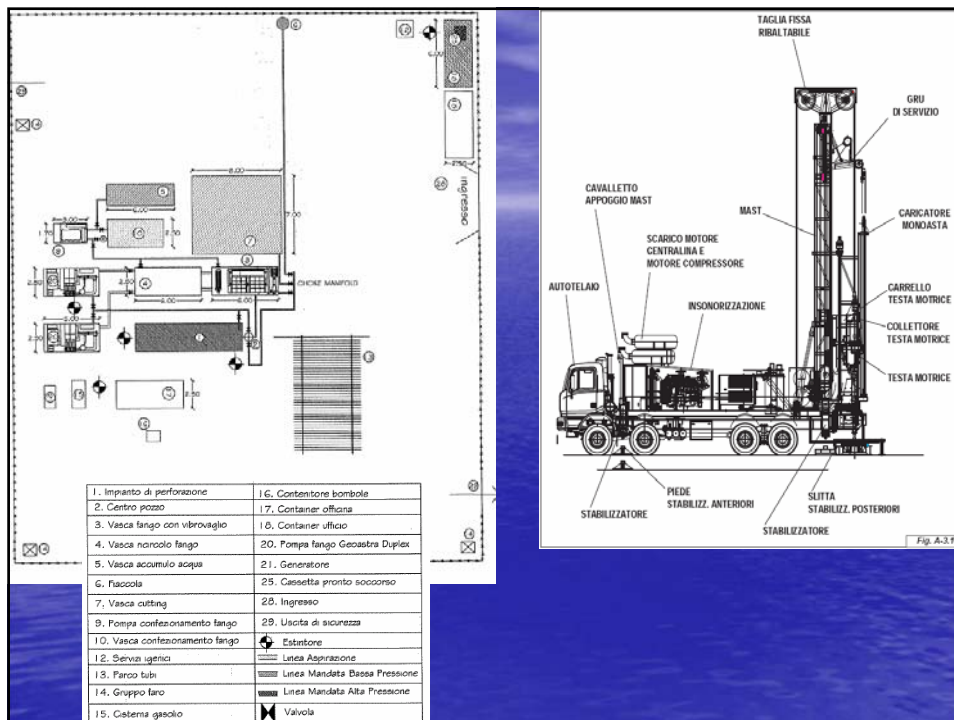




LA CANTIERIZZAZIONE HA PREVISTO:

- i. L'ACCESSO ALL'AREA CON IMPATTO MINIMO ALLA VIABILITÀ;
- ii. LA REALIZZAZIONE DELL'ACCESSO ALLA SPIAGGIA E DI UNO SPIAZZO IDONEO DI CANTIERE;
- iii. LA RECINZIONE DELL'AREA DI CANTIERE CON CANCELLO E AREE DI FUGA.

LA REALIZZAZIONE DEL CANTIERE HA COMPORTATO UNA, SEPPUR LIMITATA, MOVIMENTAZIONE DI INERTI AVENDO DOVUTO SPIANARE E CONSOLIDARE LA SABBIA DELLA SPIAGGIA, STENDERE UNA GUAINA IMPERMEABILIZZANTE E RIPORTARE MATERIALE INERTE PER STABILIZZARE IL PIANO DI LAVORO, DOVE È PREVISTO IL PASSAGGIO DI MEZZI PESANTI. QUESTO MATERIALE SARÀ RIMOSSO ALLA CONCLUSIONE DEI LAVORI, CONFERENDOLO ALLE DISCARICHE AUTORIZZATE PER LO SMALTIMENTO DI INERTI DI CANTIERE.



PERFORAZIONE 17" 1/2, COMPLETAMENTO 13" 3/4

LA FASE DI PERFORAZIONE CONSISTE NELLA REALIZZAZIONE DEL FORO CON DIAMETRO 17" 1/2 (mm 447) SINO AL TETTO DEL BASAMENTO PRE-QUATERNARIO CHE SI TROVA AD UNA PROFONDITÀ DI CIRCA 300 m ($\pm 10\%$), E LA SUCCESSIVA POSA DELLA TUBAZIONE DI RIVESTIMENTO CON DIAMETRO 13" 3/4 (mm 340) LUNGO TUTTA LA SEZIONE PERFORATA.

LA CEMENTAZIONE DELL'INTERCAPEDINE GARANTIRÀ L'ISOLAMENTO DEGLI ACQUIFERI SUPERFICIALI, IMPEDENDO LA MISCELAZIONE FRA LE ACQUE DEI DIVERSI ACQUIFERI.

GLI OBIETTIVI SONO:

- PERFORARE VERTICALMENTE LA COPERTURA CON UNO SCALPELLO DA 17 1/2",
- CONTROLLARE IL FLUSSO DEL FANGO PER EVITARE SCAVERNAMENTI AL DI SOTTO DELL'AVANPOZZO DA 20" E RIDURRE LE PERDITE DI CIRCOLAZIONE,
- MINIMIZZARE L'IMPATTO DELLA VIBRAZIONE DELLE ASTE SULL'IMPIANTO IN SUPERFICIE, SCEGLIENDO APPROPRIATI PARAMETRI DI PERFORAZIONE,
- ASSICURARE UNA CEMENTAZIONE EFFICACE AI FINI DELLA SALVAGUARDIA DEGLI ACQUIFERI E DELL'INTEGRITÀ STRUTTURALE DELL'OPERA.

I RISCHI POTENZIALI SONO I SEGUENTI:

- VENUTE SUPERFICIALI DI GAS: LE PERFORAZIONI DI POZZI PER ACQUA A GRADO E IN LAGUNA FINO ALLA PROFONDITÀ DI CIRCA 300 m HANNO EVIDENZIATO TALVOLTA LA PRESENZA DI LIMITATE VENUTE DI GAS SUPERFICIALE DAI DEPOSITI QUATERNARI. LA PERFORAZIONE DEVE SEGUIRE ATTENTAMENTE E SCRUPOLOSAMENTE LE PROCEDURE DI SICUREZZA PREVISTE DALLA NORMATIVA. LA PRESSIONE DEI FLUIDI NELLA FORMAZIONE È ATTESA ESSERE DA IDROSTATICA A DEBOLMENTE ARTESIANA.
- H₂S: NON C'È RISCHIO NELLA FORMAZIONI SUPERFICIALI.
- PERDITE DI CIRCOLAZIONE: TRE ACQUIFERI PRINCIPALI SONO PRESENTI NELL'AREA DI GRADO: ESSI SONO SITUATI A CIRCA 150-165 m, A 200-250 m E ALLA BASE DEL QUATERNARIO (CIRCA 300 m), RISPETTIVAMENTE. SI TRATTA PREVALENTEMENTE DI SABBIE CHE DOVRANNO ESSERE ATTRAVERSATE CON ATTENZIONE E SCEGLIENDO APPROPRIATI FANGHI DI PERFORAZIONE.
- INCLINAZIONE DEGLI STRATI: I DEPOSITI PLEISTOCENICI E PLIOCENICI SONO ATTESI ESSERE SUB-ORIZZONTALI. LE MARNE SOTTOSTANTI POTREBBERO PERÒ AVERE UNA DEBOLE INCLINAZIONE ($< 10^\circ$). SARÀ ESSENZIALE MANTENERE LA VERTICALITÀ DEL FORO, IN QUANTO POTRÀ AVERE UN SIGNIFICATIVO IMPATTO SULLA SEZIONE PIÙ PROFONDA DEL POZZO.

PERFORAZIONE 12" 1/4, COMPLETAMENTO 9" 5/8

LA FASE DI PERFORAZIONE CONSISTE NELLA REALIZZAZIONE DEL FORO CON DIAMETRO MINIMO 12" 1/4" (mm 311,1) SINO AL TETTO DEI CARBONATI CHE SI TROVANO AD UNA PROFONDITÀ APPROSSIMATIVA DI CIRCA 700 m ($\pm 10\%$), E LA SUCCESSIVA POSA DELLA TUBAZIONE DI PRODUZIONE CON DIAMETRO MINIMO 9" 5/8" (mm 244,5) LUNGO TUTTA LA SEZIONE PERFORATA. LA CEMENTAZIONE DELL'INTERCAPEDINE GARANTIRÀ L'ISOLAMENTO DEGLI ACQUIFERI, IMPEDENDO LA MISCELAZIONE FRA LE ACQUE DOLCI SUPERFICIALI E QUELLE PROFONDE SALATE. GLI OBIETTIVI SONO:

- PERFORARE VERTICALMENTE I TERRENI FLYSCHOIDI CON UNO SCALPELLO DA 12 1/4", PER ANCORARE IL RIVESTIMENTO DA 9 5/8" NELLE FORMAZIONI CARBONATICHE IMMEDIATAMENTE SOTTOSTANTI (700 m $\pm 10\%$) ED ISOLARE IL FLYSCH CHE POTREBBE ESSERE INTERESSATO DA FRATTURE E DISTURBI TETTONICI;
- CONTROLLARE IL FLUSSO DEL FANGO PER RIDURRE LE EVENTUALI PERDITE DI CIRCOLAZIONE,
- ASSICURARE UNA CEMENTAZIONE EFFICACE AL FINE DI EVITARE CHE I FLUIDI PROFONDI SI TRASFERISCANO NELLE FORMAZIONI SOVRASTANTI.

I RISCHI POTENZIALI SONO I SEGUENTI:

- VENUTE DI GAS: SE IL POZZO DOVESSE INTERCETTARE SISTEMI DI FRATTURE NEL FLYSCH, È POSSIBILE CHE POSSANO MANIFESTARSI VENUTE DI GAS ALIMENTATE DAL SERBATOIO CARBONATICO. IL SISTEMA DI CONTROLLO DELLE PRESSIONI (*BLOW-OUT PREVENTER*) INSTALLATO A TESTA POZZO PERMETTERÀ DI MANTENERE SOTTO CONTROLLO LA PERFORAZIONE. LE SOVRA PRESSIONI NON DOVREBBERO ECCEDERE I 5 - 10 bar.
- H₂S: IL SISTEMA DI RILEVAZIONE DOVRÀ ESSERE OPERATIVO.
- PERDITE DI CIRCOLAZIONE: SONO POSSIBILI PERDITE DI CIRCOLAZIONE, LIMITATAMENTE ALLA FORMAZIONE INTERESSATA DA FRATTURE.
- INCLINAZIONE DEGLI STRATI: LE BANCATE DI FLYSCH POTRANNO AVERE INCLINAZIONI MOLTO SENSIBILI, CON ANGOLI FINO A 10-30°. SARÀ IMPORTANTE MANTENERE LA VERTICALITÀ DEL FORO.

