



Committente

tecnici

Progetto definitivo

FRI-EL S.p.a.
Piazza della Rotonda 2
I-00186 Roma (RM)

committente

Impianto di accumulo idroelettrico mediante pompaggio denominato "Gravina - Serra del Corvo" e relative opere connesse ed infrastrutture indispensabili avente potenza pari a 200 MW nei Comuni di Genzano di Lucania (PZ) e Gravina in Puglia (BA)

progetto

contenuto Relazione geotecnica

redatto		modificato			scala	elaborato n.
ms	20.12.2021	a				PD-R.5
controllato		b				
wag	22.12.2021	c				
pagine	10	n. progetto	21-208	21_208_PSW_Gravina\einr1\text\PD-R.5_Relazione_geotecnica_03.docx		

GM

Studio di Geologia Applicata e Geofisica Applicata
Dott. Geol. Gianpiero Monti

Dott. Geol. Gianpiero Monti
Via C. Battisti 21 – 83053 Sant'Andrea di Conza (AV)
tel. +39 0827 35 247
gianpiero.monti@alice.it



BETTIOL ING. LINO SRL
Società di Ingegneria

S.L.: Via G. Marconi 7 - 31027 Spresiano (TV)
S.O.: Via Panà 56ter - 35027 Noventa Padovana (PD)
Tel. 049 7332277 - Fax. 049 7332273
E-mail: bettiolinglinosrl@legalmail.it

patscheiderpartner

E N G I N E E R S

Ingegneri Patscheider & Partner S.r.l.
i-39024 mals/malles (bz) - glurnserstraße 5/k via glorenza
i-39100 bozen/bolzano - negrellistraße 13/c via negrelli
a-6130 schwaz - mindelheimerstraße 6
tel. +39 0473 83 05 05 – fax +39 0473 83 53 01
info@ipp.bz.it – www.patscheiderpartner.it

Indice

1. Introduzione	3
1.1 Committente	3
1.2 Studi tecnici incaricati	3
2. Introduzione	4
3. Dati esistenti	4
4. Breve descrizione	5
5. Classificazione dei terreni in situ	5
5.1 Premessa	5
5.2 Classificazione dei terreni	5
5.3 Problematiche legate alla liquefazione dei terreni	6
6. Interazione tra il suolo ed il corpo solido della centrale di produzione	7
7. Considerazioni geotecniche in vaso di monte	9
8. Riassunto	10

Il presente documento è stato elaborato dalla

SKAVA srl

Via Grabenweg 68

6020 Innsbruck AUSTRIA

per conto della Ingegneri Patscheider & Partner S.r.l.

Stesura:

20/12/2021

DI (FH) Mathias Schranz

1. Introduzione

1.1 Committente

FRI-EL S.p.a.

Piazza della Rotonda 2

I-00186 Roma (RM)

1.2 Studi tecnici incaricati

Coordinatore di progetto:

Dr. Ing. Walter Gostner

Ingegneri Patscheider & Partner S.r.l.

Opere civili ed idrauliche

Ingegneri Patscheider & Partner Srl

Via Glorenza 5/K

39024 Malles (BZ)

Responsabile opere idrauliche:

Responsabile opere civili:

Coordinamento interno:

Progettisti:

Via Negrelli 13/C

39100 Bolzano (BZ)

Dott. Ing. Walter Gostner

Dott. Ing. Ronald Patscheider

Dott. Ing. Corrado Lucarelli

Dott. Ing. David Di Pauli

MSc Alex Balzarini

Geom. Stefania Fontanella

Geologia e geotecnica

Consulenti specialistici:

Dr. Geol. Gianpiero Monti

Via C. Battisti 21

I-83053 Sant'Andrea di Conza (AV)

Opere elettriche – Impianto Utenza per la Connessione

Progettista e consulente specialista:

Bettiol Ing. Lino S.r.l.

Dr.ssa Ing. Giulia Bettiol

Società di Ingegneria

Via G. Marconi 7

I-31027 Spresiano (TV)

2. Introduzione

La presente relazione geotecnica integra il progetto definitivo relativo alla realizzazione del impianto di accumulo idroelettrico mediante pompaggio denominato “Gravina - Serra del Corvo” e relative opere connesse ed infrastrutture indispensabili avente potenza pari a 200 MW nei Comuni di Genzano di Lucania (PZ) e Gravina in Puglia (BA). In particolare le analisi di seguito presentate sono finalizzate ai seguenti argomenti:

- Classificazione dei terreni in situ (valutazione generale dei suoli presenti, valutazione dei suoli presenti in confronto al rischio di liquefazione del suolo / all'idoneità in rispetto alle opere di progetto);
- Interazione suolo - centrale di produzione (valutazione dei carichi dinamici; fattibilità generale del piano di scavo; comportamento dei terreni a contatto con l'acqua);
- Considerazioni geotecniche in vaso di monte (idoneità del materiale per la costruzione del rilevato arginale; fattibilità generale; stabilità delle opere).

3. Dati esistenti

Per la redazione del presente documento sono stati utilizzati i seguenti dati di base:

- **Sondaggi geognostici:** prove SPT in foro, prove di permeabilità, sondaggi sismici MASW (GeoService);
- **Sondaggi tomografici geoelettrici** (GeoService).



Figura 1. Ubicazione dei sondaggi geognostici S1-S6 e delle tomografie elettriche galvaniche gra_TEV1- gra_TEV 4.

Si rimanda altresì anche ai seguenti elaborati di progetto:

- PD-R.6 – Relazione geologica e idrogeologica;
- PD-R.20.1 – Relazione indagini e monitoraggio (con allegati) – in sito;
- PD-R.20.2 – Relazione indagini e monitoraggio (con allegati) – in laboratorio;
- PD-EP.16.1 – Invaso di monte: sezioni geologiche;
- PD-EP.18.1 – Centrale di produzione e SSE: sezioni geologiche.

4. Breve descrizione

Il progetto prevede la realizzazione di un nuovo impianto idroelettrico di accumulo idroelettrico a pompaggio puro situato al confine tra le Province di Potenza e Bari e dei Comuni di Gravina in Puglia (BZ) e Genzano di Lucania (PZ), in località Serra del Corvo. L'impianto garantirà l'immissione nella Rete Nazionale di una potenza netta di 200 MW. Per una descrizione più dettagliata si rimanda agli altri elaborati del progetto definitivo, tra cui la relazione tecnica generale (elaborato PD-R.1).

5. Classificazione dei terreni in situ

5.1 Premessa

Nel presente capitolo viene presentata sinteticamente la classificazione dei terreni in situ e una valutazione in confronto al rischio di liquefazione.

5.2 Classificazione dei terreni

Per la classificazione dei terreni sono stati usati i risultati dei sondaggi diagnostici e delle varie prove di Laboratorio elencati al paragrafo 3. L'analisi dei dati secondo la norma DIN 18196 ha consentito la seguente classificazione dei terreni presenti:

- Argille, terreni argillosi: "TA", argille plastiche pronunciate e "TM", argille plastiche medie (distribuzioni granulometriche blu);
- Suoli sabbiosi, limosi, argillosi: "SU / ST" o "SUq/STq", miscele di sabbia-sabbia o sabbia-argilla (distribuzioni granulometriche gialle).

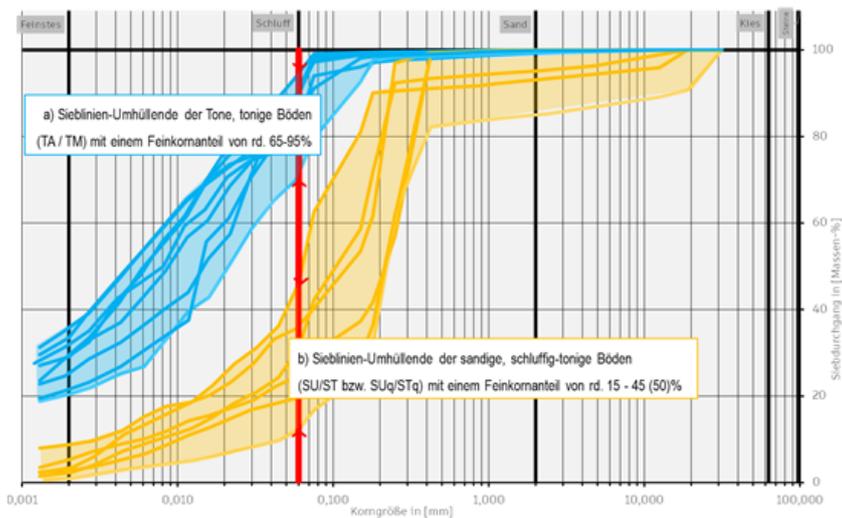


Figura 2. Classificazione dei terreni in base alle analisi granulometriche. Vengono presentati i vari fusi granulometrici dei terreni argillosi (in azzurro) e dei terreni sabbioso-argillosi (giallo).

5.3 Problematiche legate alla liquefazione dei terreni

Per quanto riguarda la questione della liquefazione del suolo, problematica riscontrata per suoli di granulometria fine, si può affermare che i suoli esistenti non sono esposti a un rischio di liquefazione elevato. Il materiale riscontrato alla posizione del futuro bacino di monte che è previsto come materiale di costruzione per il rilevato arginale dovrà tuttavia essere trattato (a.e. trattamento con calce) per migliorare le proprie proprietà geotecniche. Si sottolinea inoltre che misure di riqualificazione del suolo possono essere richieste anche per il futuro piano di imposta dell'invaso di monte, poiché i terreni ivi presenti sono da valutare come i più critici in termini del rischio di liquefazione del suolo.

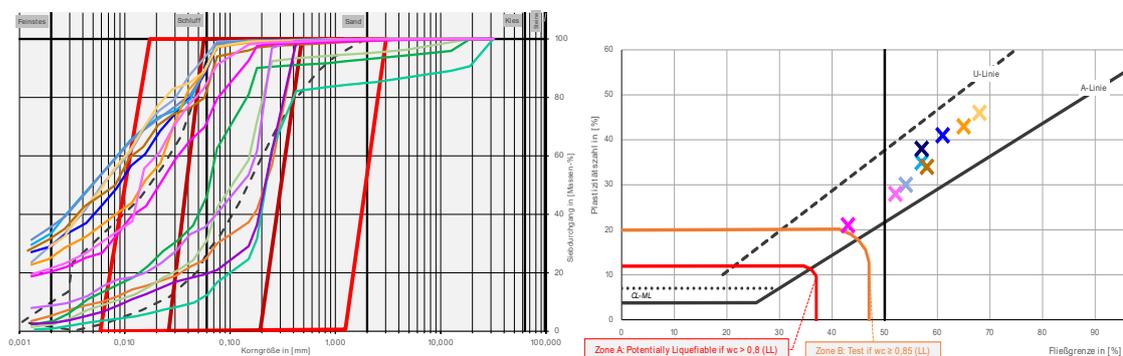


Figura 3. Nell'immagine a sinistra l'individuazione dei limiti per la pericolosità di liquefazione dei terreni; nell'immagine a destra, gli esiti dei test di Atterberg.

Per quanto riguarda il pericolo di infiltrazioni d'acqua (ovvero del comportamento del suolo in caso di fuoriuscita di acqua), si può affermare che la permeabilità del suolo è molto bassa. Quindi, considerando il progetto allo stato attuale, non si prevede un maggiore rischio di un'infiltrazione aumentata verso a.e. lo scavo della centrale di produzione. In ogni caso saranno da prevedere delle opere costruttive aggiuntive con l'obiettivo di allungare i percorsi filtranti (paratie di tenuta, barre, ecc.).

6. Interazione tra il suolo ed il corpo solido della centrale di produzione

In questa fase di progetto è stata valutata la fattibilità tecnica della realizzazione dello scavo in corrispondenza della centrale di produzione. La volumetria dello scavo è stata analizzata, per via dell'elevato grado di complessità, mediante l'utilizzo di un metodo ad elementi finiti (FEM). Sono state individuate le seguenti opere per la messa in sicurezza del fronte scavo:

- 1) Scavo fino al primo livello di imposta a profondità di circa 23 m (= scavo 1);
- 2) Messa in sicurezza dello scavo 1 con pali intersecati (con fino a 4 livelli di ancoraggio);
- 3) Scavo finale al piano di imposta della centrale ad una profondità di circa 67m (= scavo 2);
- 4) Messa in sicurezza dello scavo 2 con diaframmi controventati (controventature interne realizzate tramite 5 livelli di solai).

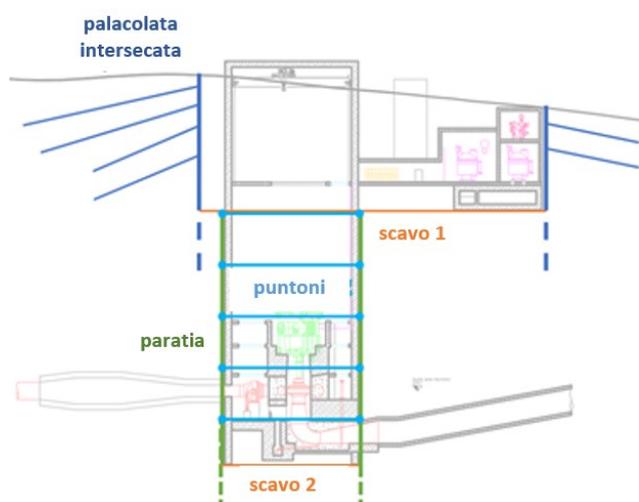
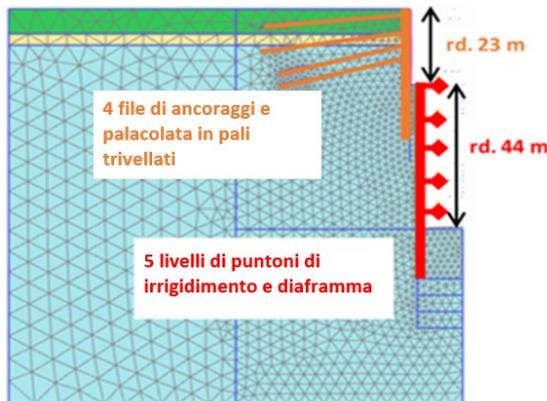


Figura 4. Sistema per la messa in sicurezza del fronte scavo (*überschnittene Bohrpahlwand = scavo con pali intersecati; Aussteifung = controventature e puntoni; Schlitzwand = diaframmi*).

Per la modellazione sono state usate le sezioni geologiche elencate al paragrafo 3, ma ulteriori prove erano necessarie per la determinazione delle le proprietà del suolo rappresentate nel modello FEM (modello *HS Hardening Soil*):



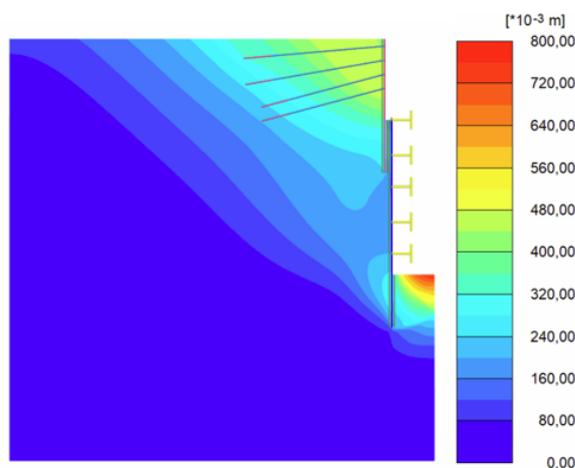
Parametro		Argilla limosa (sopra)	Sabbia limosa e argillosa	Argilla limosa (sotto)
γ	kN/m^3	16.2	20	20
γ_r	kN/m^3	16.2	20	20
φ'	°	25	21	21
c'	kPa	10	15	22
ψ	°	0	0	0
E_{50}^{ref}	kPa	10000	12000	13000
E_{oed}^{ref}	kPa	5250	6000	6500
E_{ur}^{ref}	kPa	42000	48000	52000
ν_{ur}	-	0.2	0.2	0.2
m	-	1	0.8	1
p_{ref}	kPa	100	100	100
K_0^{nc}	-	$1 - \sin \varphi$	$1 - \sin \varphi$	$1 - \sin \varphi$

verde = argilla limosa; giallo = sabbia limoso-argillosa; blu = argilla limosa

Figura 5. Modello del sottosuolo e parametri FEM di indurimento del suolo.

I primi risultati mostrano quanto di seguito:

- Realizzazione di un muro di pali intersecati con diametro di 1,2 m (alternanza tra un palo armato e uno non armato) con 4 file di ancoraggi (6 trefoli da 220 kN; 8 m di profondità di iniezione) lunghe da 40-36 m;
- Deformazioni del muro dei pali trivellati di circa 44 cm;
- Realizzazione di un muro a diaframma con uno spessore di 1,2 m e 5 livelli di controventature interne (solaio di cemento di 30 cm di spessore minimo);
- Deformazioni totali del diaframma controventato di circa 27 cm;
- Sollevamento del terreno di imposta di circa 80 cm dovuto allo scarico del terreno per via dello scavo;
- Necessità di misure per il miglioramento del terreno di imposta mediante *jet grouting*.



Total displacements $|u|$ (scaled up 5,00 times)

Maximum value = 0,7617 m (Element 2257 at Node 3273)

Figura 6. Risultati del modello FEM a volumetria di scavo finale completata.

7. Considerazioni geotecniche in vaso di monte

Per quanto riguarda l'idoneità del materiale in situ come materiale per la costruzione del rilevato arginale si è visto che il suo impiego allo stato naturale risulta molto difficile e molto oneroso. Si raccomanda quindi l'adozione di misure di riqualificazione per quanto riguarda il materiale impiegato per il corpo argine ma probabilmente anche per il piano di imposta sul quale baseranno le fondazioni. Le prime analisi hanno verificato l'idoneità della calce come additivo stabilizzante. Nelle prossime fasi del progetto è necessario oltre alla valutazione di possibili misure per la riqualificazione del suolo valutare diverse tecniche costruttive per la formazione di un corpo diga omogeneo (diga a zone, costruzione a strati, ecc.).

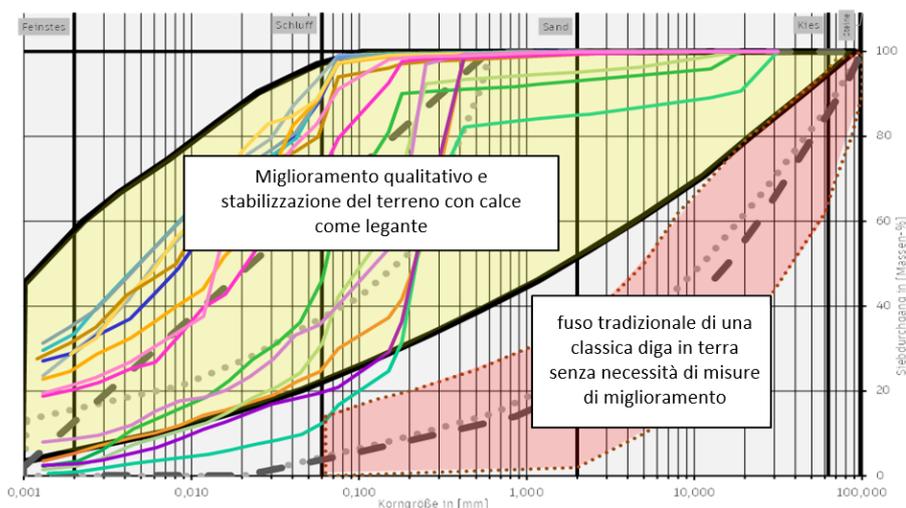
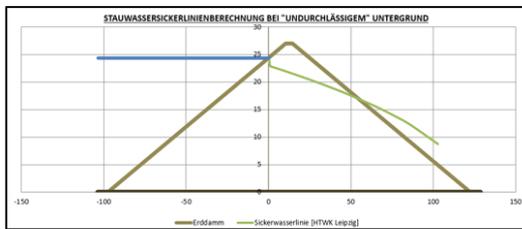


Figura 7. Curve granulometriche che sono adatte alla riqualificazione mediante il trattamento a calce.

Il materiale impiegato per la costruzione del rilevato arginale presenta un angolo di attrito di 20° , una coesione di 5 kN/m^2 e un peso specifico di 20 kN/m^3 . Tali parametri hanno consentito una verifica della stabilità allo scorrimento. Per verificare invece anche la stabilità rispetto alla filtrazione è necessario aumentare la coesione del materiale di costruzione ad un valore di 75 kN/m^2 (considerando oltre ai carichi standard anche le azioni sismiche). Questo valore può essere raggiunto applicando le misure di riqualificazione introdotte al paragrafo precedente. Nelle successive fasi del progetto verranno approfondite ulteriormente questi aspetti.



Lastfall 1: Regelfall – Gefülltes Speicherbecken

Lastfall 2: Geleertes Speicherbecken

Lastfall 3: Abdichtungsschaden

Lastfall 4: Extremeinwirkungen

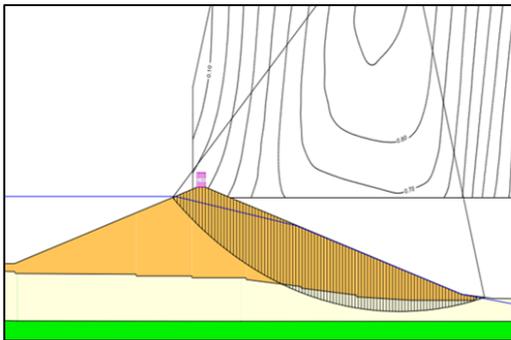


Figura 8. Verifica allo scorrimento del corpo diga.

Le condizioni del sottosuolo, così come le fasi transitorie durante la costruzione e le condizioni non drenate verranno opportunamente approfondite nelle fasi successive. Gli assestamenti della diga sono stimati allo 0,5 - 1 % della massima altezza del corpo arginale e girano quindi attorno a 15-45 cm.

8. Riassunto

Da quanto esposto nel presente documento, si può affermare che le opere da progetto sono fattibili e realizzabili considerando le interazioni con il terreno esistente. Una verifica approfondita dei vari dettagli e aspetti geotecnici consentirà una ottimizzazione delle varie fasi di lavori e delle tecniche impiegate nella successiva fase di progettazione esecutiva.

Bolzano, Malles, Roma, li 22.12.2021



Il Tecnico
Dr. Ing. Walter Gostner