

TITLE:

AVAILABLE LANGUAGE: IT

# CUCCHINADORZA

## Impianto Idroelettrico di Generazione e Pompaggio Conversione a Pompaggio Comune di Ovodda (NU)

### Progetto per AUTORIZZAZIONE UNICA INTEGRAZIONE VOLONTARIA

File: GRE.EEC.R.99.IT.H.15678.00.027.00 Integrazione Volontaria

REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	VERIFIED	APPROVED
00	31/07/2023	Emissione per Autorizzazione unica		Bes/Mfr	MFr

#### GRE VALIDATION

		Support Team: <b>F. PODIO</b>	Project Engineer: <b>C. MUNARI</b>
COLLABORATORS		VERIFIED BY	VALIDATED BY

PROJECT / PLANT

#### GRE CODE

ANAPO

GROUP	FUNCIÓN	TYPE	ISSUER	COUNTRY	TEC	PLANT	SYSTEM	PROGRESSIVE	REVISION
GRE	EEC	R	29	IT	H	15678	00	027	00

CLASSIFICATION

UTILIZATION SCOPE

*This document is property of Enel Green Power S.p.A. It is strictly forbidden to reproduce this document, in whole or in part, and to provide to others any related information without the previous written consent by Enel Green Power S.p.A.*

00	31.07.2023	Bes	MFr
<b>Versione</b>	<b>Data</b>	<b>Redatto</b>	<b>Verificato</b>

## INDICE

0.	INTRODUZIONE	6
1.	ANALISI IDRAULICA E PORTATE DI CONCESSIONE	8
1.1	Analisi idraulica su portate, tempi e volumi di pompaggio-turbinaggio	8
1.2	Portate di concessione	13
1.3	Conclusioni	14
2.	REALIZZAZIONE NUOVO POZZO E CANALE DI SCARICO	15
2.1	Metodo costruttivo	15
2.1.1	Aspetti generali	15
2.1.2	Scavi e sostegni in centrale	16
2.1.3	Opere di scarico	20
2.2	Cantierizzazione	21
2.3	Tempi di realizzazione	21
2.4	Effetti ambientali dello scavo del pozzo e della galleria di scarico.	22
2.5	Conclusioni	25
3.	RIUTILIZZO TERRE E ROCCE DA SCAVO	26
3.1	Destinazioni dei materiali di scavo	26
3.2	Conclusioni	26
4.	RIPASCIMENTO SPONDE	28
4.1	Stabilità dei versanti	28
4.2	Calcolo di stabilità del ripascimento	30
4.3	Riduzione dei volumi disponibili	36
4.4	Conclusioni	36

 HGT Design & Execution		GRE CODE GRE.EEC.R.29.IT.H.15678.00.160.00
		INTERNAL CODE 2021.0047.005-ID-GEN-RET-061
		PAGE Pag. 6 di/of 34

## 0. INTRODUZIONE

Enel Produzione SpA – Unità di Business Hydro Sardegna, ha affidato a Lombardi SA l'incarico professionale di ingegneria per la Progettazione Definitiva dell'intervento di potenziamento in pompaggio dell'impianto idroelettrico di Cucchinadorza, sito nel Comune di Ovodda (NU).

L'opera idraulica, fa parte dell'asta idroelettrica del Taloro, maggior affluente del Tirso. Lo sfruttamento del Taloro a fini idroelettrici si realizza attraverso tre impianti idroelettrici in cascata con le dighe di Gùsana, Cucchinadorza e Benzone: lo schema idroelettrico è interamente gestito da Enel GP.

L'intervento in progetto prevede la trasformazione dell'impianto di generazione esistente di Cucchinadorza in un impianto di generazione e pompaggio. L'idea di potenziamento nasce per iniziativa delle strutture Tecniche di Enel Green Power con lo scopo di sfruttare al meglio la risorsa idrica disponibile.

Il progetto definitivo ai fini dell'autorizzazione unica è stato quindi presentato al MASE secondo una procedura di Verifica di Assoggettabilità alla VIA, attualmente in corso di istruttoria: la Commissione Istruttoria ha quindi ritenuto di indire nella data del 09 maggio 2023 una call con il proponente Enel Green Power al fine di approfondire in discussione alcuni aspetti progettuali.

L'obiettivo della presente Relazione Tecnica è quello di provvedere ad una integrazione volontaria della documentazione istruttoria presentata, provvedendo ad approfondimenti tecnici specifici nel merito dei punti di discussione affrontati nell'incontro citato, di cui all'elencazione sommaria nelle note di riunione nel seguito:

1. *Analisi idraulica portata/tempo del pompaggio ove evidenziamo anche che le portate medie di concessione non vengono superate;*
2. *Descrizione tecnica delle modalità (quale tecnica) e tempi per la realizzazione del nuovo pozzo e del nuovo canale di scarico per evidenziare il basso impatto ambientale dei tali attività di cantiere;*
3. *Descrizione dettagliata del come riutilizziamo le terre e rocce da scavo;*
4. *Descrizione dettagliata delle modalità di posa dello smarino sulle sponde dell'invaso di Cucchinadorza (quantità, spessore, scivolamento, approfondimento del ripascimento, etc). La quantità di smarino depistata "ruba" capienza all'invaso?*
5. *Descrizione sull'impatto del progetto verso le presenze anfibe e meglio sul livello di biocenosi sulle specie dell'ecosistema;*
6. *Stima sulle emissioni;*

Il presente rapporto provvede quindi per capitoli all'approfondimento dei temi sollevati nella competenza **tecnica** del Progettista Lombardi SA (punti di discussione tecnica n. 1, 2, 3, 4), entrando in modo approfondito nel merito al fine di una risposta il piu' esauriente ai quesiti sollevati: si precisa che nella lettura il riferimento è alla documentazione del progetto definitivo e di istruttoria presentata, la cui conoscenza è un presupposto.

		<i>GRE CODE</i> GRE.EEC.R.29.IT.H.15678.00.160.00
		<i>INTERNAL CODE</i> 2021.0047.005-ID-GEN-RET-061
		<i>PAGE</i> Pag. 7 di/of 34

I punti, prettamente ambientali (punti di discussione ambientale n. 5, 6) vengono approfonditi in altro documento integrativo n. **GRE.EEC.R.99.IT.H.15678.00.026.00**.

		<i>GRE CODE</i> GRE.EEC.R.29.IT.H.15678.00.160.00
		<i>INTERNAL CODE</i> 2021.0047.005-ID-GEN-RET-061
		<i>PAGE</i> Pag. 8 di/of 34

## 1.ANALISI IDRAULICA E PORTATE DI CONCESSIONE

Le analisi di cui nel seguito completano, per gli aspetti specifici sollevati, il documento GRE.EEC.R.29.IT.H.15678.00.161.01 Relazione Idraulica.

### 1.1 Analisi idraulica su portate, tempi e volumi di pompaggio-turbinaggio

Con la trasformazione dell'impianto di generazione esistente (potenza installata = 42 MW,  $Q = 15 \text{ m}^3/\text{s}$ ) in un impianto reversibile di generazione/pompaggio le potenze installate saranno:

- 41.47 MW,  $Q = 15 \text{ m}^3/\text{s}$  in generazione
- 40.62 MW,  $Q = 12 \text{ m}^3/\text{s}$  in pompaggio

In generazione non si prevedono pertanto variazioni sostanziali della potenza installata e non vi saranno conseguente modifiche nella portata massima turbinata.

Considerando le portate media affluenti l'invaso di Gùsana, secondo la seguente tabella:

	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
<b>Portata media [m<sup>3</sup>/s]</b>	4.9	5	5.2	3.8	1.9	0.5	0	0	0	0	1	3.7
Portate medie in arrivo al bacino di Gusana (1995-2014).												

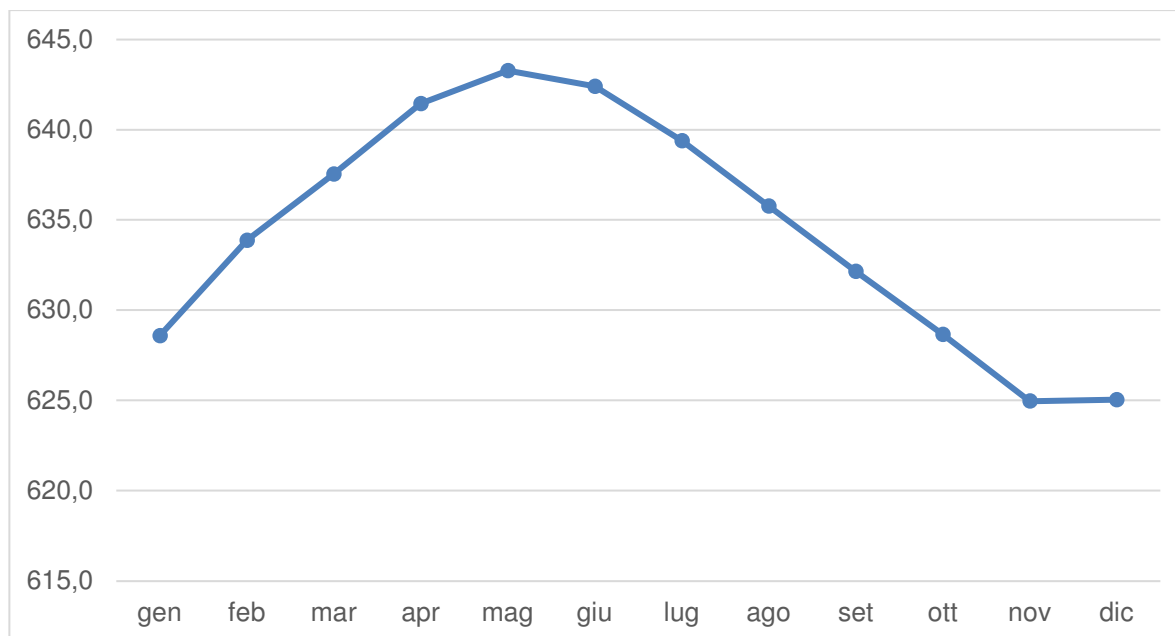
**Tabella 1:** Portate medie in arrivo al bacino di Gùsana (1995-2014)

risulta implicito il funzionamento dell'impianto con regolazione stagionale.

Pur rimanendo al di sotto della portata massima turbinata con l'impianto esistente (per il limite tecnologico delle unità di produzione), ci potranno essere variazioni sui volumi giornalieri dell'invaso, i quali saranno compensati dal pompaggio, implementato di volta in volta secondo le necessità di regolazione della rete.

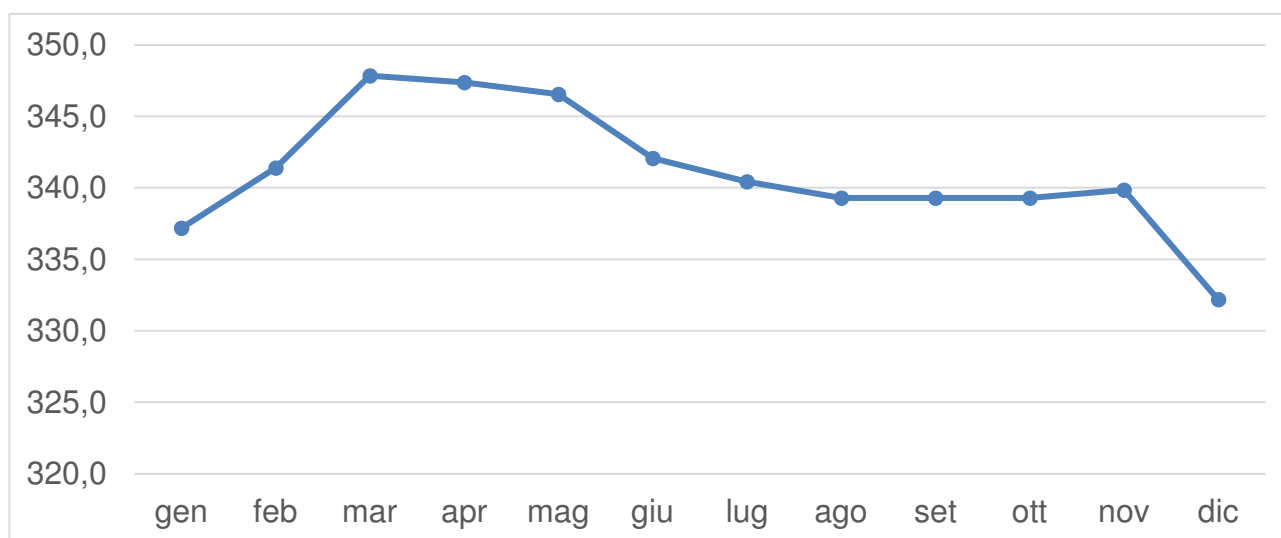
Entrando nel dettaglio delle variazioni dei livelli di invaso si riportano di seguito le variazioni dei livelli di invaso in un anno medio su base mensile.

Considerando i soli apporti naturali la produzione media annua è intorno ai 40 GWh, con variazione dei livelli del bacino di Gùsana secondo indicato in Figura 1.



**Figura 1:** Variazioni del livello del bacino di Gùsana – anno medio – considerando il solo turbinaggio dell’impianto di Cucchinadorza esistente.

Le variazioni dei livelli del lago di Cucchinadorza per l’anno medio sono simulate considerando gli apporti naturali, il turbinaggio della centrale di Cucchinadorza e turbinaggio della centrale di Badu Ozzana esistente.



**Figura 2:** Variazioni del livello del lago di Cucchinadorza – anno medio – considerando il solo turbinaggio degli impianti esistenti di Cucchinadorza e Badu Ozzana.

Nelle seguenti tabelle si riportano in forma progressiva gli input numerici che simulano la produzione dell'impianto.

	Mese	Ore trub giornaliero	Portata totale(*)	DMV	Volume entrante	Volume iniziale nel lago di Gùsana	Quota iniziale Lago di Gùsana	Volume turbinato	Volume finale	Quota finale invaso di monte
	[-]		[l/s]	[l/s]	[1000 m3]	[1000 m3]	[m slm]	[1000 m3]	[1000 m3]	[m slm]
31	gen	2.00	4'900	490	13'124	30'724	628.6	3'348.0	40'500.2	633.9
28	feb	3.50	5'000	500	12'096	40'500	633.9	5'292.0	47'304.2	637.5
31	mar	4.00	5'200	520	13'928	47'304	637.5	6'696.0	54'535.9	641.5
30	apr	4.00	3'800	380	9'850	54'536	641.5	6'480.0	57'905.5	643.3
31	mag	4.00	1'900	190	5'089	57'906	643.3	6'696.0	56'298.5	642.4
30	giu	4.25	500	50	1'296	56'298	642.4	6'885.0	50'709.5	639.4
31	lug	4.00	0	50	0	50'709	639.4	6'696.0	44'013.5	635.8
31	ago	4.00	0	50	0	44'013	635.8	6'696.0	37'317.5	632.2
30	set	4.00	0	50	0	37'317	632.2	6'480.0	30'837.5	628.7
31	ott	4.00	0	50	0	30'837	628.7	6'696.0	24'141.5	625.0
30	nov	1.50	1'000	100	2'592	24'000	625.0	2'430.0	24'162.0	625.0
31	dic	2.00	3'700	370	9'910	24'162	625.0	3'348.0	30'724.1	628.6

**Tabella 2:** Variazioni di volume nel bacino di Gùsana considerando il solo turbinaggio dell'impianto di Cucchinadorza esistente.

	Mese	Volume iniziale nel lago di Cucchinadorza	Quota iniziale invaso di valle	Portate in ingresso	Apporti in Volume	Ore turb giornaliero Bozzana	Volume turbinato	Volume finale	Quota finale invaso di monte
	[-]	[1000 m3]	[m slm]	[l/s]	[1000 m3]		[1000 m3]	[1000 m3]	[m slm]
31	gen	7'038.7	337.2	5'800.0	13'981.2	8.50	14'229.0	10'139.0	341.4
28	feb	10'139.0	341.4	6'700.0	14'587.8	10.00	15'120.0	14'898.7	347.9
31	mar	14'898.7	347.9	6'100.0	14'704.4	13.00	21'762.0	14'537.2	347.4
30	apr	14'537.2	347.4	4'600.0	10'730.9	11.00	17'820.0	13'928.0	346.5
31	mag	13'928.0	346.5	2'800.0	6'749.6	10.00	16'740.0	10'633.6	342.1
30	giu	10'633.6	342.1	700.0	1'633.0	6.00	9'720.0	9'431.6	340.4
31	lug	9'431.6	340.4	0.0	0.0	4.50	7'533.0	8'594.6	339.3
31	ago	8'594.6	339.3	0.0	0.0	4.00	6'696.0	8'594.6	339.3
30	set	8'594.6	339.3	0.0	0.0	4.00	6'480.0	8'594.6	339.3
31	ott	8'594.6	339.3	100.0	241.1	4.00	6'696.0	8'835.6	339.6
30	nov	9'000.0	339.9	1'400.0	3'265.9	7.00	11'340.0	3'355.9	332.2
31	dic	3'355.9	332.2	5'000.0	12'052.8	7.00	11'718.0	7'038.7	337.2

**Tabella 3:** Variazioni di volume nel lago di Cucchinadorza considerando il solo turbinaggio degli impianti di Cucchinadorza e di Badu Ozzana esistenti.



	Mese	Salto netto	$\eta$ turbina	$\eta$ generatore	$\eta$ trasformatore	P	Energia
	[-]	[m]	[%]	[%]	[%]	[MW]	[MWh]
31	gen	276	88%	90%	98%	31.6	1'957
28	feb	277	88%	90%	98%	31.7	3'106
31	mar	275	88%	90%	98%	31.4	3'890
30	apr	279	88%	90%	98%	31.9	3'825
31	mag	282	88%	90%	98%	32.2	3'990
30	giu	285	88%	90%	98%	32.6	4'155
31	lug	284	88%	90%	98%	32.4	4'021
31	ago	281	88%	90%	98%	32.1	3'986
30	set	278	88%	90%	98%	31.7	3'808
31	ott	274	88%	90%	98%	31.3	3'885
30	nov	270	88%	90%	98%	30.8	1'388
31	dic	278	88%	90%	98%	31.7	1'968

**Tabella 4:** Simulazione della produzione mensile dell'impianto di Cucchinadorza considerando il solo turbinaggio dell'impianto esistente.

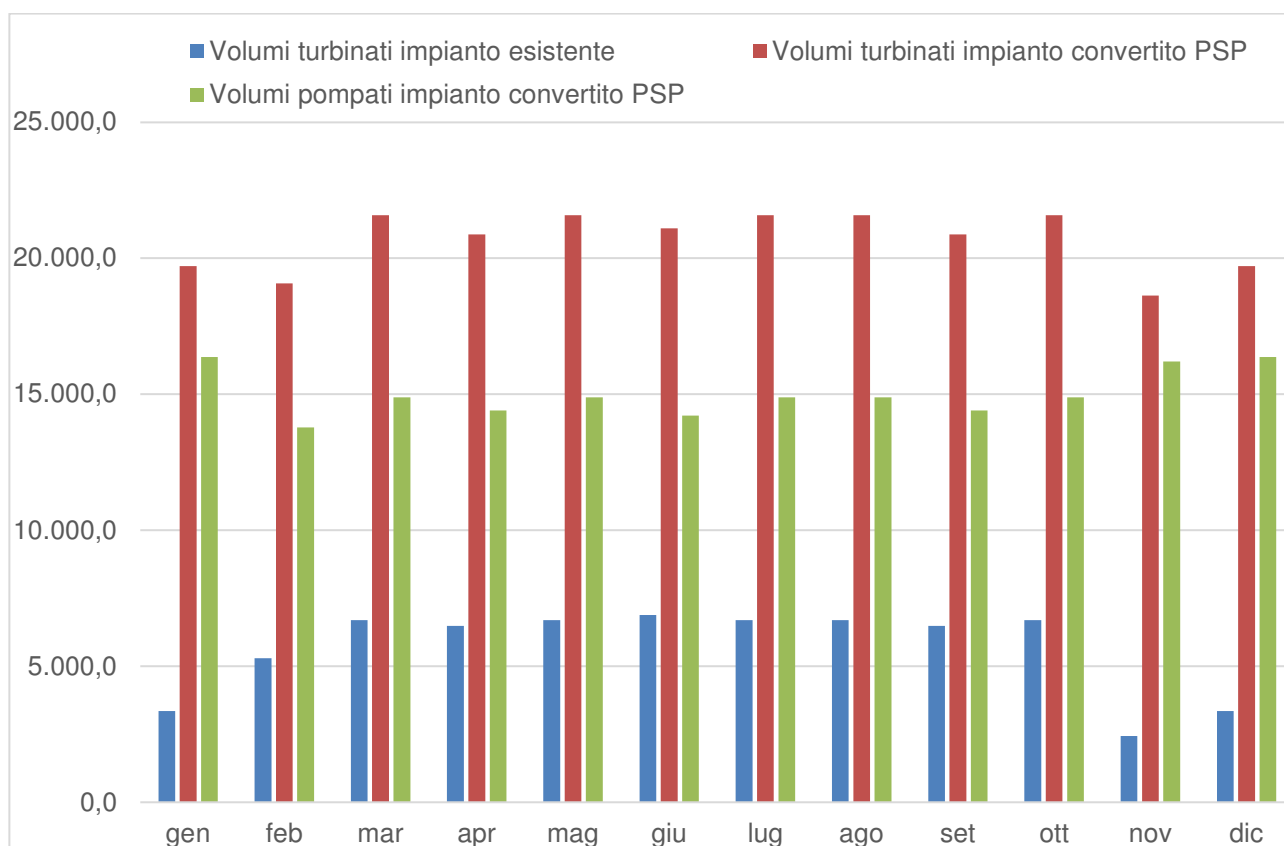
Considerando la produzione media dell'impianto esistente e introducendo l'ipotesi di voler mantenere invariati su base mensile i livelli dei due invasi, è possibile stimare le variazioni di volume che teoricamente potrebbero ottenersi con una gestione dell'impianto che tenda a massimizzare la produzione energetica. Queste ipotesi definisce il limite superiore di funzionamento dell'impianto di pompaggio turbinaggio in termini di variazioni volumetriche. L'impiego dell'impianto per la stabilizzazione della rete ne implicherebbe verosimilmente variazioni inferiori.

In Figura 3 si riporta un istogramma di confronto delle variazioni volumetriche nel caso del solo turbinaggio (impianto esistente) e nel caso del nuovo impianto (pompaggio turbinaggio).

Dette variazioni mensili di volume saranno assorbite su base giornaliera e permettono in media, su un anno idrologico "medio" di mantenere gli stessi livelli nei bacini di Gùsana e Cucchinadorza, presentati nelle Figure 1 e 2.

	Mese	Ore turb giornaliero	Ore pom giornaliero	Volume pompato [1000 m3]	Volume turbinato [1000 m3]
31	gen	11.78	12.22	16'365.0	19'713.0
28	feb	12.61	11.39	13'777.3	19'069.3
31	mar	12.89	11.11	14'878.5	21'574.5
30	apr	12.89	11.11	14'398.6	20'878.6
31	mag	12.89	11.11	14'878.5	21'574.5
30	giu	13.03	10.97	14'217.1	21'102.1
31	lug	12.89	11.11	14'878.5	21'574.5
31	ago	12.89	11.11	14'878.5	21'574.5
30	set	12.89	11.11	14'398.6	20'878.6
31	ott	12.89	11.11	14'878.5	21'574.5
30	nov	11.50	12.50	16'200.0	18'630.0
31	dic	11.78	12.22	16'365.0	19'713.0

**Tabella 5:** Turbinaggio e pompaggio dell'impianto convertito (pompaggio-turbinaggio) in termini di ore giornaliere e variazioni di volumi mensili.



**Figura 3:** Variazioni volumetriche nel bacino di Gùsana su base mensile considerando l'impianto esistente e l'impianto convertito a pompaggio-turbinaggio.

		<b>GRE CODE</b> GRE.EEC.R.29.IT.H.15678.00.160.00
		<b>INTERNAL CODE</b> 2021.0047.005-ID-GEN-RET-061
		<b>PAGE</b> Pag. 13 di/of 34

In conclusione, come peraltro evidenziato in precedenza nel modello di esercizio dell'impianto, non vi saranno variazioni sulle portate medie derivate rispetto a quanto in concessione.

Le variazioni volumetriche nei bacini saranno invece compensate (o compensabili) con una gestione oculata e tesa a compensare dette variazioni di volume.

## 1.2 Portate di concessione

Al fine di argomentare ulteriormente l'invarianza della portata di concessione del progetto di modifica mediante conversione a pompaggio dell'impianto di Cucchinadorza presentato, è opportuno ricordare quanto indicato nel rapporto di riferimento GRE.EEC.R.29.IT.H.15678.00.161.01 Relazione Idraulica nel merito della determinazione del tipo di pompaggio.

Si provvede pertanto ad una trascrizione delle conclusioni della relativa valutazione:

### **Valutazione dell'impianto di Cucchinadorza**

*La proposta progettuale consiste nella sostituzione di due gruppi turbina esistenti con un singolo gruppo reversibile, mediante un rifacimento estensivo dell'impianto.*

*... Omissis ...*

*Di fatto quindi la sostituzione dei due gruppi con un singolo gruppo reversibile di pari potenza e portata fa sì che questo sia anche utilizzato per turbinare gli afflussi naturali disponibili secondo la concessione storica.*

*Il volume degli afflussi naturali, calcolato sui dati storici disponibili, è di 85.03 mil m<sup>3</sup>, mentre il volume pompato verso monte su un ciclo di 8 ore per 365 gg/anno alla massima potenza è di 126.14 mil m<sup>3</sup>. Ne segue che nel migliore e più estremo dei casi l'utilizzo delle portate naturali è del  $(85.03/(85.03+126.14))=40,2\%$  e **l'impianto ricade quindi nella categoria dei pompaggi misti.***

Nella precedente valutazione si provvede alla determinazione di due dati idraulici fondamentali su base annua:

- Il volume degli afflussi naturali, calcolato sui dati storici disponibili, pari a 85.03 mil m<sup>3</sup>, e corrispondente al volume derivato secondo la portata di concessione attualmente consentita all'impianto;
- Il volume pompato verso monte nell'ipotesi di un ciclo di utilizzo di 8 ore per 365 gg/anno alla massima potenza, pari a 126.14 mil m<sup>3</sup>.

Si ricorda che secondo la legislazione vigente il valore della portata di concessione è relativo all'utilizzo di un bene demaniale (l'acqua, art. 822 cod.civ., art 144 del D.Lgs. n. 152/2006): questa è evidentemente disponibile secondo la caratteristica idrologica del bacino idrografico sotteso, in relazione alla posizione della sezione di presa.

		<i>GRE CODE</i> GRE.EEC.R.29.IT.H.15678.00.160.00
		<i>INTERNAL CODE</i> 2021.0047.005-ID-GEN-RET-061
		<i>PAGE</i> Pag. 14 di/of 34

Il successivo utilizzo ciclico e ripetuto del bene concesso (nel limite di portata media di concessione annuale, ovvero di un volume derivabile annuale) nelle attività di pompaggio non richiede la rideterminazione del limite concessorio (portata media di concessione) in quanto evidentemente il successivo utilizzo per pompaggio dopo la derivazione non ne provoca variazione, configurandosi come riuso ottimizzato di un bene demaniale già concesso alla disponibilità del concessionario.

Nel caso particolare il progetto prevede:

- Il mantenimento della stessa portata derivabile (media e massima) dell'assetto tecnico esistente (la macchina idraulica reversibile di prevista installazione ha in generazione le stesse caratteristiche cumulate dei due gruppi esistenti)
- Nessun allacciamento di ulteriori bacini idrografici, e nessun incremento delle derivazioni di afflussi naturali.

Risultando definitivamente irrilevante ai fini concessori.

### 1.3 Conclusioni

In risposta al quesito tecnico n. 1 sollevato, si è provveduto alla predisposizione di un modello di esercizio dell'impianto, secondo i dati storici disponibili sugli afflussi all'invaso di monte.

Dal modello è stato possibile eseguire una simulazione su base annua dell'esercizio dell'impianto, che, nonostante la conversione a pompaggio, mantiene la caratteristica principale di regolazione stagionale, con le seguenti conclusioni:

- il progetto non provoca variazioni alle portate medie derivate su base annua rispetto a quanto in concessione;
- le eventuali variazioni volumetriche nei bacini, dovute alla nuova modalità di esercizio in pompaggio saranno invece compensate (o compensabili) con una gestione oculata dell'impianto, che preveda la compensazione di queste dette variazioni di volume, anche su base giornaliera.

Per quanto riguarda la portata media di concessione, sulla base della valutazione delle caratteristiche tecniche della nuova macchina prevista in sostituzione, è stato possibile osservare che:

- risulta invariante rispetto all'assetto attuale per le caratteristiche tecniche prescritte del nuovo gruppo reversibile;
- risulta immodificata rispetto al valore attuale per nessun nuovo allacciamento di bacino sotteso, e quindi confermata rispetto al precedente valore a causa di nessun incremento della disponibilità dei deflussi naturali utilizzabili sull'impianto.

		<i>GRE CODE</i> GRE.EEC.R.29.IT.H.15678.00.160.00
		<i>INTERNAL CODE</i> 2021.0047.005-ID-GEN-RET-061
		<i>PAGE</i> Pag. 15 di/of 34

## 2.REALIZZAZIONE NUOVO POZZO E CANALE DI SCARICO

Nel seguito di provvede in dettaglio alla descrizione tecnica delle modalità di previsto impiego per la realizzazione del nuovo pozzo e del nuovo canale di scarico: poiché il quesito posto è finalizzato alla valutazione ambientale, si provvede inoltre ad una valutazione dei tempi di costruzione con indicazioni dei prevedibili effetti ambientali delle attività di cantiere.

### 2.1 Metodo costruttivo

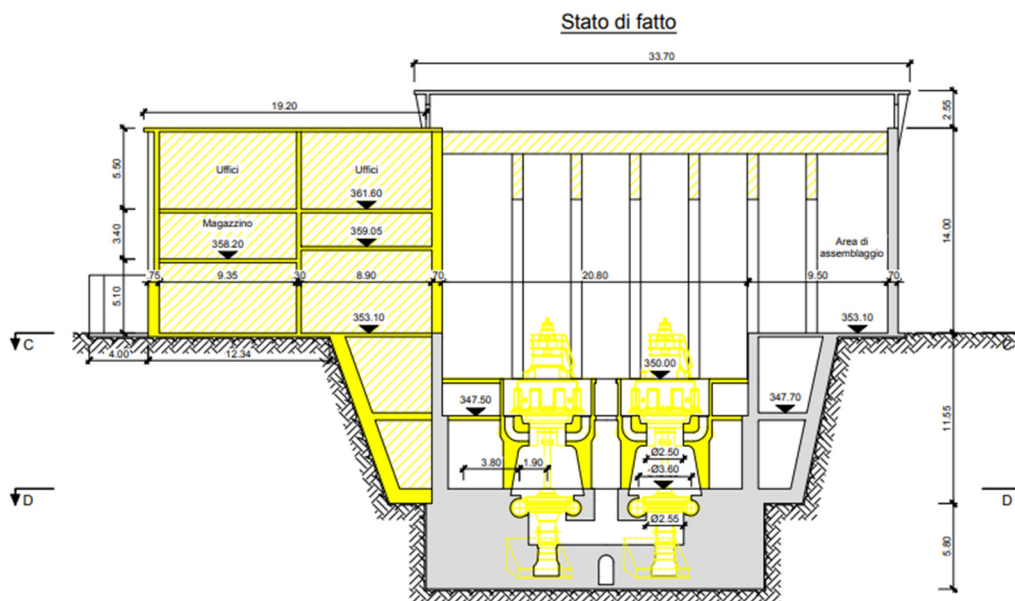
#### 2.1.1 Aspetti generali

Viste la quantità di calcestruzzo coinvolte nell'intervento (circa 11'000 m<sup>3</sup>) non si prevede l'installazione di un impianto di betonaggio all'interno dell'area di cantiere.

L'impianto potrà essere installato nelle immediate vicinanze o potrà essere usato un impianto esistente nel paese di Ottana (previa verifica della sua disponibilità e funzionalità): delle due proposte si osserva che l'approvvigionamento di calcestruzzo dall'esterno riduce sia l'impatto acustico sia le vibrazioni all'interno dell'area.

Il metodo esecutivo descritto di seguito si applica allo scavo dei pozzi, cunicoli e gallerie, così come alla demolizione di parte dell'edificio esistente. Questa proposta di metodo costruttivo non è un requisito o un obbligo da soddisfare come una specifica tecnica, ma è una proposta che mostra la fattibilità costruttiva e permette una ragionevole valutazione economica del costo delle opere.

- [1] Come primo passo, si propone di trasferire tutte le apparecchiature elettromeccaniche e i servizi di supporto situati nell'area da demolire.
- [1] Successivamente inizia il lavoro di demolizione, partendo dalla rimozione degli infissi e delle finestre, continuando con la demolizione delle pareti in muratura o altro materiale non strutturale, fino a quando la struttura non sarà esposta completamente in superficie, vedi **Figura 4**.



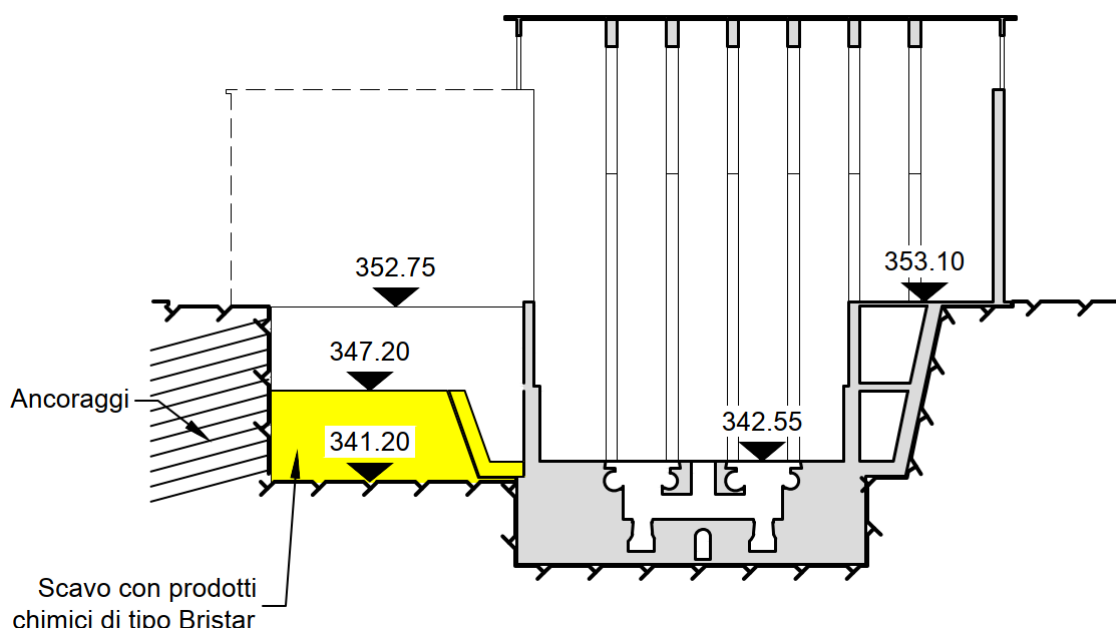
**Figura 4:** Settore da demolire

- [2] Si inizia quindi la demolizione parziale della struttura in calcestruzzo armato, tenendo conto che la parte non da demolire deve rimanere in uso, pertanto andrà prontamente messa in sicurezza, rigorosamente puntellata e continuamente monitorata. In seguito, la struttura da demolire dovrà essere strutturalmente separata da quella da lasciare in esercizio. Per evitare danni alla struttura da conservare, si suggerisce l'uso della tecnica dell'idrodemolizione per le parti in calcestruzzo e l'uso di disco diamantato per il taglio delle armature. Con la struttura già separata e puntellata, tagliare e rimuovere dall'alto verso il basso, oppure, con il processo di idrodemolizione con successivo taglio e rimozione dell'armatura.
- [3] Con il fabbricato parzialmente demolito, fino alla base del piano di campagna, dopo opportuna pulizia, potranno iniziare i lavori di scavo del pozzo, come descritto di seguito. Una volta completati i lavori di scavo del pozzo e completata la struttura all'interno del pozzo, l'edificio esistente andrà collegato al nuovo ed opportunamente ancorato e rinforzato.

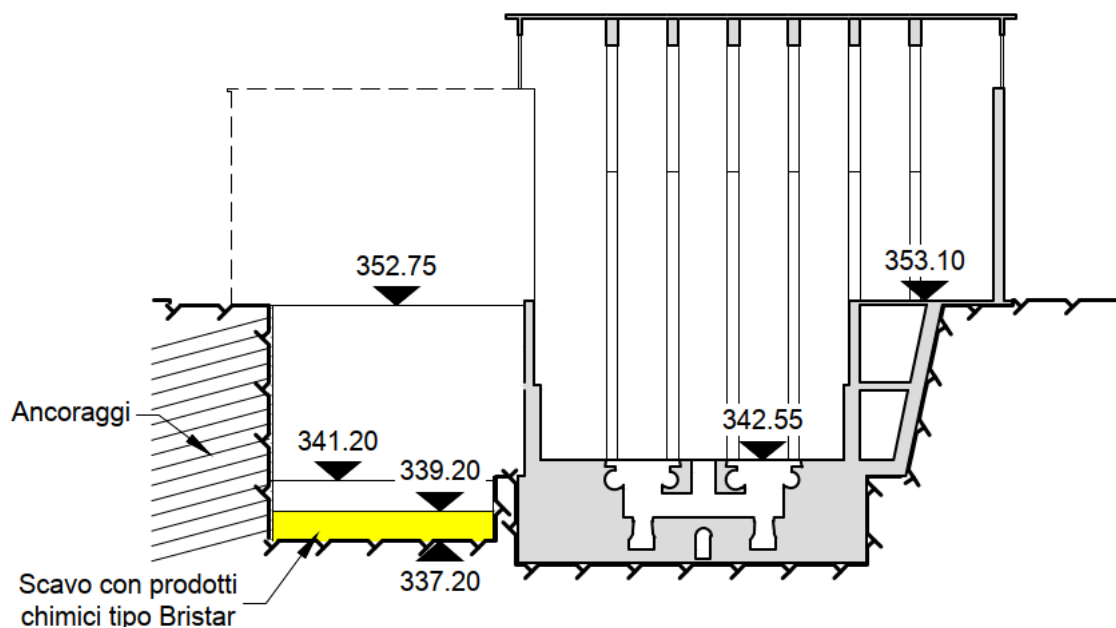
### 2.1.2 Scavi e sostegni in centrale

- [4] Una volta che la demolizione della struttura esistente è stata completata ed il sito è stato preparato, inizieranno i lavori di scavo del pozzo per il nuovo gruppo pompa-turbina. Si stima che i primi metri saranno in materiale sciolto (da confermare con opportune indagini nelle fasi successive di progetto). Supponendo che la roccia sia ad una profondità di circa 5 metri ci si troverebbe ancora a livello della struttura dell'edificio esistente e dei mezzanini, ovvero in una porzione di fabbricato che andrà conservata. Si propone pertanto un metodo di scavo poco invasivo, utilizzando prodotti chimici espansivi (vedi **Figura**

6) posizionati dall'alto con un trackdrill, in modo da non generare vibrazioni e possibili fessurazioni derivanti da onde esplosive o martellamento. Una volta che la roccia viene fratturata con l'espansione, un mezzo per il carico dello smarino viene calato nel pozzo ed il materiale viene trasportato con benne movimentate da un organo installato in superficie.



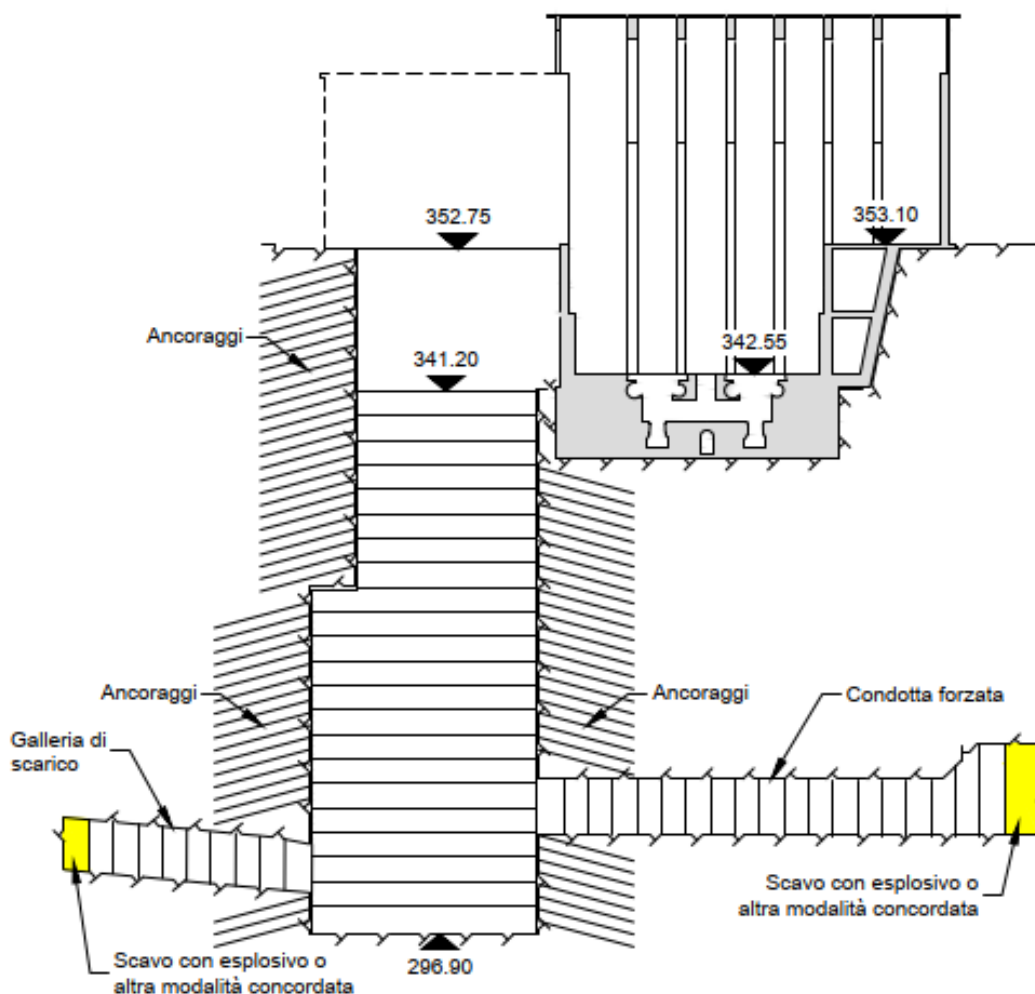
**Figura 5:** Scavo con divieto all'uso di esplosivo



**Figura 6:** Scavo con divieto all'uso di esplosivo

- [5] Una volta che il materiale è stato rimosso, si collocano ancoraggi o bulloni e si rinforza il calcestruzzo sulle pareti laterali. La densità degli ancoraggi e lo spessore del calcestruzzo spruzzato saranno determinati con i sondaggi sul campo che saranno effettuati nelle fasi successive del progetto.
- [6] Lo scavo continuerà con questa metodologia fino alla quota 333 m s.l.m. Superata tale quota, lo scavo potrà proseguire sostituendo l'espansore chimico con materiale esplosivo o un altro mezzo di scavo. Nel caso in cui venissero ancora generate vibrazioni significative, lo scavo con l'espansore chimico può essere approfondito finché le vibrazioni non sono più dannose per l'edificio esistente.
- [7] Una volta raggiunta la quota 305 m s.l.m, inizia lo scavo della galleria di scarico fino a raggiungere il pozzo di oscillazione di valle mediante scavo convenzionale, vedi **Figura 7**.

Per lo scavo del pozzo di oscillazione di valle sarà inizialmente realizzata la perforazione fino ad intercettare l'allineamento della galleria di scarico e successivamente scavato con raise borer dal basso verso l'alto col diametro finale di 3 m.



**Figura 7:** Scavo galleria di scarico



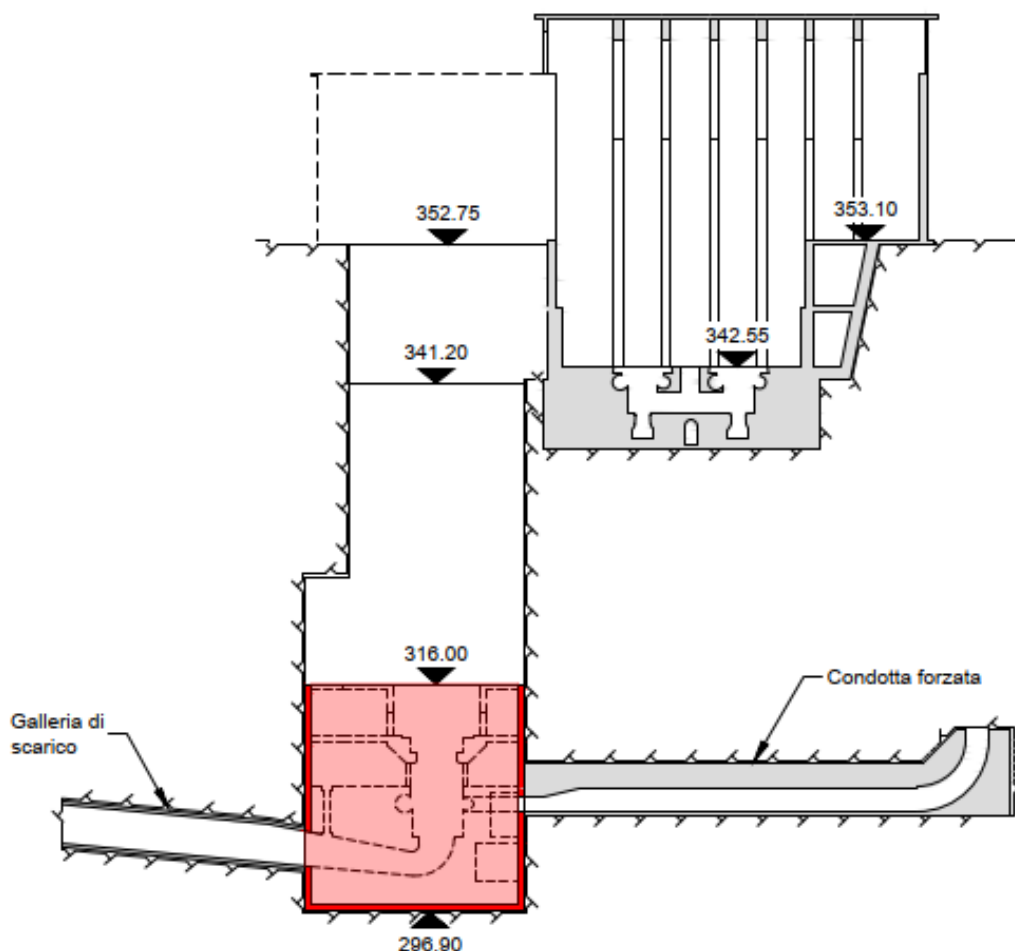
		<i>GRE CODE</i> GRE.EEC.R.29.IT.H.15678.00.160.00
		<i>INTERNAL CODE</i> 2021.0047.005-ID-GEN-RET-061
		<i>PAGE</i> Pag. 19 di/of 34

[8] Una volta completata la galleria di scarico fino al pozzo piezometrico, si potrà procedere allo scavo del tratto orizzontale inferiore della condotta forzata impiegando gli stessi macchinari, nel tratto in cui la galleria orizzontale si unisce alla centrale ed al pozzo.

Una volta terminato lo scavo e completati i sostegni primari e le perforazioni di drenaggio, si farà il foro verticale dalla parte superiore della condotta forzata (in corrispondenza del blocco V2) fino alla camera di allargamento prevista alla base del pozzo per l'installazione della testa fresante de raise borer, che sarà introdotto dal pozzo della centrale.

[9] Una volta che gli scavi del pozzo della centrale, della condotta forzata e del pozzo piezometrico sono stati completati, potrà essere gettato in opera il rivestimento in calcestruzzo. Nel caso del pozzo, l'anello di calcestruzzo del rivestimento sarà realizzato per conci successivi procedendo dal basso verso l'alto, puntellando e cementando i solai del mezzanino e le sue travi di sostegno. Infine, i diversi componenti che saranno assorbiti nel calcestruzzo verranno calati all'interno del pozzo per essere posizionati e bloccati con i getti di riempimento del diffusore e della camera a spirale.

[10] Nel caso della condotta forzata, le virole saranno prima posizionate e saldate per essere successivamente bloccate con inghisaggio in roccia.





**Figura 8:** Calcestruzzo armato in pozzo

### 2.1.3 Opere di scarico

La costruzione della galleria di scarico è prevista su due fronti. Da un lato, per mezzo di un jumbo e di un'attrezzatura per lo smarino, si procederà dal pozzo piezometrico verso l'opera di scarico e di presa stessa.

Per la costruzione dell'opera di presa e di scarico, si propone l'esecuzione di cassoni cellulari che generano un involucro stagno, da cui la struttura corrispondente può essere costruita a secco in modo che alla transizione, l'inizio della galleria possa essere realizzata come uno scavo a cielo aperto, fino al contatto con la roccia. La progettazione dei cofferdams e la lunghezza da costruire a secco ed a cielo aperto dipenderanno dai profili stratigrafici del suolo e della roccia, così come dalle loro proprietà meccaniche e di permeabilità.

		<i>GRE CODE</i> GRE.EEC.R.29.IT.H.15678.00.160.00
		<i>INTERNAL CODE</i> 2021.0047.005-ID-GEN-RET-061
		<i>PAGE</i> Pag. 21 di/of 34

## 2.2 Cantierizzazione

Le aree destinate alla cantierizzazione sono state definite in modo da non invadere l'attuale sottostazione, le aree di Terna ed i rispettivi accessi, vedi **Figura 9**:



**Figura 9:** Pianta di Cantierizzazione

Per la cantierizzazione sono stati ubicati, in via preliminare: gli uffici, l'infermeria, i servizi igienici, gli spogliatoi e le officine. Allo stesso modo, sono state identificati gli spazi per la raccolta del materiale da costruzione, la circolazione all'interno delle aree di cantiere e le aree di parcheggio dei mezzi da cantiere.

## 2.3 Tempi di realizzazione

I tempi di realizzazione dello scavo del pozzo e della galleria di scarico sono stimati in circa 12 mesi a partire dalla terminazione della demolizione dell'edificio esterno.

		<i>GRE CODE</i> GRE.EEC.R.29.IT.H.15678.00.160.00
		<i>INTERNAL CODE</i> 2021.0047.005-ID-GEN-RET-061
		<i>PAGE</i> Pag. 22 di/of 34

## 2.4 Effetti ambientali dello scavo del pozzo e della galleria di scarico.

Così come evidenziato nel documento GRE.EEC.R.99.IT.H.15678.00.020.00 – Studio preliminare ambientale gli effetti sull'ambiente attesi dalla realizzazione del pozzo e della galleria di scarico sono da considerarsi **da limitati a molto limitati**.

Nel dettaglio:

### Atmosfera e qualità dell'aria

L'utilizzo di mezzi di trasporto e di macchinari funzionali alla realizzazione degli interventi in progetto determina emissioni gassose in atmosfera di entità trascurabile e non rilevante per lo stato della qualità dell'aria.

Gli impatti sulla componente atmosfera e qualità dell'aria durante la realizzazione degli interventi per la trasformazione della Centrale di Cucchinadorza da centrale di generazione a centrale di generazione e pompaggio sono sostanzialmente riconducibili alle attività che comportano l'emissione di polveri.

Durante le attività necessarie per la realizzazione delle opere, le operazioni che potenzialmente possono dar luogo a emissioni di polveri sono:

- operazioni di carico del materiale scavato tramite argano;
- operazioni di scarico sui dumpers del materiale scavato;
- transito dei mezzi su strade non asfaltate in entrata/uscita nell'area di deposito;
- operazioni di scarico del materiale scavato nell'area di deposito;
- formazione e deposito cumuli;
- erosione del vento dai cumuli.

Dall'applicazione della metodologia di cui alle "Linee Guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o deposito di materiali polverulenti" condotta nel presente documento risulta che le attività di cantiere per la trasformazione delle centrale idroelettrica di Cucchinadorza da centrale di generazione a centrale di generazione e pompaggio, possono essere ragionevolmente considerate compatibili con l'ambiente.

Infatti, sulla base della tipologia ed organizzazione delle attività previste, le emissioni diffuse di polveri (PM10) indotte dalle attività di cantiere non generano interferenze significative sul ricettore considerato e, come indicato dalle stesse Linee Guida sopra citate, "non sussistono presumibilmente rischi di superamento o raggiungimento dei valori limite di qualità dell'aria per il PM10".

### Ambiente idrico

Per quanto riguarda i consumi di risorse idriche, l'impatto nella fase di cantiere è da considerarsi non significativo in quanto limitato agli utilizzi generici di cantiere (utilizzi esigui e limitati all'eventuale bagnatura delle superfici, miscelazione spritz-beton, ecc.) e agli usi igienico sanitari.

		<i>GRE CODE</i> GRE.EEC.R.29.IT.H.15678.00.160.00
		<i>INTERNAL CODE</i> 2021.0047.005-ID-GEN-RET-061
		<i>PAGE</i> Pag. 23 di/of 34

I quantitativi di acqua necessari per le lavorazioni saranno prelevati direttamente dalla condotta forzata.

Come evidenziato in precedenza, per la realizzazione delle opere sarà impiegato calcestruzzo che sarà comprato direttamente da impianti esistenti presenti nella zona di Montereale Valcellina, senza allestire nel cantiere uno specifico impianto per la sua produzione.

Durante la fase di cantiere per la realizzazione delle opere in progetto le acque meteoriche e quelle eventuali di venuta (ovvero le acque penetranti nello scavo a seguito della diffusione capillare della falda presente a livelli piezometrici superiori al piano di scavo) saranno aggottate, per cui è prevista l'installazione di un impianto di pompaggio apposito che dovrà garantirne il continuo allontanamento verso la rete acque meteoriche della Centrale e scaricate nell'invaso.

Le acque meteoriche e di filtrazione che si dovessero presentare in fase di realizzazione delle opere interrato saranno intercettate e addotte alla rete di Centrale che scarica nell'invaso.

Sarà onere dell'Appaltatore installare gli eventuali presidi di trattamento delle acque raccolte che dovessero risultare necessari (es. vasche di decantazione per eliminare i materiali solidi presenti nelle acque dovuti alla movimentazione dei materiali di scavo o impianto di trattamento chimico-fisico).

Le eventuali sostanze/prodotti potenzialmente inquinanti (carburanti, lubrificanti, oli per sistemi idraulici, additivi, ecc.) saranno gestiti in spazi confinati del cantiere, adottando i presidi di sicurezza necessari per evitare possibili contaminazioni/sversamenti.

Stante quanto sopra detto si rileva pertanto l'assenza di impatti significativi e negativi nei confronti dell'ambiente idrico sia superficiale che sotterraneo legati alla fase di cantiere.

#### Suolo e Sottosuolo

Il progetto del nuovo scarico della conversione della Centrale idroelettrica di Cucchinadorza da generazione a generazione e pompaggio comporta, durante la sua realizzazione, limitate interferenze rispetto alla componente suolo e sottosuolo.

Per la realizzazione degli interventi non sarà necessario realizzare nuove piste di accesso per il trasporto di mezzi e materiali necessari alle operazioni di costruzione in particolare nelle aree esterne al perimetro della centrale, in quanto sono già presenti le piste realizzate in fase di costruzione delle opere e comunemente utilizzate per la manutenzione degli impianti.

L'area di cantiere principale sarà realizzata all'interno della centrale stessa, su aree pavimentate; per gli interventi in aree esterne ad essa si utilizzeranno i piazzali e le aree già presenti in prossimità delle strutture.

Si tratta evidentemente di aree soggette ad occupazione di suolo temporanea e di estensione limitata: una volta completate le lavorazioni, le aree di cantiere saranno ripristinate allo stato ante operam.

		<i>GRE CODE</i> GRE.EEC.R.29.IT.H.15678.00.160.00
		<i>INTERNAL CODE</i> 2021.0047.005-ID-GEN-RET-061
		<i>PAGE</i> Pag. 24 di/of 34

Non è prevista l'occupazione permanente di nuove aree in superficie esterne al perimetro della centrale e non saranno ampliati i volumi costruiti: in particolare il volume della Centrale che sarà demolito in fase di avvio dei lavori per lo scavo del pozzo che ospiterà la nuova turbina reversibile sarà ricostruito a fine lavori nelle medesime consistenze della centrale esistente.

Gli sversamenti accidentali di fluidi da parte dei mezzi d'opera impiegati saranno innanzitutto prevenuti mediante accurata e regolare manutenzione dei mezzi stessi. Eventuali sostanze potenzialmente inquinanti (carburanti, lubrificanti, oli per sistemi idraulici, additivi, ecc.) saranno conservate su vasche di contenimento su superfici pavimentate per prevenire la dispersione di eventuali perdite.

Il cantiere sarà comunque dotato di presidi per il controllo delle perdite stesse e la prevenzione dell'inquinamento, consistenti in materiale assorbente, materiale per la pulizia, teli e sacchi per il confinamento dei rifiuti così prodotti da inviare a smaltimento nei modi previsti dalla normativa vigente.

#### Salute Pubblica

Durante la fase di realizzazione del progetto i potenziali impatti sulla componente salute pubblica sono da ricondursi a:

- emissioni sonore, generate dalle macchine operatrici utilizzate e dai mezzi di trasporto coinvolti.
- emissioni di polveri, derivanti principalmente dalle attività di scavo e movimentazione materiali.

#### Rumore e Vibrazioni

Si precisa che le attività di scavo in sotterraneo delle opere in progetto avverranno in gran parte mediante l'utilizzo di prodotti chimici espandenti: il ricorso all'esplosivo, potrà avvenire esclusivamente negli scavi più profondi, che presentano copertura superiore ai 40 m, che permette di escludere la trasmissione di vibrazioni significative in superficie. Inoltre, tutte le aree soprastanti alle aree di scavo appartengono al sito della Centrale e non sono presenti ulteriori ricettori potenzialmente sensibili, dunque si può affermare che l'impatto vibrazionale in fase di realizzazione delle opere in sotterraneo sia da ritenersi trascurabile.

#### Radiazioni ionizzanti e non ionizzanti

Durante la fase di cantiere non sono previsti impatti sulla componente.

#### Traffico e viabilità

Durante l'esecuzione dei lavori all'interno dell'area di intervento in corrispondenza del nuovo pozzo che ospiterà la nuova turbina reversibile di imbocco saranno presenti varie tipologie di mezzi da cantiere, quali autobetoniere, dumpers, escavatori, pale, perforatrici, rulli, ecc.

L'accesso alle aree di lavoro all'interno della centrale sarà garantito dalla viabilità esistente (SP4).

		<i>GRE CODE</i> GRE.EEC.R.29.IT.H.15678.00.160.00
		<i>INTERNAL CODE</i> 2021.0047.005-ID-GEN-RET-061
		<i>PAGE</i> Pag. 25 di/of 34

Per questioni di sicurezza legate alla morfologia dei luoghi l'esecuzione di tutti i lavori, inclusi gli scavi e la realizzazione della nuova galleria di prelievo/restituzione e del raccordo della nuova turbina alla condotta forzata, avverrà comunque da monte, sfruttando la viabilità carrabile esistente.

Il maggior flusso di traffico di mezzi pesanti indotti dal cantiere sarà quello associato alla fase di scavo (della durata complessiva di circa un anno), pari in media nel periodo a 4 autocarri/giorno, a cui si potranno sovrapporre, nel corso della realizzazione dei getti di calcestruzzo (della durata complessiva di circa 10 mesi), il traffico delle autobetoniere, stimate in media nel numero di 3 mezzi/giorno. Il numero totale dei mezzi, anche nel caso di sovrapposizione dei due flussi, pari a 7 mezzi/giorno, date le caratteristiche della viabilità coinvolta, non pare tale da determinare impatti significativi sulla componente.

In sintesi, considerando che:

- il traffico indotto dalle attività in progetto risulta in media pari a 7 mezzi pesanti/giorno, valore da considerarsi tale da non incidere sul traffico della viabilità locale coinvolta, caratterizzata da buoni livelli di servizio e flussi generalmente esigui;
- la temporaneità delle attività,

si ritiene che l'impatto del progetto sulla componente traffico in fase di cantiere sia non significativo.

In conclusione, si ritiene che gli impatti delle lavorazioni per la realizzazione delle nuove strutture in progetto non siano impattanti, né per durata lavori né in termini di impatto sulle attività sociali dei centri abitati limitrofi.

## 2.5 Conclusioni

Nel presente paragrafo, al fine della risposta al quesito tecnico n. 2, si provvede ad un estensivo e dettagliato esame delle modalità tecniche e di cantiere di prevista adozione per lo scavo delle opere del nuovo assetto di centrale (pozzo e galleria di scarico): l'esame viene condotto sulla base della pianificazione delle fasi di scavo e costruzione e del relativo cronogramma, al fine della migliore valutazione dell'effetto ambientale di queste attività di cantiere, in prima analisi già stimato ridotto con le seguenti giustificazioni:

- eseguito all'interno di un'area già destinata all'uso industriale idroelettrico, con presenza di due centrali (la Centrale di Cucchinadorza già esistente e la centrale di Taloro I, in sotterraneo) e di una cabina elettrica AT;
- la limitata durata delle attività.

		<b>GRE CODE</b> GRE.EEC.R.29.IT.H.15678.00.160.00
		<b>INTERNAL CODE</b> 2021.0047.005-ID-GEN-RET-061
		<b>PAGE</b> Pag. 26 di/of 34

### 3. RIUTILIZZO TERRE E ROCCE DA SCAVO

#### 3.1 Destinazioni dei materiali di scavo

Per quanto riguarda il materiale ricavato dagli scavi previsti a progetto, si può ricordare la stima dei volumi di scavo e le destinazioni previste nella Relazione sulla Gestione delle Terre e Rocce da Scavo, GRE.EEC.R.29.IT.H.15678.00.147.01, allegata all'istanza di verifica assoggettabilità a VIA, a cui si rimanda per un maggiore dettaglio sugli impieghi.

OPERA IN PROGETTO	VOLUMI SCAVO PREVISTI (m <sup>3</sup> )	REINTERRI PREVISTI (m <sup>3</sup> )	ESUBERI PREVISTI (m <sup>3</sup> )
Condotta forzata	1 457		
Pozzo macchine	12 948		
Pozzo piezometrico	2 550		
Galleria di scarico	5 102		
Ritombamento galleria esistente		1 260	
Sistemazione delle strade		1 325	
Ripascimento dell'arenile		4 842	
<b>TOTALE:</b>	<b>22 057</b>	<b>7 427</b>	<b>14 630</b>

**Tabella 7:** Bilanci materia delle singole opere in progetto e bilancio complessivo dell'intervento

Solo di una parte limitata di circa 4'842 m<sup>3</sup> ne è previsto il riutilizzo per un ripascimento delle sponde dell'invaso di Cucchinadorza in un'area spondale individuata a monte dello scarico della centrale esistente, in parte sulla sponda ed in parte al di sotto del livello d'invaso.

#### 3.2 Conclusioni

Per la risposta al quesito tecnico n. 3, è necessario il riesame della relazione sulla Gestione delle Terre e Rocce da scavo: dall'esame dei volumi di scavo previsti è possibile valutare come il volume complessivo dei materiali sia abbastanza limitato per la ridotta dimensione volumetrica delle opere sotterranee, circa 22'057 m<sup>3</sup>.



		<i>GRE CODE</i> GRE.EEC.R.29.IT.H.15678.00.160.00
		<i>INTERNAL CODE</i> 2021.0047.005-ID-GEN-RET-061
		<i>PAGE</i> Pag. 27 di/of 34

Questo materiale ha due destinazioni d'uso prevalenti:

- una parte è destinata al riutilizzo in posto, ovvero alla chiusura della galleria di scarico esistente, alla sistemazione delle strade bianche interessate dal cantiere e presenti nell'area, al ripascimento dell'arenile (7'427 m<sup>3</sup>);
- altra parte in esubero rispetto agli usi indicati è invece destinata all'allontanamento a discarica, secondo l'effettiva qualità (14'630 m<sup>3</sup>).

		<i>GRE CODE</i> GRE.EEC.R.29.IT.H.15678.00.160.00
		<i>INTERNAL CODE</i> 2021.0047.005-ID-GEN-RET-061
		<i>PAGE</i> Pag. 28 di/of 34

## 4. RIPASCIMENTO SPONDE

Il tipo di collocazione proposta per una parte del materiale di risulta dei volumi di scavo ha suscitato due quesiti:

- Stabilità delle sponde (nel punto specifico del ripascimento, nella nuova configurazione con riferimento specifico alla stabilità del deposito, e quindi in generale delle sponde dell'invaso sotto il possibile effetto della modifica dei cicli di invaso e svasso dovuti alla presenza del nuovo impianto)
- Riduzione dei volumi disponibili dell'invaso per effetti dello smarino utilizzato per il ripascimento.

Nel seguito si provvede ad esaminare entrambi i punti di attenzione sollevati, anche con argomentazioni analitiche.

### 4.1 Stabilità dei versanti

L'impianto non viene modificato in termini di portata per il turbinaggio per cui non vi sono modifiche nelle oscillazioni di invaso (monte, invaso di Gùsana, e valle, invaso di Cucchinadorza) con questa modalità di esercizio.

Il pompaggio (flussi di portata da Cucchinadorza a Gùsana) prevede una portata di 12 m<sup>3</sup>/s, che produce variazioni molto limitate (da decine di centimetri a pochi metri) durante un ciclo di 8h.

Queste variazioni sono decisamente inferiori a quelle già prodotte sui due invasi dall'esercizio dell'impianto di pompaggio-turbinaggio del Taloro già esistente, di potenza ben superiore sia in turbinaggio che pompaggio rispetto all'impianto a progetto.


Dal sopralluogo svolto in sito si sono potute osservare le sponde di entrambi i bacini che risultano con evidenza mature ed in genere stabili: entrambi i bacini sono stati inoltre valutati dal punto di vista della stabilità delle sponde in occasione degli adempimenti prescritti ai fini della sicurezza sismica delle due dighe di Gùsana e di Cucchinadorza, senza evidenza di aree di instabilità.

L'intervento di ripascimento di una porzione di arenile del lago di Cucchinadorza ubicato in corrispondenza delle aree di cantiere (**Figura 10**) richiederà una particolare attenzione della gestione delle terre e rocce da scavo.

Il materiale dovrà infatti essere sottoposto ad operazioni di riduzione granulometrica e quindi vagliatura, come previsto dalla normale pratica industriale, definita dall'allegato 3 del DPR 120/17, previa predisposizione di un impianto mobile apposito.



**Figura 10:** Sistemazione dello smarino lungo l'arenile di una porzione di arenile del lago di Cucchinadorza

 Green Power HGT Design & Execution		GRE CODE GRE.EEC.R.29.IT.H.15678.00.160.00
		INTERNAL CODE 2021.0047.005-ID-GEN-RET-061
		PAGE Pag. 30 di/of 34

Nella porzione esposta alle oscillazioni dell'invaso (peraltro solo nella parte più elevata e prossima al massimo invaso) sarà depositato il materiale a pezzatura più grossolana mentre il materiale più fine rimarrà nella porzione asciutta.

Le velocità di variazione del livello di invaso avranno l'effetto di un primo lavaggio del fango presente nel materiale di pezzatura più grossolana senza comprometterne la stabilità. Trattandosi di materiale ad elevata pezzatura, con le basse velocità di escursione del bacino, si esclude il rischio di trascinamento del materiale nell'invaso di Cucchinadorza.

L'esercizio dell'impianto modificato non desta pertanto preoccupazioni in merito alla stabilità delle sponde, includendo l'intervento di ripascimento.

#### 4.2 Calcolo di stabilità del ripascimento

Ad integrazione delle considerazioni qualitative di cui sopra, si aggiunge nel seguito il calcolo di stabilità su una sezione significativa della sponda interessata dal ripascimento, nelle condizioni più sfavorevoli di massimo invaso (quota di massimo invaso 349.00 m s.l.m.).

Per quanto riguarda i dati dimensionali del ripascimento, questi sono ottenibili dalle tavole di progetto: volume complessivo (pari al volume in mucchio del materiale escavato) m<sup>3</sup> 4'800, lunghezza dell'area di ripascimento circa 680 m con estensione massima in direzione ortogonale alla sponda m 60, ed altezza secondo le opportunità di distribuzione offerte dall'orografia locale da 0.25 fino ad 2-2.50 m.



**Figura 11:** Sezione adottata per il calcolo di stabilità e sua posizione lungo l'arenile del lago di Cucchinadorza.

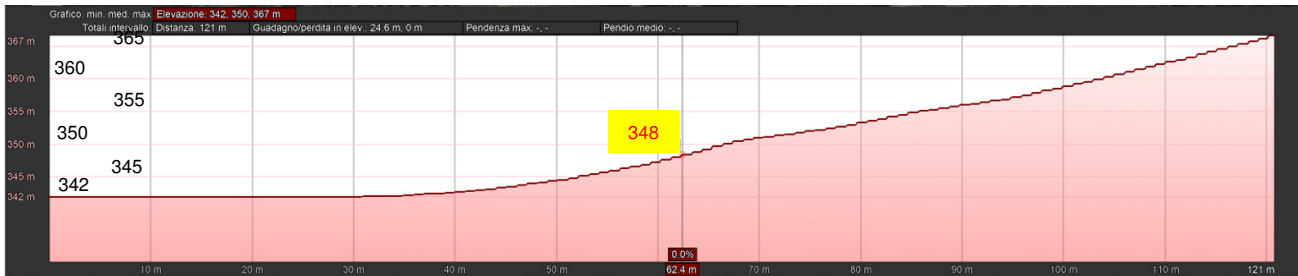
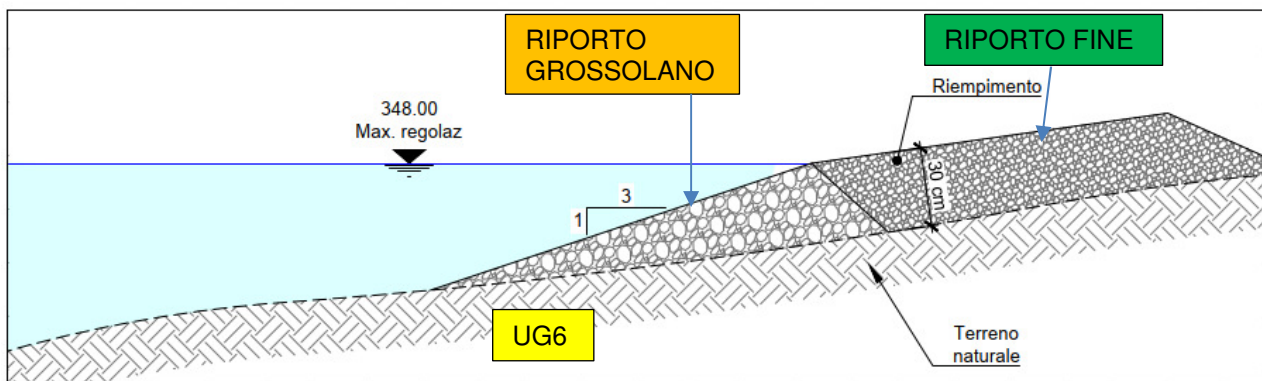


Figura 12: Profilo topografico esteso del terreno naturale lungo la sezione adottata per il calcolo di stabilità.






Material Name	Color	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Sat. Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)
UG6		22	24	Mohr-Coulomb	0	30
RIPORTO FINE		20	22	Mohr-Coulomb	0	30
RIPORTO GROSSOLANO		21	23	Mohr-Coulomb	0	40

Figura 13: Sezione di progetto del ripascimento e parametri di calcolo per i materiali di risulta degli scavi di previsto impiego per il ripascimento, dopo trattamento in frantoio e vagliatura.

Il calcolo di stabilità è stato eseguito considerando i seguenti dati di ingresso ed ipotesi di calcolo:

- Il basamento è considerato di classe UG6 (qualitativamente peggiore rispetto alla relazione geologica);
- Invaso al livello massimo di invaso;
- angolo di attrito caratteristico del ripascimento di 30° per il materiale fine e di 40° per la parte più grossolana;
- DTM del pendio ottenuto da Google Earth;
- Approccio di calcolo secondo eurocodice 7 sia in condizioni statiche che sismiche.

		<i>GRE CODE</i> GRE.EEC.R.29.IT.H.15678.00.160.00
		<i>INTERNAL CODE</i> 2021.0047.005-ID-GEN-RET-061
		<i>PAGE</i> Pag. 32 di/of 34

Il calcolo è stato inoltre sviluppato in accordo alle previsioni delle NTC 2018: il coefficiente sismico orizzontale è stato calcolato in accordo con le NTC2018, mentre il coefficiente sismico verticale non è stato considerato (non rilevante ai fini della stabilità del ripascimento):

$$k_h = \beta_s \cdot \frac{a_{\max}}{g} \quad [7.11.3]$$

dove

$\beta_s$  = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;

$a_{\max}$  = accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

$g$  = accelerazione di gravità.

In assenza di analisi specifiche della risposta sismica locale, l'accelerazione massima attesa al sito può essere valutata con la relazione

$$a_{\max} = S \cdot a_g = (S_S \cdot S_T) \cdot a_g \quad [7.11.5]$$

dove

$S$  = coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica ( $S_S$ ) e dell'amplificazione topografica ( $S_T$ ), di cui al § 3.2.3.2;

$a_g$  = accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

In particolare, nel seguito i valori adottati per i parametri di calcolo:

- $B_S = 0.20$  (Tab 7.11.I, NTC2018);
- $a_g = 0.05$  (Zona 4);
- $S_S = 1.80$  (Tab. 3.2.IV, NTC2018);
- $S_T = 1.0$  (Tab. 3.2.V, NTC2018);
- $k_h = 0.002$

I fattori parziali adottati sono secondo Eurocodice 7 – Design Approach 1, Combination 2, riepilogati in **Figura 14**.

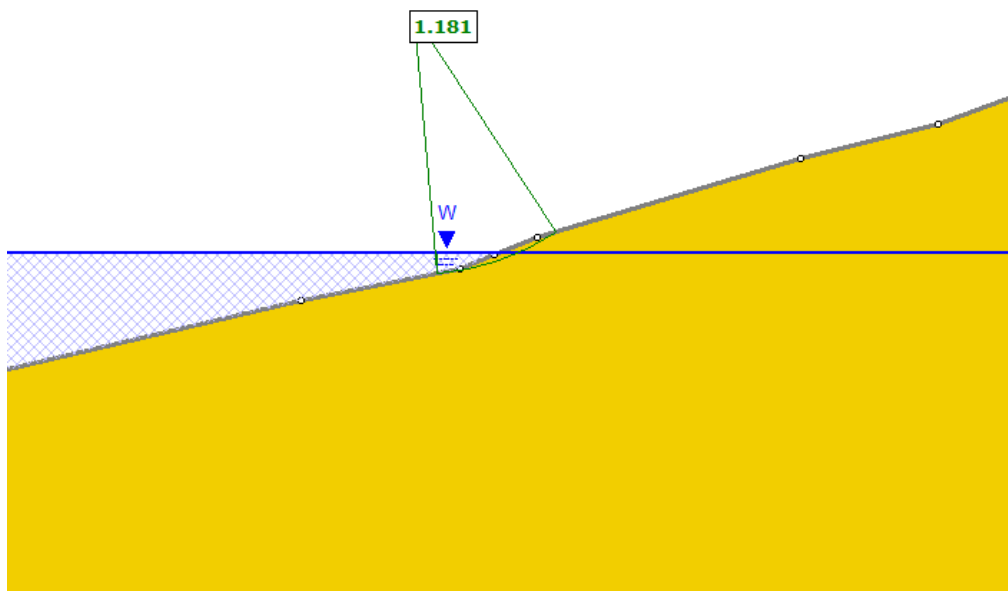
<b>Permanent Actions (A)</b>		
Unfavourable	$\gamma_G$	1
Favourable	$\gamma_G$	1
<b>Variable Actions (A)</b>		
Unfavourable	$\gamma_Q$	1.3
Favourable	$\gamma_Q$	0
<b>Material Parameters (M)</b>		
Effective cohesion	$\gamma_{c'}$	1.25
Coefficient of shearing resistance	$\gamma_{\phi}$	1.25
Undrained strength	$\gamma_{c_u}$	1.4
Weight density	$\gamma_\gamma$	1
Shear strength (other models)		1.25
<b>Resistance (R)</b>		
Earth resistance	$\gamma_{R:e}$	1
<b>Anchorage (R)</b>		
Tensile and Plate strength	$\gamma_a$	1.1
Shear strength	$\gamma_a$	1.1
Compressive strength	$\gamma_a$	1.1
Bond strength	$\gamma_a$	1.1
<b>Seismic</b>		
Seismic Coefficient		1

**Figura 14:** Fattori parziali secondo Eurocodice 7 – Design Approach 1, Combination 2.

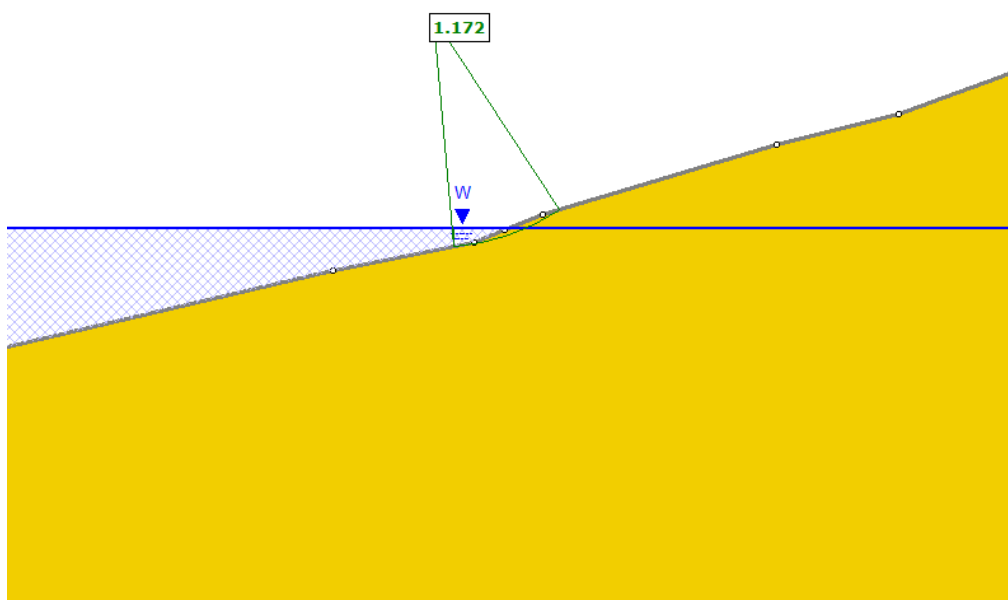
I risultati sono riepilogati in Tabella 6 e nelle figure seguenti, sia per il caso di pendio naturale che per quello di pendio con ripascimento: il fattore di sicurezza nei casi esaminati e per condizioni sismiche è dell'ordine di 1.17-1.18.

	<b>STATICO</b>	<b>PSEUDO-STATICO</b>
<b>NATURALE</b>	1.18	1.17
<b>RIPASCIMENTO</b>	1.17	1.17

**Tabella 6:** Fattori di sicurezza del calcolo di stabilità del pendio naturale di sponda, con e senza ripascimento, in condizioni sismiche e di massimo invaso.



**Figura 15:** Pendio naturale – condizioni statiche (FS= 1.18)



**Figura 16:** Pendio naturale – condizioni pseudo-statiche (FS= 1.17)



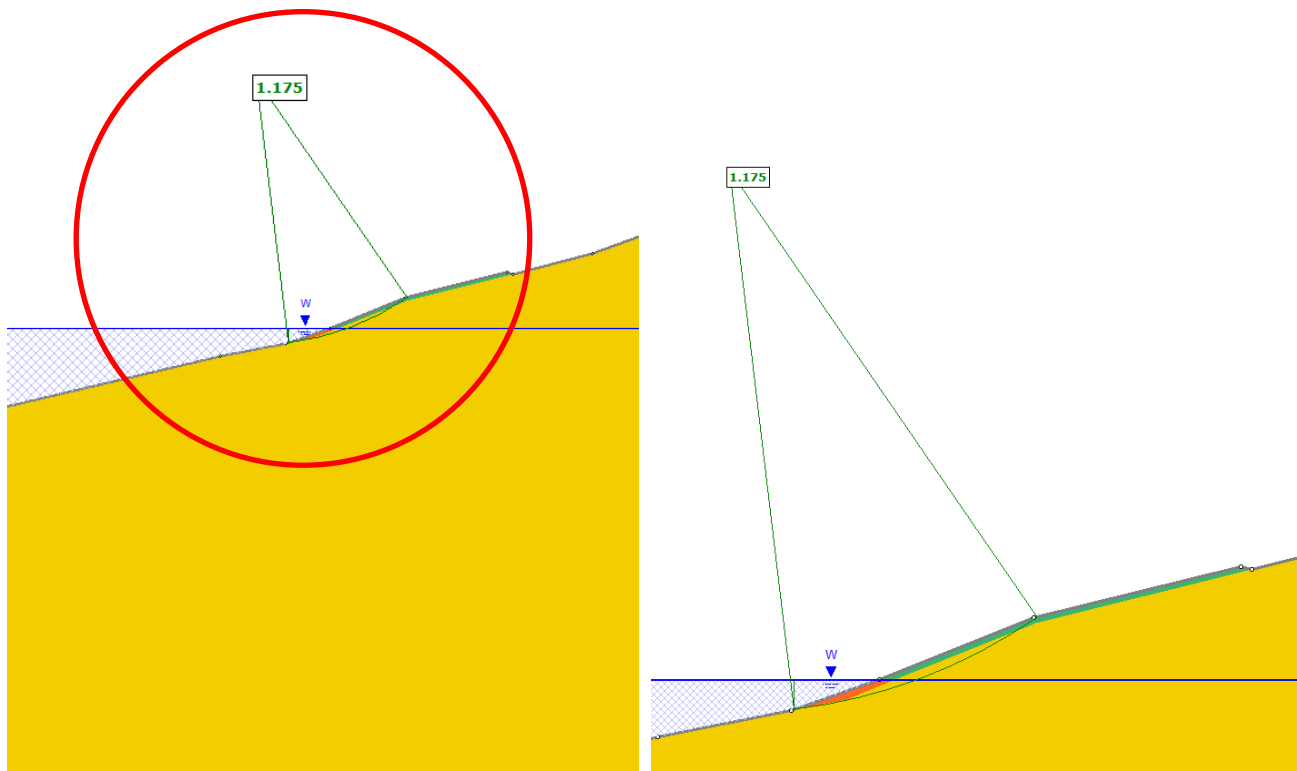


Figura 17: Pendio con ripascimento – condizioni statiche (FS= 1.17)

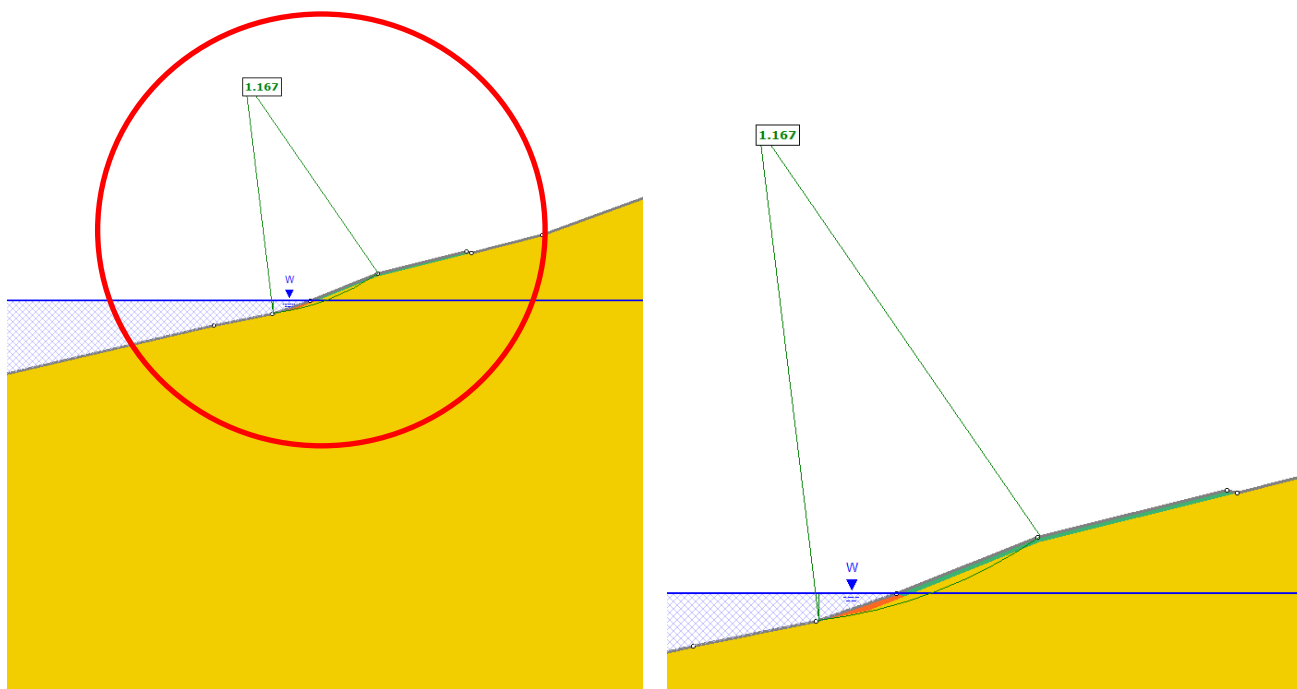


Figura 18: Pendio con ripascimento – condizioni statiche (FS= 1.17)

		<i>GRE CODE</i> GRE.EEC.R.29.IT.H.15678.00.160.00
		<i>INTERNAL CODE</i> 2021.0047.005-ID-GEN-RET-061
		<i>PAGE</i> Pag. 36 di/of 34

### 4.3 Riduzione dei volumi disponibili

Al proposito è sufficiente il confronto tra i seguenti valori:

- a. Volume complessivo di materiale di risulta corrispondente agli esuberi nei volumi di scavo di m<sup>3</sup> 22'057 circa (riferimento elaborato GRE.EEC.D.29.IT.H.15678.00.182.00, da cui la precedente Tabella 6).  
 Di questo volume è previsto l'utilizzo per ripascimento di 4'800 m<sup>3</sup> su una superficie indicativa di 16'000 m<sup>2</sup>, secondo opportunità dettata dalle condizioni orografiche locali (riferimento elaborato GRE.EEC.R.29.IT.H.15678.00.147.01).  
 La parte del ripascimento di cui è prevista la collocazione al di sotto della quota di massima regolazione (348.00 m s.l.m.) è stimata in una frazione massima del 50%, pari a circa 2'400 m<sup>3</sup>;
- b. Dati di volume caratteristici dell'invaso di Cucchinadorza:
- Volume totale di vaso originario (ai sensi del DM 24/03/82): 20.00 Mm<sup>3</sup>
  - Volume totale di vaso originario (ai sensi della L. 584/94): 18.80 Mm<sup>3</sup>
  - Volume utile di regolazione originario: 16.45 Mm<sup>3</sup>

La frazione di volume di vaso utile ai fini di regolazione persa per la collocazione del ripascimento al di sotto della quota di massima regolazione è quindi del 0.014 %, del tutto irrilevante ai fini dell'impiego ordinario ai fini di regolazione dell'invaso, che non viene quindi penalizzato dall'ipotesi progettuale avanzata.

### 4.4 Conclusioni

Ai fini della risposta al quesito tecnico n. 4, si è provveduto alle seguenti attività tecniche:

- Valutazione delle condizioni di stabilità del ripascimento mediante calcolo di stabilità del pendio naturale e con ripascimento in condizioni statiche e pseudostatiche, ottenendo fattori di sicurezza tra 1,167 e 1,181;
- Calcolo della frazione di volume di vaso utile ai fini di regolazione persa per la collocazione del ripascimento al di sotto della quota di massima regolazione, pari allo 0.014 %.

Giubiasco, 31 luglio 2023