

PR CAMPANIA FESR 2021-2027

PR CAMPANIA FESR 2021 - 2027 , Obiettivo di Policy 2 - Asse II - O.S. 2.5 - Azione 2.5.1



INTERVENTI FINALIZZATI AL RIPRISTINO FUNZIONALE DEL SERBATOIO A GALLERIA SITO NEL COMUNE DI NOCERA INFERIORE (SA) - Allegato A della Delibera 723 del 08/10/2025



DOCUMENTO DI FATTIBILITÀ DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI

Elaborato:

R.03

Titolo:

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Scala:

-

Rev	Motivo della revisione	Data	Redatto	Verificato	Approvato
0	Emissione per approvazione	Aprile 2026			

Esecuzione delle Opere

Prestazioni Specialistiche

Il Progettista

ing. Carlo Majorano

Il R.U.P.

arch. Mario Grasso

Cod. Doc. R.03 Rev. A Data: APRILE 2026	INTERVENTI DI RECUPERO STATICO E FUNZIONALE DELL' IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO E DEL SERBATOIO A GALLERIA SITI IN LOCALITA' LAVORATE - NOCERA INFERIORE (SALERNO) RELAZIONE ILLUSTRATIVA	ING. CARLO MAJORANO 1 di 81
---	--	------------------------------------

INDICE

1. PREMESSA E CONTESTO DELL' INTERVENTO.....	5
2. NORME DI RIFERIMENTO	6
3. INQUADRAMENTO TERRITORIALE	7
4. STATO DI FATTO	10
5. ANALISI DEL CONTESTO E VINCOLI.....	14
6. OBIETTIVI DELL' INTERVENTO E QUADRO ESIGENZIALE	15
7. ALTERNATIVE PROGETTUALI ESAMINATE.....	16
8. ESAME DEL PROGETTO PREDISPOSTO NEL 2022.....	17
9. ESAME DELLA RELAZIONE GEOLOGICA	18
10. ESAME DELLA RELAZIONE TECNICA	19
10.1. Criticità rilevate	20
10.2. Interventi di progetto	21
10.3. Analisi del comportamento della struttura.....	22
11. ANALISI CONDOTTE NEL 2026.....	24
11.1. Caratteristiche dei materiali	25
11.2. Analisi dei carichi	27
11.3. Modellazione arco rovescio	29
11.4. Elaborazioni svolte	31
11.5. Verifiche delle sezioni con resistenza a trazione nulla nel calcestruzzo.....	38
11.6. Considerazioni sulle strutture esistenti	40
11.7. Verifiche delle sezioni condotte assumendo presente la resistenza a trazione del calcestruzzo.....	43
12. INTERVENTI SULLE STRUTTURE: VALUTAZIONE TECNICO ECONOMICA DELLE ALTERNATIVE.....	45
13. INTERVENTI DI IMPERMEABILIZZAZIONE: VALUTAZIONE TECNICO ECONOMICA DELLE ALTERNATIVE.....	46
13.1. Impermeabilizzazione dei giunti di costruzione	47
13.2. Impermeabilizzazioni con membrane a base di poliurea.....	48
13.3. Impermeabilizzazioni con malte cementizie osmotiche	49
13.4. Altre soluzioni per gli interventi di impermeabilizzazione	51
13.5. Scelta soluzione da porre a base delle fasi successive della progettazione	52
14. ULTERIORI INTERVENTI INDICATI DA GORI S.p.A.	53
14.1. Interventi Recupero Statico Impalcato di Cop.ra Vasche Impianto di Soll.....	54
14.2. Quadro di Media Tensione.....	58
14.3. Rifacimento dell' Impianto di Bassa Tensione.....	60
14.4. Sostituzione delle "casce d'aria" poste a servizio impianto sollevamento.....	61

Cod. Doc. R.03 Rev. A Data: APRILE 2026	INTERVENTI DI RECUPERO STATICO E FUNZIONALE DELL' IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO E DEL SERBATOIO A GALLERIA SITI IN LOCALITA' LAVORATE - NOCERA INFERIORE (SALERNO) RELAZIONE ILLUSTRATIVA	ING. CARLO MAJORANO 2 di 81
---	--	------------------------------------

14.5. Sostituzione dei Serbatoi dell' Impianto di Clorazione	62
14.6. Recupero statico e funzionale della galleria di accesso.....	64
14.7. Recupero e parziale sostituzione delle condotte (piping)	67
14.8. Realizzazione Ventilazione a servizio della galleria di accesso	70
14.9. Rifacimento di scale, ringhiere e passerelle con materiali in PRFV	71
14.10. Impianto di illuminazione della galleria di accesso	74
14.11. Sistemazione e messa in sicurezza dell' area esterna	75
15. PRIME INDICAZIONI COSTI INTERVENTI GALLERIE PRINCIPALI	77
16. PRIME INDICAZIONI COSTI INTERVENTI INDICATI DA GORI s.p.a.	78
17. PRIME INDICAZIONI SUI TEMPI DELL' INTERVENTO.....	79
18. ELABORATI FACENTI PARTE DEL DOCFAP	80
19. CONCLUSIONI	81

Cod. Doc. R.03 Rev. A Data: APRILE 2026	INTERVENTI DI RECUPERO STATICO E FUNZIONALE DELL' IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO E DEL SERBATOIO A GALLERIA SITI IN LOCALITA' LAVORATE - NOCERA INFERIORE (SALERNO) RELAZIONE ILLUSTRATIVA	ING. CARLO MAJORANO 3 di 81
---	--	------------------------------------

INDICE DELLE FIGURE

Figura 3.1 - Vista dall' alto del piazzale di accesso al Serbatoio.....	7
Figura 3.2 - Vista frontale del piazzale di accesso al Serbatoio.....	7
Figura 3.3 - Andamento della galleria di accesso e delle gallerie principali	8
Figura 3.4 - Vista di assieme Impianto Sollevamento e accesso al Serbatoio	8
Figura 3.5 - Planimetria delle gallerie nord.....	9
Figura 3.6 - Sezione trasversale della galleria ovest.....	9
Figura 3.7 - Immagine della sezione trasversale tratta dal rilievo laser scanner.....	9
Figura 4.1 - Stralcio del prospetto della parete ad OVEST della galleria ad OVEST	10
Figura 4.2 - Stralcio del prospetto della parete ad EST della galleria ad EST.....	10
Figura 4.3 - Stralcio della calotta della galleria ad OVEST.....	11
Figura 10.1 - Modellazione del terreno tratta dalla relazione tecnica del 2022.....	23
Figura 11.1 - Modello di calcolo della galleria (con o senza cerniera in calotta)	32
Figura 11.2 - Distribuzione del carico agente in calotta	32
Figura 11.3 - Distribuzione delle spinte laterali	33
Figura 11.4 - Distribuzione dei carichi del liquido all'interno della galleria.....	33
Figura 11.5 - Diagramma Involuppo Combinazioni SLU Sforzo Normale (daN)	34
Figura 11.6 - Diagramma Involuppo Combinazioni SLU Taglio (daN)	34
Figura 11.7 - Diagramma Involuppo Combinazioni SLU Momento flettente (daNm).....	35
Figura 11.8 - Diagramma Involuppo Combinazioni SLU Sforzo Normale (daN)	36
Figura 11.9 - Diagramma Involuppo Combinazioni SLU Taglio (daN)	36
Figura 11.10 - Diagramma Involuppo Combinazioni SLU Mom. flettente (daNm)	37
Figura 11.11 - Verifica Sezione d'incastro piedritto	38
Figura 11.12 - Verifica Sezione d'incastro piedritto	38
Figura 11.13 - Verifica Sezione Calotta.....	39
Figura 12.1 - Rilievo della calotta delle gallerie	45
Figura 14.1 - Vista di assieme Impianto Sollevamento e piazzola accesso Serbatoio	54
Figura 14.2 - Vista ravvicinata dei Corpi di Fabbrica dell' Impianto di Sollevamento.....	54
Figura 14.3 - Pianta della Centrale di Rilancio	55
Figura 14.4 - Pianta della Centrale di Rilancio	62
Figura 14.5 - Planimetria e sezioni della galleria di accesso	64
Figura 14.6 - Sezione trasversale della galleria di accesso	64
Figura 14.7 - Stralcio planimetrico del piping.....	67
Figura 14.8 - Stralcio della sezione 3-3	68
Figura 14.9 - Stralcio della sezione 4-4	68
Figura 14.10 - Vista schematica di una ringhiera in PRFV	73
Figura 14.11 - Possibile dimensionamento degli elementi di una ringhiera in PRFV	73

Cod. Doc. R.03 Rev. A Data: APRILE 2026	INTERVENTI DI RECUPERO STATICO E FUNZIONALE DELL' IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO E DEL SERBATOIO A GALLERIA SITI IN LOCALITA' LAVORATE - NOCERA INFERIORE (SALERNO) RELAZIONE ILLUSTRATIVA	ING. CARLO MAJORANO 4 di 81
---	--	------------------------------------

INDICE DELLE FOTOGRAFIE

Fotografia 4.1 - Vista estratta dalle immagini sferiche scattate da TecnoIn nel 2022	11
Fotografia 4.2 - Vista estratta dalle immagini sferiche scattate da TecnoIn nel 2022	11
Fotografia 4.3 - Vista estratta dalle immagini sferiche scattate da TecnoIn nel 2022	12
Fotografia 4.4 - Vista estratta dalle immagini sferiche scattate da TecnoIn nel 2022	12
Fotografia 11.1 - Carota C1 da 74 mm (L = 1670 mm) estratta nel 2022	40
Fotografia 11.2 - Carota C2 da 74 mm (L = 1430 mm) estratta nel 2022	40
Fotografia 11.3 - Carota C4 da 74 mm (L = 1310 mm) estratta nel 2022	40
Fotografia 11.4 - Carota C5 da 74 mm (L = 1390 mm) estratta nel 2022	40
Fotografia 11.5 - Carota C8 da 74 mm (L = 1720 mm) estratta nel 2022	40
Fotografia 11.6 - Tratto finale (da 85 a 157) della Carota 1	41
Fotografia 11.7 - Tratto finale (da 75 a 150) della Carota 2	41
Fotografia 11.8 - Tratto finale (da 60 a 150) della Carota 3	41
Fotografia 11.9 - Tratto finale (da 120 a 160) della Carota 4	41
Fotografia 11.10 - Tratto finale (da 47 a 165) della Carota 5	42
Fotografia 14.1 - Interno della Centrale di Rilancio	55
Fotografia 14.2 - Nervatura stallo pompa 1/3	56
Fotografia 14.3 - Stallo pompa 2/3	56
Fotografia 14.4 - Stallo pompa 3/3	57
Fotografia 14.5 - Quadro di Media Tensione interno alla Centrale di Rilancio	58
Fotografia 14.6 - Quadro di Bassa Tensione interno alla Centrale di Rilancio	60
Fotografia 14.7 - Casse d' Aria presenti nella Centrale di Rilancio	61
Fotografia 14.8 - Impianto di Clorazione	62
Fotografia 14.9 - Serbatoio del Clorito di Sodio	63
Fotografia 14.10 - Vista di assieme della galleria di accesso	65
Fotografia 14.11 - Vista della calotta della galleria di accesso	65
Fotografia 14.12 - Vista ravvicinata di una lesione	66
Fotografia 14.13 - Vista delle tubazioni	68
Fotografia 14.14 - Vista del camminamento interno alla galleria di accesso	71
Fotografia 14.15 - Immagini dei grigliati poltrusi	72
Fotografia 14.16 - Immagine di una ringhiera in PRFV	73
Fotografia 14.17 - Vista del piazzale di ingresso al Serbatoio	75
Fotografia 14.18 - Altra vista del piazzale di ingresso	75
Fotografia 14.19 - Vista del cancello d ingresso dall' interno della galleria	76
Fotografia 14.20 - Vista del cancello d ingresso dall' esterno della galleria	76

Cod. Doc. R.03 Rev. A Data: APRILE 2026	INTERVENTI DI RECUPERO STATICO E FUNZIONALE DELL' IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO E DEL SERBATOIO A GALLERIA SITI IN LOCALITA' LAVORATE - NOCERA INFERIORE (SALERNO) RELAZIONE ILLUSTRATIVA	ING. CARLO MAJORANO 5 di 81
---	--	------------------------------------

1. PREMESSA E CONTESTO DELL' INTERVENTO

Il DOCFAP è il Documento di Fattibilità delle Alternative Progettuali, che, per una generica opera pubblica, analizza le soluzioni tecniche previste per la sua realizzazione, attraverso:

- il suo inquadramento territoriale,
- la definizione dello stato di fatto,
- la individuazione delle possibili alternative progettuali,
- l' esame della corrispondente fattibilità,
- una prima valutazione dei costi.

Del DOCFAP è parte la presente Relazione Illustrativa, nella quale vengono specificamente esaminate le problematiche relative all' Impianto di Sollevamento ed al Serbatoio a Galleria, siti in Località Lavorate nel Comune di Nocera Inferiore (Salerno).

Cod. Doc. R.03 Rev. A Data: APRILE 2026	INTERVENTI DI RECUPERO STATICO E FUNZIONALE DELL' IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO E DEL SERBATOIO A GALLERIA SITI IN LOCALITA' LAVORATE - NOCERA INFERIORE (SALERNO) RELAZIONE ILLUSTRATIVA	ING. CARLO MAJORANO 6 di 81
---	--	------------------------------------

2. NORME DI RIFERIMENTO

Per la progettazione degli interventi di impermeabilizzazione delle strutture in c.a. dovranno essere rispettate delle norme di seguito indicate:

- D.Lgs. 31/2001 - Attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano
Decreto Ministeriale n. 174 del 6.4.2004 i Regolamento concernente i materiali e gli oggetti che possono essere utilizzati negli impianti fissi di captazione, trattamento, adduzione e distribuzione delle acque destinate al consumo umano
- UNI EN 1992-3: 2006
Progettazione delle strutture in calcestruzzo - Parte 3: Serbatoi e strutture di contenimento di contenimento liquidi
- UNI EN 1504-3: 2006
Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo - Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità - Parte 3: Riparazione strutturale e non strutturale
- D.Lgs. 18/2023 - Attuazione della direttiva (UE) 2020/2184 del Parlamento Europeo e del Consiglio, del 16 dicembre 2020, concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano. (23G00025)

Per la progettazione degli interventi di ripristino delle strutture dovranno, invece, essere portate in conto le norme che seguono:

- Legge 5.11.1971 n. 1086
Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica
- UNI EN 11104:2016
Istruzioni complementari per l' applicazione della EN 206
- Decreto Ministeriale 17.1.2018
Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"
- Circ. Min. Infrastrutture e Trasporti 21.1.2019
Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"
- "Regolamento per l'espletamento delle attività di denuncia dei lavori e di vigilanza per l'osservanza delle norme sismiche, ai fini della prevenzione del Rischio Sismico in Campania" - *Testo aggiornato dai regolamenti regionali 21.2.2011 n. 2, 9.3.2012 n. 2 e 27.7.2020 n. 9*
- UNI EN 206:2021
Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità

Cod. Doc. R.03 Rev. A Data: APRILE 2026	INTERVENTI DI RECUPERO STATICO E FUNZIONALE DELL' IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO E DEL SERBATOIO A GALLERIA SITI IN LOCALITA' LAVORATE - NOCERA INFERIORE (SALERNO) RELAZIONE ILLUSTRATIVA	ING. CARLO MAJORANO 7 di 81
---	--	------------------------------------

3. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il Serbatoio a Galleria esaminato nella presente Relazione è ubicato in località Lavorate ed è stato realizzato nei pressi della Tufara di Fiano, all'interno della collina Sant'Apollinare.

L'immagine che segue riporta una vista dall'alto del piazzale attraverso il quale si accede alla galleria.

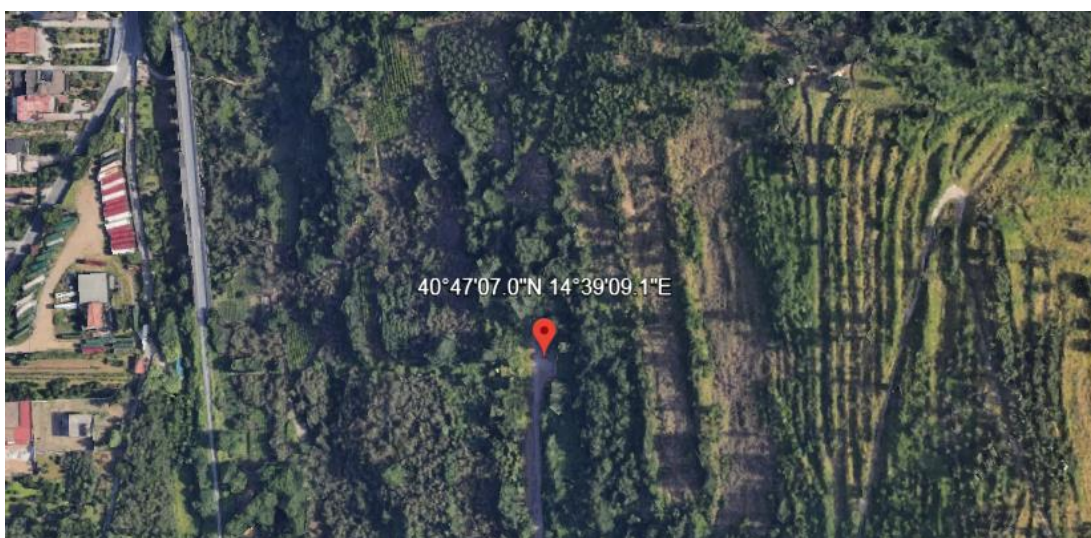


Figura 3.1 - Vista dall'alto del piazzale di accesso al Serbatoio

Il Serbatoio è interamente interrato, come si evince sia dalla immagine contenuta nella figura 3.1, sia dalla immagine contenuta nella figura 3.2, nella quale è riportata una vista frontale del suo accesso.



Figura 3.2 - Vista frontale del piazzale di accesso al Serbatoio

Dalle indicazioni acquisite è emerso che è stato realizzato negli anni sessanta dalla Cassa del Mezzogiorno ed che è composto, come si rileva dalla immagine riportata nella figura 3.3:

- da una galleria di accesso, che presenta uno sviluppo di circa 123 metri, che si estende nella direzione Ovest-Est ed all'interno della quale sono ubicati i locali tecnici, le opere elettromeccaniche e le camere di smistamento,

Cod. Doc. R.03 Rev. A Data: APRILE 2026	INTERVENTI DI RECUPERO STATICO E FUNZIONALE DELL' IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO E DEL SERBATOIO A GALLERIA SITI IN LOCALITA' LAVORATE - NOCERA INFERIORE (SALERNO) RELAZIONE ILLUSTRATIVA	ING. CARLO MAJORANO 8 di 81
---	--	------------------------------------

- da due coppie di gallerie laterali, disposte perpendicolarmente alla galleria principale, una in direzione Nord e l'altra in direzione Sud, ciascuna delle quali presenta uno sviluppo di circa 100 metri.

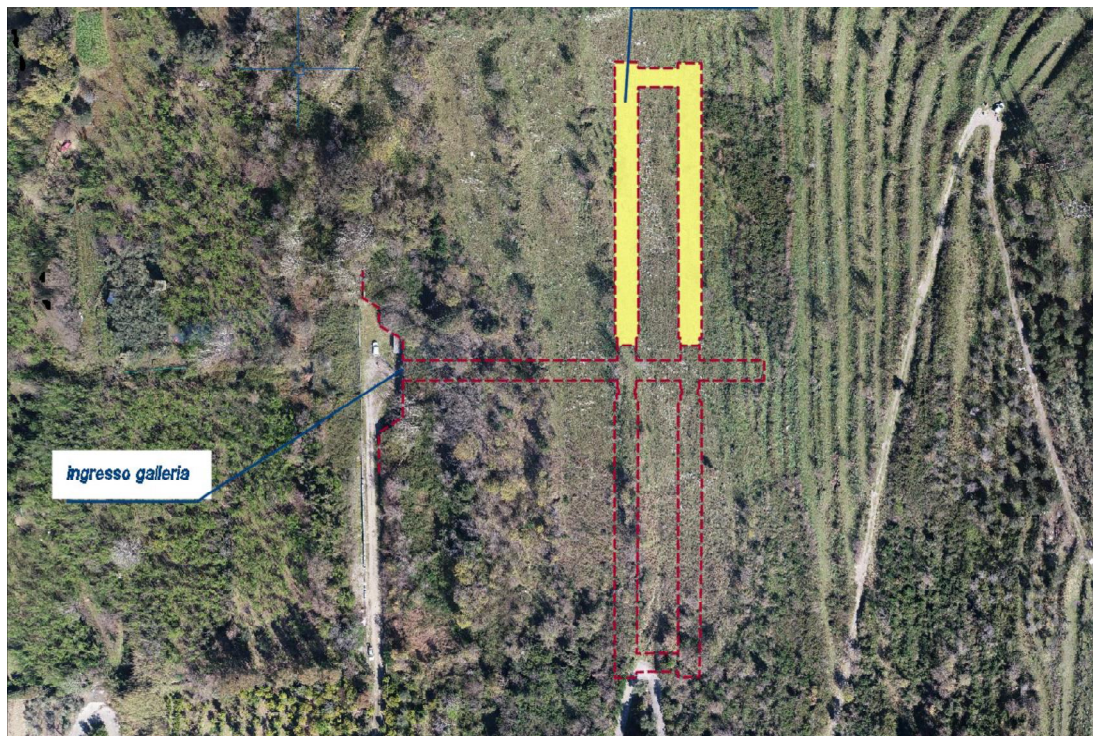


Figura 3.3 - Andamento della galleria di accesso e delle gallerie principali

Le quattro gallerie sono alimentate dall' Impianto di Sollevamento di Santa Marina di Lavorate, la cui ubicazione è riportata nella figura 3.4. in uno con la ubicazione del piazzale di accesso al Serbatoio.

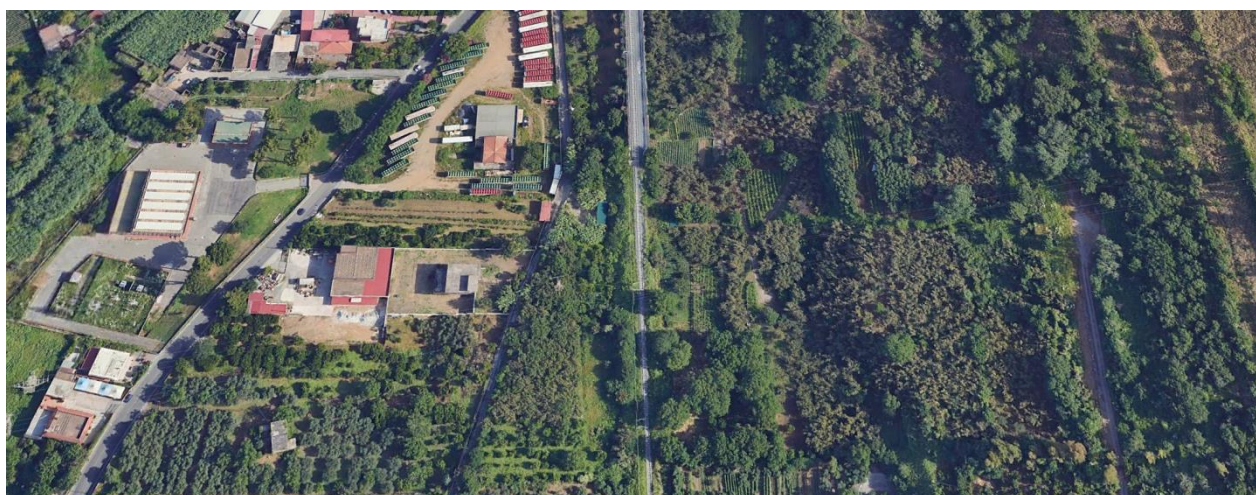


Figura 3.4 - Vista di assieme dell' Impianto di Sollevamento e dell' accesso al Serbatoio

Le due coppie di gallerie laterali, destinate al contenimento dei volumi d'acqua, costituiscono la parte principale dei serbatoi. Presentano una pianta ad "H" con uno sviluppo complessivo di circa 230 m ciascuna, come meglio si evince dalla planimetria riportata nella figura 3.5

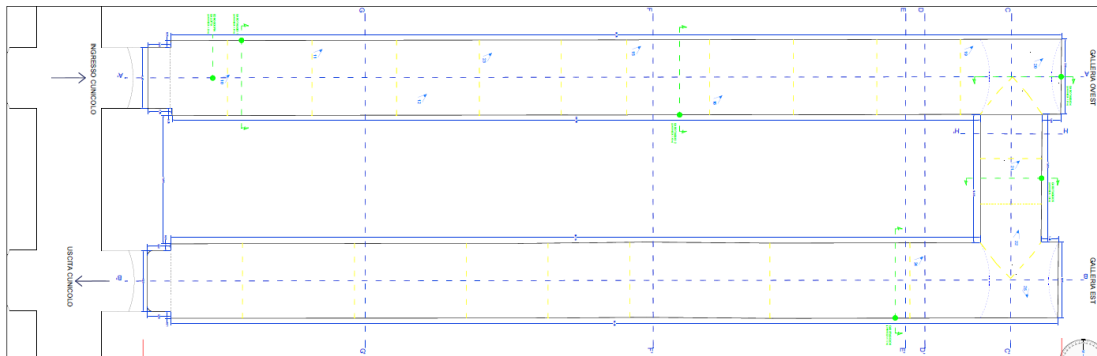


Figura 3.5 - Planimetria delle gallerie nord

La generica galleria presenta una sezione trasversale policentrica, con una larghezza alla base di circa 8 m ed un' altezza di circa 6 m, come facilmente si evince dalle figure 3.6 e 3.7.

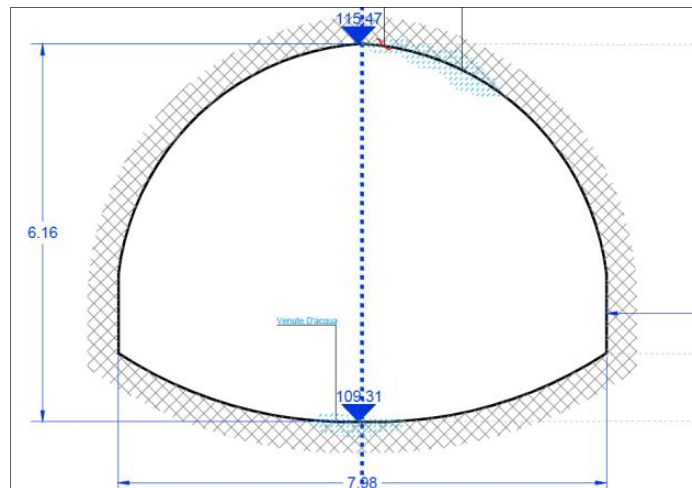


Figura 3.6 - Sezione trasversale della galleria ovest

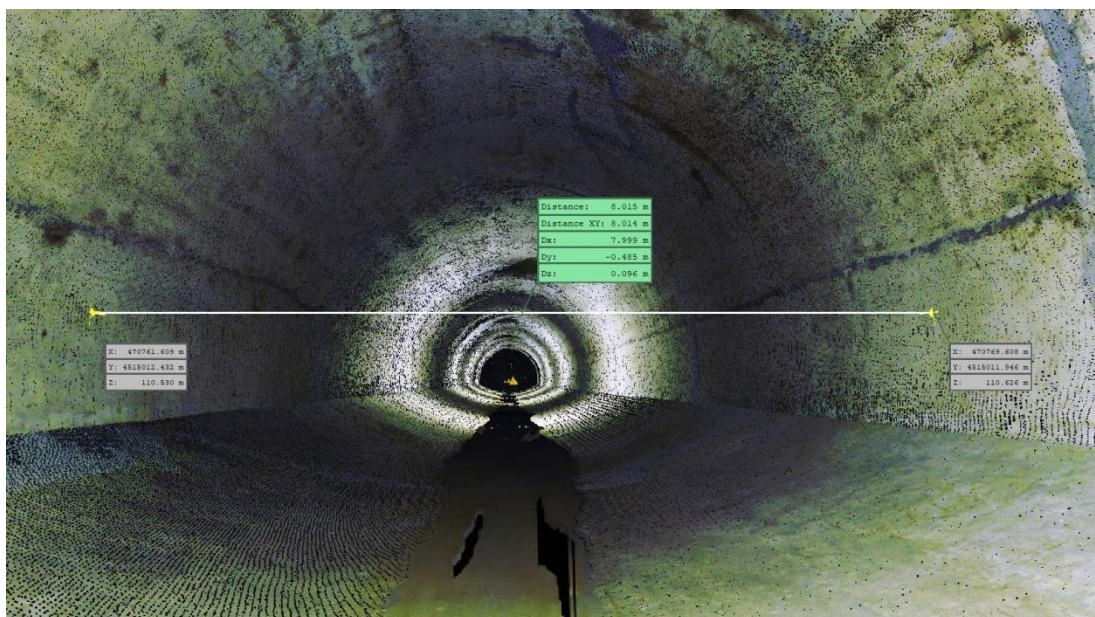


Figura 3.7 - Immagine della sezione trasversale tratta dal rilievo laser scanner

Cod. Doc. R.03 Rev. A Data: APRILE 2026	INTERVENTI DI RECUPERO STATICO E FUNZIONALE DELL' IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO E DEL SERBATOIO A GALLERIA SITI IN LOCALITA' LAVORATE - NOCERA INFERIORE (SALERNO) RELAZIONE ILLUSTRATIVA	ING. CARLO MAJORANO 10 di 81
---	--	-------------------------------------

4. STATO DI FATTO

Le indagini condotte sul Serbatoio di Lavorate hanno interessato le gallerie dismesse, quelle, cioè ubicate alla sinistra della galleria di accesso.

Per la disamina puntuale degli accertamenti svolti tra il 2022 ed il 2026 si rimanda alla "Relazione sugli Accertamenti e sulle Verifiche Preliminari".

In questo paragrafo si riportano, invece, le conclusioni cui hanno condotto gli studi effettuati.

Come emerge con chiarezza dall' esame delle sei tavole, predisposte dalla TecnoIn s.p.a. ed alle quali espressamente si rimanda, in corrispondenza dei piedritti e della calotta delle gallerie principali è presente un significativo quadro fessurativo.

Il tutto si ricava, altresì, e dalle immagini riportate nelle figure 4.1, 4.2 e 4.3, per l' appunto tratte dagli elaborati grafici appena richiamati, e dalle fotografie numerate da 4.1 ad 4.4, pure di seguito riportate.

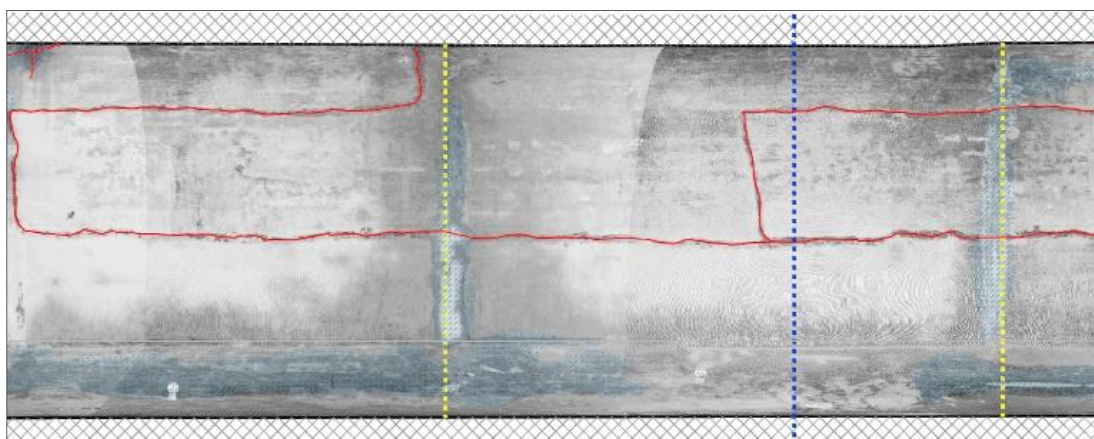


Figura 4.1 - Stralcio del prospetto della parete ad OVEST della galleria ad OVEST

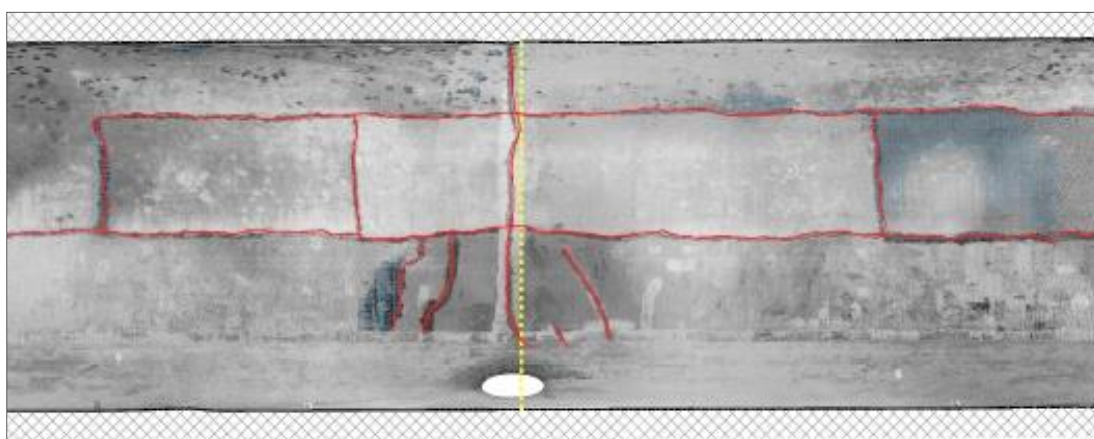


Figura 4.2 - Stralcio del prospetto della parete ad EST della galleria ad EST

Cod. Doc. R.03 Rev. A Data: APRILE 2026	INTERVENTI DI RECUPERO STATICO E FUNZIONALE DELL' IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO E DEL SERBATOIO A GALLERIA SITI IN LOCALITA' LAVORATE - NOCERA INFERIORE (SALERNO) RELAZIONE ILLUSTRATIVA	ING. CARLO MAJORANO 11 di 81
---	---	--

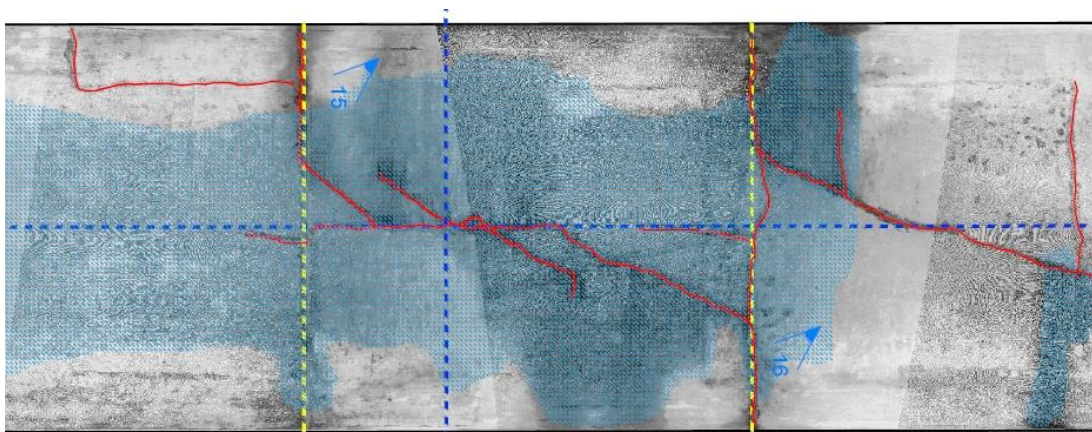
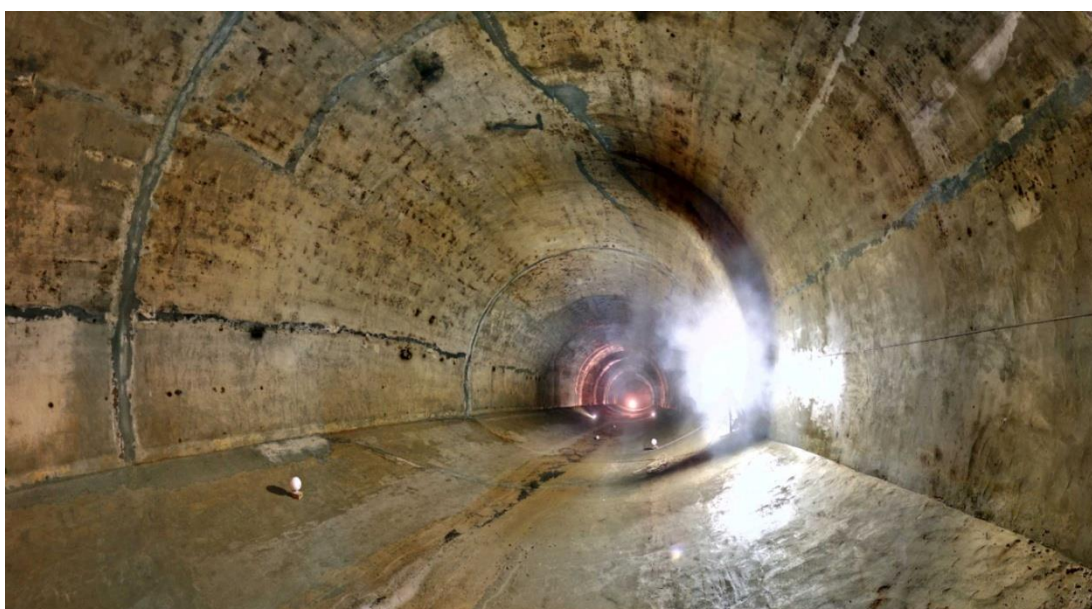
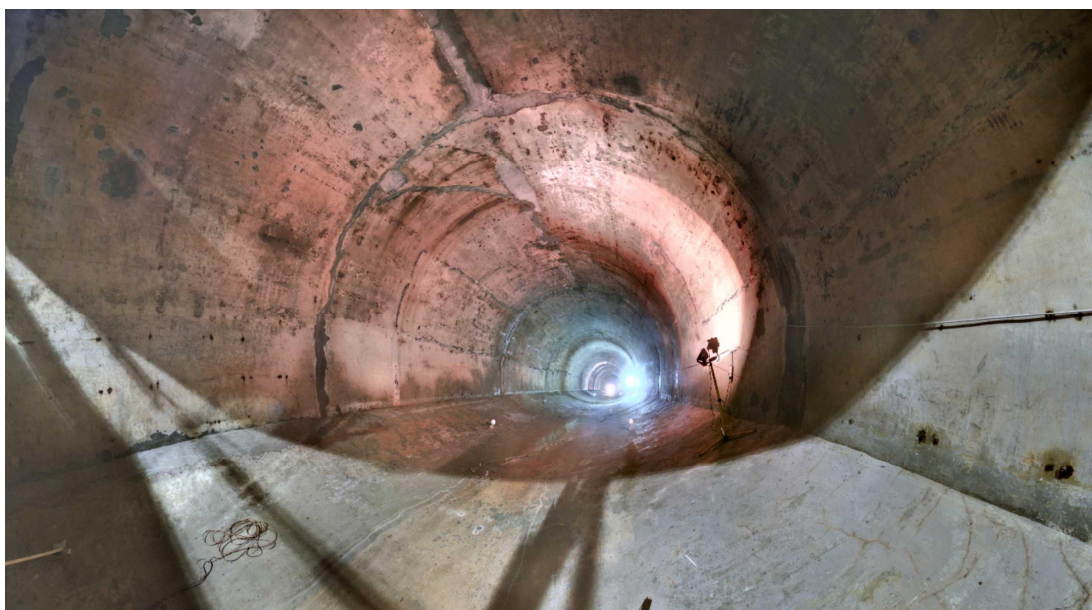


Figura 4.3 - Stralcio della calotta della galleria ad OVEST

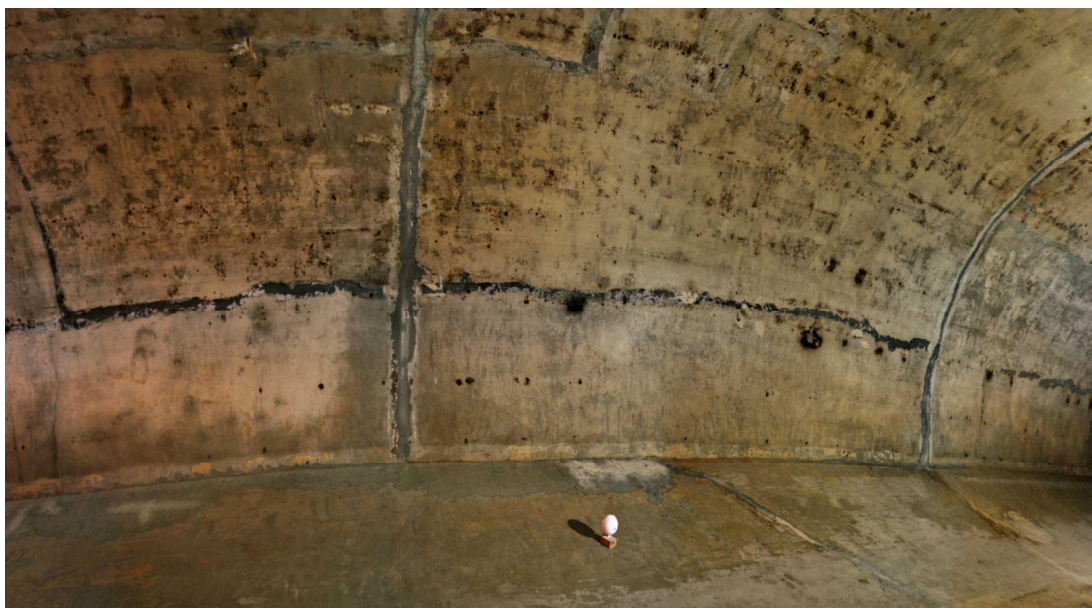


Fotografia 4.1 - Vista estratta dalle immagini sferiche scattate da TecnoIn nel 2022



Fotografia 4.2 - Vista estratta dalle immagini sferiche scattate da TecnoIn nel 2022

Cod. Doc. R.03 Rev. A Data: APRILE 2026	INTERVENTI DI RECUPERO STATICO E FUNZIONALE DELL' IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO E DEL SERBATOIO A GALLERIA SITI IN LOCALITA' LAVORATE - NOCERA INFERIORE (SALERNO) RELAZIONE ILLUSTRATIVA	ING. CARLO MAJORANO 12 di 81
---	--	-------------------------------------



Fotografia 4.3 - Vista estratta dalle immagini sferiche scattate da TecnoIn nel 2022



Fotografia 4.4 - Vista estratta dalle immagini sferiche scattate da TecnoIn nel 2022

Allo scopo, dunque, di condurre ulteriori approfondimenti, finalizzati a comprendere meglio la natura delle lesioni rinvenute e ad investigare la efficacia dei possibili interventi di impermeabilizzazione delle gallerie, lo scrivente ing. Majorano ha richiesto a GORI s.p.a. di promuovere ulteriori indagini, da eseguire all' interno del Serbatoio.

Gli accertamenti sono stati condotti tra il mese di febbraio ed il mese di marzo del 2026 ancora una volta dalla TecnoIn.

Le nuove indagini hanno riguardato, in particolare, le gallerie principali non in esercizio.

<i>Cod. Doc.</i> R.03 Rev. A <i>Data:</i> APRILE 2026	INTERVENTI DI RECUPERO STATICO E FUNZIONALE DELL' IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO E DEL SERBATOIO A GALLERIA SITI IN LOCALITA' LAVORATE - NOCERA INFERIORE (SALERNO) RELAZIONE ILLUSTRATIVA	ING. CARLO MAJORANO 13 di 81
---	--	-------------------------------------

Non hanno riguardato la galleria di accesso, che però è stata oggetto di un rilievo fotografico, finalizzato ad individuarne le criticità che dovranno essere approfondite nelle successive fasi della progettazione.

Per il dettaglio delle attività svolte si rimanda alla "Relazione sugli Accertamenti e sulle Verifiche Preliminari".

Cod. Doc. R.03 Rev. A Data: APRILE 2026	INTERVENTI DI RECUPERO STATICO E FUNZIONALE DELL' IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO E DEL SERBATOIO A GALLERIA SITI IN LOCALITA' LAVORATE - NOCERA INFERIORE (SALERNO) RELAZIONE ILLUSTRATIVA	ING. CARLO MAJORANO 14 di 81
---	--	-------------------------------------

5. ANALISI DEL CONTESTO E VINCOLI

Gli accertamenti condotti tra il 2022 ed il 2026 in corrispondenza del Serbatoio hanno consentito:

- di ricostruire la stratigrafia delle rocce carbonatiche al cui interno è stato realizzato il Serbatoio (sondaggi geognostici),
- di acquisire informazioni sulla resistenza alla compressione dei campioni specificamente prelevati (rapporto Laboratorio Prove sulle Rocce),
- di definire le caratteristiche geometriche delle gallerie principali (rilievo Laser Scanner 3D),
- di individuare gli spessori degli elementi in c.a. costituenti il rivestimento delle gallerie (carotaggi),
- di acquisire informazioni sulla resistenza a compressione ed a trazione dei calcestruzzi a suo tempo impiegati per la realizzazione del Serbatoio (rapporto Laboratorio Prove sui Materiali da Costruzione),
- di ricostruire il quadro fessurativo che interessa gli elementi strutturali delle gallerie principali,
- di approfondire le modalità costruttive a suo tempo utilizzate (carotaggi in corrispondenza delle lesioni e saggi mirati),
- di verificare lo stato tensionale presente in corrispondenza delle fibre interne dei piedritti,
- di acquisire, attraverso il rilievo fotografico della galleria di accesso, utili informazioni sulle criticità, che dovranno essere approfondite nelle fasi successive della progettazione,
- di recepire le indicazioni fornite dal Gestore dell' Impianto di Lavorate sulle problematiche che devono essere risolte con la progettazione che verrà affidata.

Le sperimentazioni condotte nel 2026 hanno, inoltre, consentito di acquisire utili di indirizzi sugli interventi da prevedere per il recupero statico e funzionale delle gallerie.

Cod. Doc. R.03 Rev. A Data: APRILE 2026	INTERVENTI DI RECUPERO STATICO E FUNZIONALE DELL' IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO E DEL SERBATOIO A GALLERIA SITI IN LOCALITA' LAVORATE - NOCERA INFERIORE (SALERNO) RELAZIONE ILLUSTRATIVA	ING. CARLO MAJORANO 15 di 81
---	--	-------------------------------------

6. OBIETTIVI DELL' INTERVENTO E QUADRO ESIGENZIALE

Come meglio indicato nella "Relazione sugli accertamenti e sulle verifiche preliminari" i Serbatoi di Lavorate non riescono più a garantire il corretto contenimento delle acque che negli stessi sono convogliate: le perdite riscontrate superano di gran lunga i limiti ordinariamente previsti ed accettabili per tali opere e ne compromettono significativamente l'utilizzo.

Il tutto si rileva con assoluta chiarezza dai verbali delle prove di tenuta, condotte tra il 3 ed il 12 febbraio del 2020, dai quali risulta che:

- le gallerie poste alla sinistra della galleria di accesso subiscono una perdita pari a circa 1.300 mc/giorno,
- le gallerie poste alla destra della galleria di accesso subiscono una perdita pari a circa 1.000 mc/giorno.

L' intervento preso in esame nella presente Relazione Illustrativa risponde, dunque, alla finalità:

- di eliminare, o quanto meno, ridurre significativamente le perdite sopra segnalate,
- di consolidare quelle porzioni delle gallerie principali e della galleria di accesso che risultano lesionate e nelle quali anche i modelli di calcolo utilizzati individuano uno stato tensionale incompatibile con i materiali impiegati,
- di sostituire le tubazioni di carico e di troppo pieno poste a servizio delle gallerie principali,
- di ottimizzare la gestione e la manutenzione dell' Impianto di Sollevamento di Santa Marina di Lavorate e dei Serbatoi a Galleria nel ciclo di vita attraverso la progettazione degli interventi espressamente indicati da GORI s.p.a. e di seguito puntualmente analizzati.

Cod. Doc. R.03 Rev. A Data: APRILE 2026	INTERVENTI DI RECUPERO STATICO E FUNZIONALE DELL' IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO E DEL SERBATOIO A GALLERIA SITI IN LOCALITA' LAVORATE - NOCERA INFERIORE (SALERNO) RELAZIONE ILLUSTRATIVA	ING. CARLO MAJORANO 16 di 81
---	--	-------------------------------------

7. ALTERNATIVE PROGETTUALI ESAMINATE

Il recupero della funzionalità della galleria di accesso e delle gallerie principali del Serbatoio di Lavorate può essere ottenuto attraverso la realizzazione di una serie di interventi, che:

- ne consentano il completo recupero statico,
- garantiscano la perfetta tenuta delle acque che devono essere invase nelle gallerie principali,
- consentano la sostituzione delle scale, delle passerelle e delle ringhiere presenti nella galleria di accesso.

<i>Cod. Doc.</i> R.03 Rev. A <i>Data:</i> APRILE 2026	INTERVENTI DI RECUPERO STATICO E FUNZIONALE DELL' IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO E DEL SERBATOIO A GALLERIA SITI IN LOCALITA' LAVORATE - NOCERA INFERIORE (SALERNO) RELAZIONE ILLUSTRATIVA	ING. CARLO MAJORANO 17 di 81
---	--	-------------------------------------

8. ESAME DEL PROGETTO PREDISPOSTO NEL 2022

Allo scopo di individuare gli interventi da prevedere in corrispondenza delle strutture del Serbatoio lo scrivente ha approfondito i contenuti del progetto predisposto nel 2022. In particolare ha esaminato:

- la "Relazione Geologica", curata dal geologo dott. Domenico Sessa,
- la "Relazione tecnica", sviluppata da Cavallaro & Mortoro Consulting Engineering.

Cod. Doc. R.03 Rev. A Data: APRILE 2026	INTERVENTI DI RECUPERO STATICO E FUNZIONALE DELL' IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO E DEL SERBATOIO A GALLERIA SITI IN LOCALITA' LAVORATE - NOCERA INFERIORE (SALERNO) RELAZIONE ILLUSTRATIVA	ING. CARLO MAJORANO 18 di 81
---	--	-------------------------------------

9. ESAME DELLA RELAZIONE GEOLOGICA

La Relazione Geologica curata dal dott. Domenico Sessa fa, naturalmente, riferimento ai sondaggi geognostici condotti dalla TecnoIn.

Dalla stessa emerge che le indagini hanno messo in luce le *seguenti formazioni litologiche*:

- nel sondaggio S1, posto a monte del serbatoio alla quota di ca. 153 m s.l.m., è stata rinvenuta una roccia carbonatica frammentata fino a ca. 6.70 m, seguita dalla medesima formazione caratterizzata da un RQD variabile tra 33 e 44 % fino a 25 m da p.c. e tra 14 e 18 % tra 25 e 33 m da p.c.

Oltre i 33 m da p.c. si assiste al passaggio di una roccia carbonatica caratterizzata da un elevato grado di fratturazione (RQD variabile tra 7 e 18%) e con caratteristiche meccaniche più scadenti.

Tale circostanza ha determinato la difficoltà incontrata nel rettificare provini utili per l'esecuzione di prove di compressione.

- nel sondaggio S2, realizzato in prossimità dell'accesso del serbatoio alla quota pari a ca. 108 m, sono stati rinvenuti i primi 5 m costituiti da riporto antropico seguito da terreno sabbioso-limoso moderatamente addensato.

In seguito si assiste al passaggio ad una formazione litoide carbonatica fortemente fratturata avente spessore pari a 1.70m e RQD = 12%, seguita da una calcilutite con presenza di foraminiferi a scarsa resistenza meccanica, avente spessore pari a 1.60 m e RQD=8%. In seguito si osserva la presenza, fino a fondo, foro di roccia carbonatica con RQD variabile tra 0 e 39%.

Dalla Relazione emerge, inoltre, che l'area investigata ricade in un contesto litologico caratterizzato da un elevato grado di fratturazione e resistenze alla compressione che non superano i 35 MPa.

Tale situazione è presumibilmente riconducibile all'elevato grado di tettonizzazione che caratterizza l'areale.

Analoghe considerazioni possono essere riportate grazie all'osservazione del fronte di cava adiacente, anch'esso caratterizzato dall'evidenza di un ammasso roccioso fortemente disseccato da discontinuità tettoniche.

Infine, la consultazione della cartografia geologica 1:5000 dell'area, conferma l'ipotesi di un areale molto complesso dal punto di vista tettonico e litologico.

<i>Cod. Doc.</i> R.03 Rev. A <i>Data:</i> APRILE 2026	INTERVENTI DI RECUPERO STATICO E FUNZIONALE DELL' IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO E DEL SERBATOIO A GALLERIA SITI IN LOCALITA' LAVORATE - NOCERA INFERIORE (SALERNO) RELAZIONE ILLUSTRATIVA	ING. CARLO MAJORANO 19 di 81
---	--	-------------------------------------

10. ESAME DELLA RELAZIONE TECNICA

La Relazione tecnica" curata da Cavallaro & Mortoro Consulting Engineering contiene, tra le altre cose:

- un' analisi delle criticità rilevate nel Serbatoio,
- una descrizione dell' intervento di progetto,
- un' analisi del comportamento delle strutture.

Cod. Doc. R.03 Rev. A Data: APRILE 2026	INTERVENTI DI RECUPERO STATICO E FUNZIONALE DELL' IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO E DEL SERBATOIO A GALLERIA SITI IN LOCALITA' LAVORATE - NOCERA INFERIORE (SALERNO) RELAZIONE ILLUSTRATIVA	ING. CARLO MAJORANO 20 di 81
---	--	-------------------------------------

10.1. Criticità rilevate

Relativamente alle criticità rinvenute nel documento sopra richiamato è indicato che le stesse derivano essenzialmente:

- dal **distacco** dello strato finale di malta superficiale che costituiva il rivestimento impermeabile della galleria;*
- dalle caratteristiche e dalla stabilità a fessurazione del materiale di cui è composto il corpo della galleria, che costituisce il supporto dello stato finale impermeabile.*

Distacchi dello strato finale di malta

Nella Relazione Tecnica è indicato che *lo strato finale, che costituiva il rivestimento impermeabile originale della galleria, non si presenta **uniforme, stabile ed omogeneo** e risulta caratterizzato da discontinuità rappresentate dall'assenza del rivestimento medesimo.*

In diversi punti il rivestimento si presenta non più connesso al supporto sottostante.

In corrispondenza delle fessurazioni o di sovrapposizioni di malte (che rilevano la presenza di interventi localizzati di manutenzione pregressa), lo strato impermeabile non risulta presente evidenziando per altro lesioni o ringrossi dello strato inferiore del supporto costituito dal corpo della galleria.

Ciò costituisce anche una discontinuità del supporto medesimo.

I rilievi effettuati, in ogni caso, hanno consentito di accertare che tale tipologia di criticità non investe l'intera superficie della galleria, limitandosi complessivamente circa al 40% della stessa.

Caratteristiche dei materiali impiegati

Sempre nella Relazione è segnalato che *le indagini effettuate in corrispondenza del corpo della galleria hanno rilevato:*

A *la totale assenza di armatura;*

A *una non elevata caratteristica del calcestruzzo che costituisce la struttura della galleria.*

Su tale ultimo aspetto si ritornerà nelle pagine seguenti.

Cod. Doc. R.03 Rev. A Data: APRILE 2026	INTERVENTI DI RECUPERO STATICO E FUNZIONALE DELL' IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO E DEL SERBATOIO A GALLERIA SITI IN LOCALITA' LAVORATE - NOCERA INFERIORE (SALERNO) RELAZIONE ILLUSTRATIVA	ING. CARLO MAJORANO 21 di 81
---	--	-------------------------------------

10.2. Interventi di progetto

Gli interventi indicati nella Relazione Tecnica sono stati previsti portando in debito conto le condizioni di accesso a macchinari ed attrezzature all' interno delle gallerie nonché le condizioni dell'ambiente all'interno del quale le lavorazioni andranno eseguite.

La soluzione proposta coniuga facilità di esecuzione [...], ottimizzazione delle condizioni di sicurezza [...] e minimizza i tempi di stazionamento degli operai all'interno della galleria.

L'intervento è stato articolato di tre distinte Fasi di Esecuzione:

- A) la FASE 1, che è relativa al ripristino dei fori effettuati nella fase di indagine ed alla pulizia del supporto.
- B) la FASE 2, che è relativa alla riparazione delle lesioni ed alla preparazione del supporto dello strato di impermeabilizzazione;
- C) la FASE 3, che è relativa alla posa vera e propria dello strato di impermeabilizzazione.

LAVORAZIONI DELLA FASE 1:

- A Ciascun foro conseguente ai carotaggi effettuati sarà riempito con malta MAPEGROUT COLABILE di MAPEI e successivamente sigillato con malta PLANITOP RASA E RIPARA R4 di MAPEI, applicata a più mani, ciascuna per spessori di massimo 40 mm.
- A E' prevista la eliminazione delle parti di rivestimento e/o di precedenti interventi che risultano distaccate e/o ammalorate).
- A E' prescritto che l'intera superficie della galleria sia trattata mediante idropulizia per eliminare residui e scorie presenti.

LAVORAZIONI DELLA FASE 2:

- A Ciascuna lesione presente lungo le pareti del serbatoio sarà trattata e riparata con malta bicomponente epossidica tissotropica ADESILEX PG1 di MAPEI;
- A Alla base dei piedritti si prevede la sigillatura dei giunti con nastro MAPEBAND TPE 170 e adesivo epossidico bicomponente tissotropico ADESILEX PG4;
- E', inoltre, richiesta
- A l' applicazione di primer epossidico bicomponente trasparente in dispersione acquosa MAPECOAT I 600 W di MAPEI, a rullo;
- A l' applicazione di primer epossimentizio tricomponente per sottofondi umidi TRIBLOCK P di MAPEI, in due mani a pennello, a rullo o a spruzzo;
- A l' applicazione di primer epossidico bicomponente fillerizzato conforme agli standard di tenuta al gas radon PRIMER SN di MAPEI, a spatola;
- A la semina leggera di sabbia di QUARZO 0,5 di MAPEI, sul precedente strato fresco.

LAVORAZIONI DELLA FASE 3:

- A Applicazione di membrana bicomponente a base di poliurea pura PURTOP 1000 di MAPEI, a spruzzo.

Cod. Doc. R.03 Rev. A Data: APRILE 2026	INTERVENTI DI RECUPERO STATICO E FUNZIONALE DELL' IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO E DEL SERBATOIO A GALLERIA SITI IN LOCALITA' LAVORATE - NOCERA INFERIORE (SALERNO) RELAZIONE ILLUSTRATIVA	ING. CARLO MAJORANO 22 di 81
---	--	-------------------------------------

10.3. Analisi del comportamento della struttura

E' infine riportata una analisi del comportamento della Sezione Trasversale tipo della Galleria, che è stata condotta con il codice SCAT della AZTEC.

Caratterizzazione dei terreni

Nello studio condotto nel 2022 si è fatto riferimento ai due sondaggi a carotaggio continuo, eseguiti dal laboratorio TecnoIn di Napoli e che hanno evidenziato le seguenti formazioni litologiche:

- nel sondaggio S1, ubicato a monte del serbatoio, alla quota di ca. 153 m s.l.m., è stata rinvenuta una roccia carbonatica frammentata fino a ca. 6.70 m, seguita dalla medesima formazione caratterizzata da un RQD variabile tra 33 e 44 % fino a 25 m da p.c. e tra 14 e 18 % tra 25 e 33 m da p.c.
Oltre i 33 m da p.c. si assiste al passaggio di una roccia carbonatica caratterizzata da un elevato grado di fratturazione (RQD variabile tra 7 e 18%) e con caratteristiche meccaniche più scadenti. Tale circostanza ha determinato la difficoltà nel rettificare provini utili per l'esecuzione di prove di compressione;
- nel sondaggio S2, realizzato in prossimità dell'accesso del serbatoio, alla quota pari a ca. 108 m, sono stati rinvenuti i primi 5 m costituiti da riporto antropico seguito da terreno sabbioso-limoso moderatamente addensato. In seguito, si assiste al passaggio ad una formazione litoide carbonatica fortemente fratturata avente spessore pari a 1.70m e RQD = 12%, seguita da una calcilutite con presenza di foraminiferi a scarsa resistenza meccanica, avente spessore pari a 1.60 m e RQD=8%. In seguito, si osserva la presenza, fino a fondo, foro di roccia carbonatica con RQD variabile tra 0 e 39%.

I parametri assunti per la caratterizzazione dei terreni sono riportati di seguito e riepilogati nella figura 9.1:

Strato di rinfilanco

Descrizione	ROCCIA CARBONATICA	
Peso di volume	19,6136	[kN/mc]
Peso di volume saturo	28,4397	[kN/mc]
Angolo di attrito	37,00	[°]
Angolo di attrito terreno struttura	24,67	[°]
Coesione	1,0	[N/cm ²]
Costante di Winkler	245,2	[N/cm ² /cm]

Strato di base

Descrizione	ROCCIA CARBONATICA	
Peso di volume	19,6136	[kN/mc]
Peso di volume saturo	28,4397	[kN/mc]
Angolo di attrito	37,00	[°]
Angolo di attrito terreno struttura	25,00	[°]
Coesione	1,0	[N/cm ²]
Costante di Winkler	245,2	[N/cm ² /cm]

Non è stata considerata la presenza della falda.

Cod. Doc. R.03 Rev. A Data: APRILE 2026	INTERVENTI DI RECUPERO STATICO E FUNZIONALE DELL' IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO E DEL SERBATOIO A GALLERIA SITI IN LOCALITA' LAVORATE - NOCERA INFERIORE (SALERNO) RELAZIONE ILLUSTRATIVA	ING. CARLO MAJORANO 23 di 81
---	--	-------------------------------------

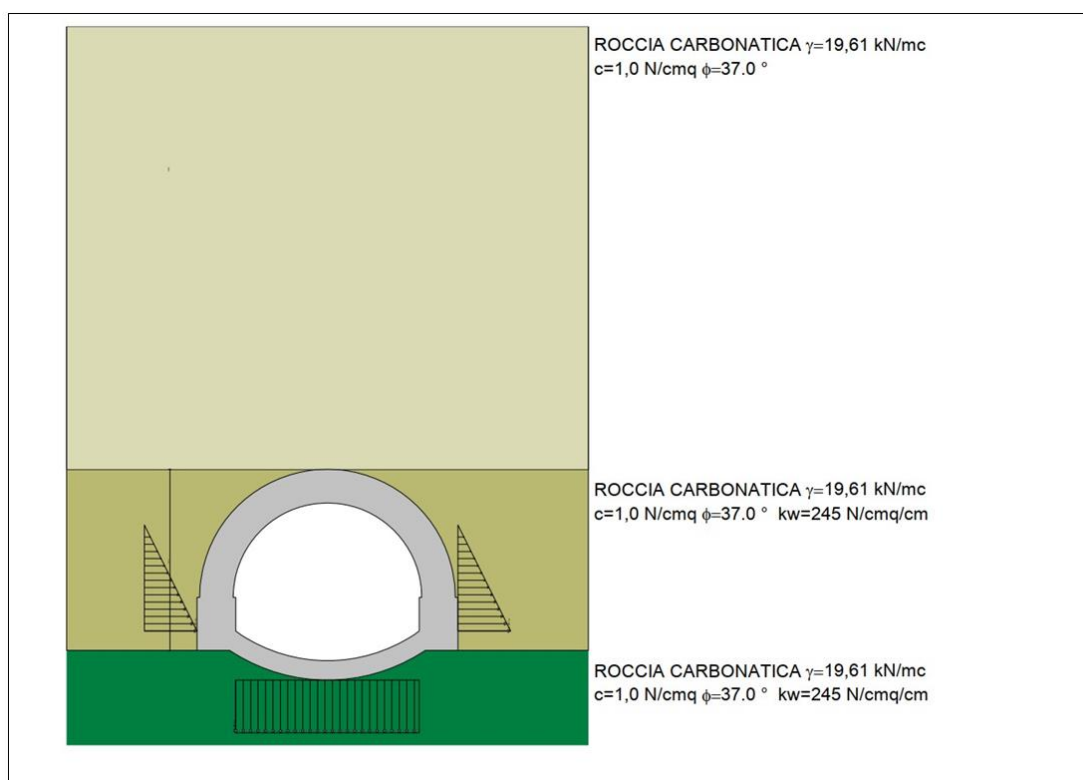


Figura 10.1 - Modellazione del terreno tratta dalla relazione tecnica del 2022

Caratterizzazione dei calcestruzzi

Le verifiche dei calcestruzzi sono state svolte dai progettisti sulla base dei valori delle resistenze ricavati dalle indagini svolte.

Verifiche condotte

Nella Relazione Tecnica elaborata nel 2022 sono riportate le verifiche a pressoflessione, a taglio ed a fessurazione di:

- piedritti,
- arco rovescio,
- calotta.

In tutti i casi esaminati è indicato che le "**sezioni risultano verificate**".

Colpisce la presenza di un Momento Flettente nullo in corrispondenza della sezione di mezzeria della Calotta.

L'estensore della Relazione ha, infatti, condotto le proprie analisi modellando la sezione trasversale della galleria con un "arco a tre cerniere".

Cod. Doc. R.03 Rev. A Data: APRILE 2026	INTERVENTI DI RECUPERO STATICO E FUNZIONALE DELL' IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO E DEL SERBATOIO A GALLERIA SITI IN LOCALITA' LAVORATE - NOCERA INFERIORE (SALERNO) RELAZIONE ILLUSTRATIVA	ING. CARLO MAJORANO 24 di 81
---	--	-------------------------------------

11. ANALISI CONDOTTE NEL 2026

Le analisi, condotte nel 2026 per verificare il comportamento della sezione trasversale tipo della galleria, sono state sviluppate con un programma di calcolo agli elementi finiti.

Il codice utilizzato è il SISMICAD della Concrete di Padova.

I modelli di calcolo impiegati hanno associato elementi "frame":

- agli elementi costituenti l' arco rovescio,
- ai piedritti,
- alla calotta.

Per tenere conto della presenza del terreno di fondazione sono state introdotte, in corrispondenza dei nodi che delimitano gli elementi finiti impiegati per rappresentare l' arco rovescio, molle dotate di opportuna rigidezza.

Le analisi sono state condotte nel rispetto delle prescrizioni formulate dalla normativa emanata con il D.M. 17.1.2018.

Sono state impiegate le condizioni di carico elementari di seguito elencate:

1. peso proprio delle strutture,
2. azioni esplicate sulla calotta dai calcari fratturati sovrastanti la galleria,
3. spinte sui piedritti dei calcari fratturati esterni alla galleria,
4. azioni esercitate dalle acque contenute.

Le condizioni di carico innanzi elencate sono state tra loro combinate allo scopo di massimizzare le sollecitazioni in tutti gli elementi strutturali.

Tra le possibili combinazioni di carico è stata, in particolare, considerata:

1. la contemporanea presenza dei pesi propri delle strutture, delle azioni esplicate sulla calotta dai calcari fratturati sovrastanti la galleria, delle spinte sui piedritti dei calcari fratturati, ,
2. la contemporanea presenza dei pesi propri delle strutture, delle azioni esplicate sulla calotta dai calcari fratturati sovrastanti la galleria, delle spinte sui piedritti dei calcari fratturati, delle azioni esercitate dalle acque contenute.

Cod. Doc. R.03 Rev. A Data: APRILE 2026	INTERVENTI DI RECUPERO STATICO E FUNZIONALE DELL' IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO E DEL SERBATOIO A GALLERIA SITI IN LOCALITA' LAVORATE - NOCERA INFERIORE (SALERNO) RELAZIONE ILLUSTRATIVA	ING. CARLO MAJORANO 25 di 81
---	--	-------------------------------------

11.1. Caratteristiche dei materiali

Nelle tabelle che seguono sono riportati i risultati delle prove a compressione ed a trazione condotte sulle carote estratte dal rivestimento delle gallerie.

RISULTATI DELLE PROVE											
Sigla campione	Sigla di laboratorio	Dimensioni provino [mm]		Massa provino	Massa volumica (1)	Sezione resistiva	Carico di rottura	Tensione di rottura	Data di prova	Modalità di rottura (2)	Rettifica (3)
		Ø	h	[kg]	[kg/m³]	[mm²]	[kN]	[MPa]			
C1/A	CLS. 622 / 1 A	74,4	148,1	1,473	2.288	4.347	86,34	19,9	27/06/2022	2	B
C2/A	CLS. 622 / 2 A	74,4	153,8	1,503	2.248	4.347	74,76	17,2	27/04/2022	2	B
C4/A	CLS. 622 / 3 A	74,4	151,8	1,519	2.302	4.347	94,7	21,8	27/06/2022	2	B
C5/A	CLS. 622 / 4 A	74,4	148,9	1,461	2.257	4.347	80,0	18,4	27/06/2022	2	B
C8/A	CLS. 622 / 5 A	74,4	151,8	1,541	2.335	4.347	73,7	17,0	27/06/2022	2	B

Resistenze cilindriche ottenute dalle prove a compressione

RISULTATI DELLE PROVE											
Sigla campione	Sigla di laboratorio	Dimensioni del provino (mm)		Massa provino (kg)	Massa volumica (kg/m³)	Sezione resistiva (mm²)	Carico di rottura (kN)	Tensione di rottura (MPa)	Data di prova	Modalità di rottura (1)	Rettifica (2)
		φ	h								
C1/B	622/1B	74,4	151,6	1,491	2262	11279	56,87	3,21	27/06/2022	2	B
C2/B	622/2B	74,4	152,0	1,489	2253	11309	33,60	1,89	27/06/2022	2	B
C4/B	622/3B	74,4	149,2	1,490	2297	11100	49,22	2,82	27/06/2022	2	B
C5/C	622/4B	74,4	152,4	1,509	2278	11339	40,25	2,26	27/06/2022	2	B
C8/C	622/5B	74,4	152,3	1,515	2288	11331	31,25	1,76	27/6/2022	2	B

Resistenze cilindriche ottenute dalle prove a trazione

Il valore della resistenza cilindrica a compressione è ricavato mediante la seguente correlazione:

$$f_{cis,i} = (F_{h/D} \times F_{dia} \times F_r) (F_{mc} \times F_d) \times f_{car,i}$$

nella quale i coefficienti correttivi assumono i valori di seguito indicati:

$F_{h/D}$ è il coefficiente correttivo che tiene conto del rapporto h/D, da assumere pari a 0.87, 0.93, 0.96, 0.98 e 1.00 per h/D pari, rispettivamente, a 1.0, 1.25, 1.50, 1.75 e 2.00. Nel caso di specie vale 1.00

F_{dia} è il coefficiente correttivo relativo al diametro, da assumere pari a 1.06, 1.00 e 0.98 per D pari, rispettivamente, a 50, 100 e 150 mm. Nel caso di specie vale 1.03

F_r è il coefficiente correttivo relativo alla presenza di armature incluse, da assumere pari a 1.00, 1.08 e 1.13 per la presenza, rispettivamente, di nessuna barra, 1 e 2 barre. Nel caso di specie vale 1.00

F_{mc} è il coefficiente che tiene conto dell'effetto del contenuto di umidità nella carota al momento della prova, da assumere pari a 1.09 per carote sature d'acqua e pari a 0.96 per carote completamente asciutte. Nel caso di specie, non avendo acquisito specifiche informazioni al riguardo, a vantaggio di statica è stato assunto pari ad 1.0

F_d è il coefficiente che tiene conto dell'effetto del rimaneggiamento dovuto all'estrazione. Nel caso di specie è stato assunto pari ad 1.06

Cod. Doc. R.03 Rev. A Data: APRILE 2026	INTERVENTI DI RECUPERO STATICO E FUNZIONALE DELL' IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO E DEL SERBATOIO A GALLERIA SITI IN LOCALITA' LAVORATE - NOCERA INFERIORE (SALERNO) RELAZIONE ILLUSTRATIVA	ING. CARLO MAJORANO 26 di 81
---	--	-------------------------------------

Si ha, dunque:

Correzione resistenza carote

Sigla Provino	F_{h/D}	F_{dia}	F_r	F_{mc}	F_d	F_{cis,i} [MPa]
C1/A	1,00	1,03	1,00	1,00	1,06	21,73
C2/A	1,00	1,03	1,00	1,00	1,06	18,78
C4/A	1,00	1,03	1,00	1,00	1,06	23,80
C5/A	1,00	1,03	1,00	1,00	1,06	20,09
C8/A	1,00	1,03	1,00	1,00	1,06	18,56

Il valore medio della resistenza cilindrica a compressione vale, dunque 20,59 MPa, da cui si ricava un valore medio della resistenza cubica a compressione pari a:
 $R_{cc} = 20,59 / 0,83 = 24,81 \text{ MPa}$

Considerato il numero delle carote si ritiene di assumere un Fattore di Confidenza (FC) pari ad 1,35, che corrisponde ad un Livello di Conoscenza (LC) limitato.

Si ha, quindi:

$$R_c = 24,81 / 1,35 = 18,37 \text{ MPa}$$

Seguendo la medesima trattazione nella tabella che segue si riportano i valori delle resistenze cilindriche a trazione ricavate dai valori delle resistenze cilindriche delle carote estratte:

Correzione resistenza carote

Sigla Provino	F_{h/D}	F_{dia}	F_r	F_{mc}	F_d	F_{cis,i} [MPa]
C1/B	1,00	1,03	1,00	1,00	1,06	3,50
C2/B	1,00	1,03	1,00	1,00	1,06	2,06
C4/B	1,00	1,03	1,00	1,00	1,06	2,82
C5/C	1,00	1,03	1,00	1,00	1,06	2,47
C8/C	1,00	1,03	1,00	1,00	1,06	1,92

Il valore medio della resistenza cilindrica a trazione vale, dunque 2,55 MPa, da cui si ricava un valore medio della resistenza cubica a trazione pari a:

$$R_{ct} = 2,55 / 0,83 = 3,07 \text{ MPa}$$

Con il medesimo fattore di confidenza si ha:

$$R_t = 3,07 / 1,35 = 2,27 \text{ MPa}$$

Dal valore precedente può essere ricavata la resistenza a trazione per flessione, che vale:

$$R_{t-fl} = 2,27 \cdot \bar{A}_{t,2} = 2,73 \text{ MPa}$$

Cod. Doc. R.03 Rev. A Data: APRILE 2026	INTERVENTI DI RECUPERO STATICO E FUNZIONALE DELL' IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO E DEL SERBATOIO A GALLERIA SITI IN LOCALITA' LAVORATE - NOCERA INFERIORE (SALERNO) RELAZIONE ILLUSTRATIVA	ING. CARLO MAJORANO 27 di 81
---	--	-------------------------------------

11.2. Analisi dei carichi

Di seguito si riporta l' analisi dei carichi agenti sulle strutture della galleria.

Peso proprio delle strutture

Il peso del rivestimento della galleria è stato ricavato in base al peso specifico del calcestruzzo ed agli spessori ricavati dalle indagini.

Azioni esplicate sulla calotta dai calcari fratturati sovrastanti la galleria

Per la definizione del carico agente al di sopra della calotta si è fatto riferimento al metodo di Caquot & Kerisel, che adotta le stesse ipotesi del metodo di Terzaghi.

Tale metodo considera che il carico al di sopra della calotta si manifesti come semplice peso di una massa parabolica o ellittica di distacco

Considerando una galleria di raggio r_0 della calotta, scavata alla profondità H (misurata fra l'asse della galleria e il piano campagna) in un terreno dotato di angolo di attrito ϕ , coesione c e peso di volume γ , si ha che il carico agente sulla calotta è pari a:

$$p_v = \frac{\gamma \cdot r_0}{\gamma r_0 - 2} \gamma r_0^2 - \frac{\gamma}{\gamma r_0} \gamma r_0^2$$

dove:

$$\gamma r_0^2 = \frac{r_0}{r_0} - \frac{r_0}{r_0} \gamma r_0^2$$

$$\gamma r_0^2 = 1 - \frac{r_0}{r_0} \gamma r_0^2$$

- K_p coefficiente di spinta passiva espresso come $K_p = \tan^2(45 + \phi/2)$

Nel caso in esame, assumendo:

- una profondità media H sulla galleria pari a 47 m,
- $r_0 = 3,45$ m
- $\phi = 37^\circ$ per cui $K_p = 4,02$
- $c = 10$ kPa

si ha che il valore del carico agente sulla calotta p_v risulta pari a 2.810 daN/mq.

Spinte dei calcari sui piedritti

Sui piedritti agisce la spinta prodotta dal terreno, che, cautelativamente, è stato considerato in condizioni "di riposo" e privo di coesione.

La sua generica ordinata vale:

$$p(z) = K_0 p_v + K_0 \gamma z$$

dove:

- $k_0 = (1 - \sin \phi)$ è il coefficiente di spinta a riposo pari a 0,398,
- p_v è il carico agente sulla calotta, ricavato precedentemente,
- z rappresenta la profondità dal piano medio della sezione di chiave della galleria.

<i>Cod. Doc.</i> R.03 Rev. A <i>Data:</i> APRILE 2026	INTERVENTI DI RECUPERO STATICO E FUNZIONALE DELL' IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO E DEL SERBATOIO A GALLERIA SITI IN LOCALITA' LAVORATE - NOCERA INFERIORE (SALERNO) RELAZIONE ILLUSTRATIVA	ING. CARLO MAJORANO 28 di 81
---	--	-------------------------------------

Azioni esercitate dalle acque contenute.

La struttura è sollecitata dalla presenza del liquido all' interno della galleria.

L' ordinata massima della spinta sul rivestimento, che coincide con il carico distribuito prodotto sull'arco rovescio di fondazione, risulta:

$$q(z) = \gamma_{\text{acqua}} \cdot z = 1.000 \cdot 5,3 = 5.300 \text{ daN/mq}$$

Cod. Doc. R.03 Rev. A Data: APRILE 2026	INTERVENTI DI RECUPERO STATICO E FUNZIONALE DELL' IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO E DEL SERBATOIO A GALLERIA SITI IN LOCALITA' LAVORATE - NOCERA INFERIORE (SALERNO) RELAZIONE ILLUSTRATIVA	ING. CARLO MAJORANO 29 di 81
---	--	-------------------------------------

11.3. Modellazione arco rovescio

Come indicato nel paragrafo 11. l' arco rovescio della sezione trasversale della galleria è stato modellato come una trave elastica su suolo elastico.

Di seguito si riportano le analisi che sono state condotte per ricavare i valori delle "molle alla Winkler".

La possibilità di individuare un ragionevole valore del modulo di elasticità di una roccia fratturata è legata alla conoscenza di:

Q = Rock Mass Quality

RMR = Rock Mass Rating

Il primo fattore, introdotto da Barton et al. (1974), dipende da 6 grandezze che dovrebbero essere rilevate nel corso dei sondaggi, attraverso la formula:

$$Q = \frac{RQD}{J_n} \cdot \frac{J_r}{J_a} \cdot \frac{J_w}{SRF}$$

nella quale:

RQD = Rock-Quality Designation (Deere, 1963)

J_n = numero che esprime la frequenza di giunti

J_r = numero che esprime la rugosità dei giunti

J_a = numero che esprime l'alterazione dei giunti

J_w = numero che esprime la penetrabilità del giunto all'acqua

SRF = fattore di riduzione dello stato tensionale

Nel caso di specie i dati disponibili sono decisamente pochi.

Si può, forse, risalire al parametro RQD estrapolando i dati acquisiti dal sondaggio S1 o assumendo presenti le rocce carbonatiche individuate nel sondaggio S2¹.

In tale ultimo caso si potrebbe pervenire ad un valore medio pari a 21.8.

Per gli altri parametri, in questa fase della progettazione, si è impiegata la documentazione fotografica che ritrae i materiali prelevati nel corso del sondaggio.

E' stato possibile assegnare i valori che di seguito si riportano:

J_n = 15 (più di 4 insiemi di giunti, casuali)

J_r = 3 (lisci, ondulati)

J_a = 2 (superficie dei giunti leggermente alterata)

J_w = 1 (condizioni asciutte o comunque con portate inferiori a 5 l/s)

SRF = 1 (stato tensionale medio)

pervenendo al valore

Q = 2.18.

Attraverso le correlazioni suggerite da:

Beniawski (1976), basata su 111 case histories in tutto il mondo:

$$RQD = 9 \cdot J_n + 44$$

Abad et al. (1983), basata su 187 case histories in Spagna:

$$RQD = 10.5 \cdot J_n + 42$$

¹ Si vedano al riguardo le valutazioni condotte nel paragrafo 3.2 della "Relazione su accertamenti e indagini"

Cod. Doc. R.03 Rev. A Data: APRILE 2026	INTERVENTI DI RECUPERO STATICO E FUNZIONALE DELL' IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO E DEL SERBATOIO A GALLERIA SITI IN LOCALITA' LAVORATE - NOCERA INFERIORE (SALERNO) RELAZIONE ILLUSTRATIVA	ING. CARLO MAJORANO 30 di 81
---	--	-------------------------------------

è stato possibile ottenere i valori

$$RMR_1 = 51.0$$

$$RMR_2 = 50.2$$

che appaiono molto simili tra loro e che vanno utilizzati nelle correlazioni fornite da:

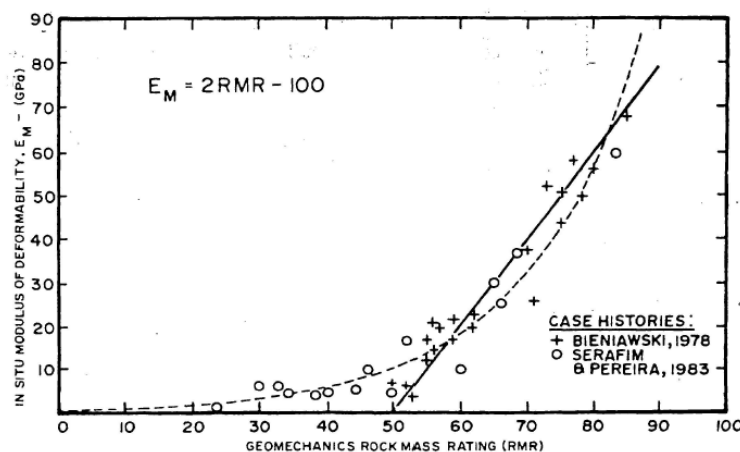
Beniawski (1978): $E_M = 2 \cdot RMR - 100$

e

Serafim & Pereira (1983): $E_M = 10 \cdot \frac{RMR - 10}{20}$

nelle quali E rappresenta il modulo di elasticità della roccia espresso in GPa.

Come si vede dal diagramma seguente, nel campo dei valori di RMR inferiori a circa 60, la correlazione fornita da Bienawski restituisce i valori più bassi, quindi a vantaggio di sicurezza.



Assumendo, dunque, $RMR_1 = 51$ secondo le indicazioni fornite da Beniawski nell'equazione fornita dallo stesso autore, ritenuta, oltre che più cautelativa, anche rappresentativa delle più disparate condizioni geologiche vista la provenienza delle 111 case histories, si ottiene

$$E = 2 \text{ GPa} = 20000 \text{ kg/cm}^2$$

Un valore molto più elevato si otterrebbe, invece, dalla trattazione di Serafim & Pereira.

Per una striscia di arco rovescio di larghezza unitaria ($B = 100 \text{ cm}$), si ottiene

$$k = E/B = 200 \text{ kg/cm}^3$$

A vantaggio di statica nelle elaborazioni svolte si è impiegato:

$$k = 100 \text{ kg/cm}^3$$

Si suggerisce, in ogni caso e come indicato nella "Relazione sugli accertamenti e verifiche preliminari", di pervenire, nelle successive fasi della progettazione, ad una caratterizzazione dei materiali esterni ad i piedritti e sottostanti l' arco rovescio, oggi mancante.

Cod. Doc. R.03 Rev. A Data: APRILE 2026	INTERVENTI DI RECUPERO STATICO E FUNZIONALE DELL' IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO E DEL SERBATOIO A GALLERIA SITI IN LOCALITA' LAVORATE - NOCERA INFERIORE (SALERNO) RELAZIONE ILLUSTRATIVA	ING. CARLO MAJORANO 31 di 81
---	--	-------------------------------------

11.4. Elaborazioni svolte

Di seguito sono riepilogati in forma grafica l' input e l' output delle elaborazioni svolte.

In particolare sono riportati, per i due casi esaminati, che differiscono tra loro per la presenza di una cerniera in corrispondenza della sezione di mezzeria della calotta:

- a. il modello geometrico impiegato nelle analisi numeriche,
- b. le condizioni di carico elementari specificamente analizzate,
- c. le sollecitazioni prodotte negli elementi beam nelle combinazioni di carico più gravose.

Cod. Doc. R.03 Rev. A Data: APRILE 2026	INTERVENTI DI RECUPERO STATICO E FUNZIONALE DELL' IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO E DEL SERBATOIO A GALLERIA SITI IN LOCALITA' LAVORATE - NOCERA INFERIORE (SALERNO) RELAZIONE ILLUSTRATIVA	ING. CARLO MAJORANO 32 di 81
---	--	-------------------------------------

Lo schema di calcolo è il seguente:

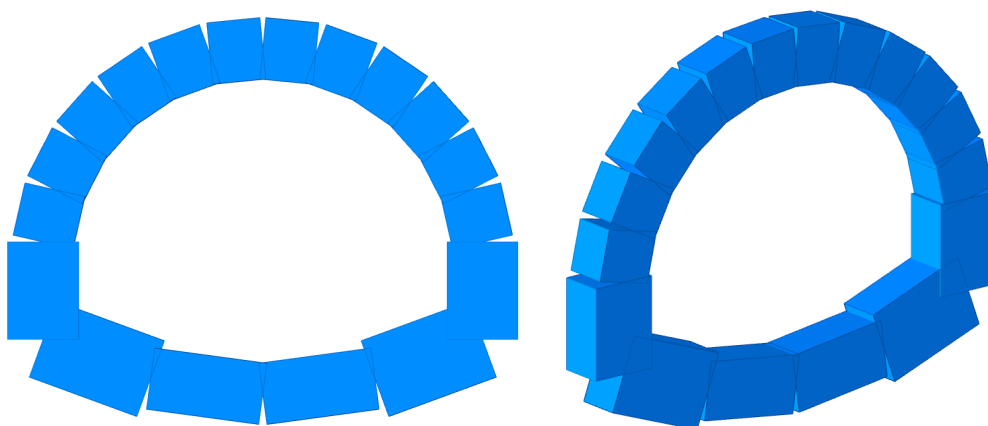


Figura 11.1 - Modello di calcolo della galleria (con o senza cerniera in calotta)

Sono state utilizzate le condizioni di carico elementari di seguito riportate:

Carico permanente agente sulla calotta

Il carico agente al di sopra della calotta, definito al paragrafo 11.2, è considerato agente in direzione verticale ed è pari a 2.810 daN/m^2 . La distribuzione del carico è riportata nella figura seguente.

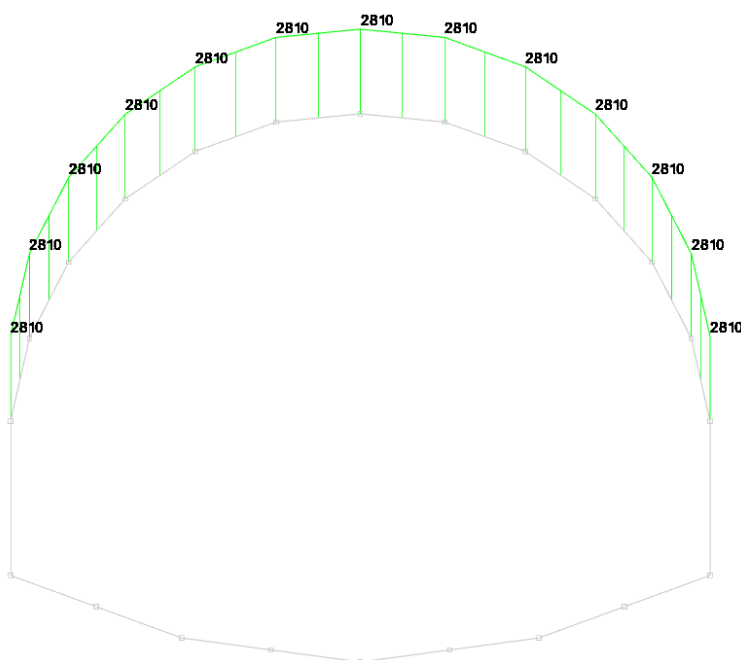


Figura 11.2 - Distribuzione del carico agente in calotta

Spinte sui piedritti dei calcari fratturati esterni alla galleria

Sui piedritti agisce la spinta prodotta dal terreno, che, cautelativamente, è stato considerato in condizioni "di riposo" e privo di coesione.

Indicando con z_1 la quota corrispondente al piano medio della sezione di chiave l' e con z_2 l' approfondimento dell'intersezione tra il piedritto e l'arco rovescio, le generiche ordinate delle spinte laterali valgono:

Cod. Doc. R.03 Rev. A Data: APRILE 2026	INTERVENTI DI RECUPERO STATICO E FUNZIONALE DELL' IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO E DEL SERBATOIO A GALLERIA SITI IN LOCALITA' LAVORATE - NOCERA INFERIORE (SALERNO) RELAZIONE ILLUSTRATIVA	ING. CARLO MAJORANO 33 di 81
---	--	-------------------------------------

$$q_{t1}(z_1) = k_0 \cdot p_v + k_0 \cdot \gamma \cdot z_1 = 0,398 \cdot 2.810 + 0,398 \cdot 1.961 \cdot 0 = 1.118 \text{ daN/m}$$

$$q_{t2}(z_2) = k_0 \cdot p_v + k_0 \cdot \gamma \cdot z_2 = 0,398 \cdot 2.810 + 0,398 \cdot 1.961 \cdot 6,24 = 5.983 \text{ daN/m}$$

La distribuzione delle spinte è riportata di seguito.

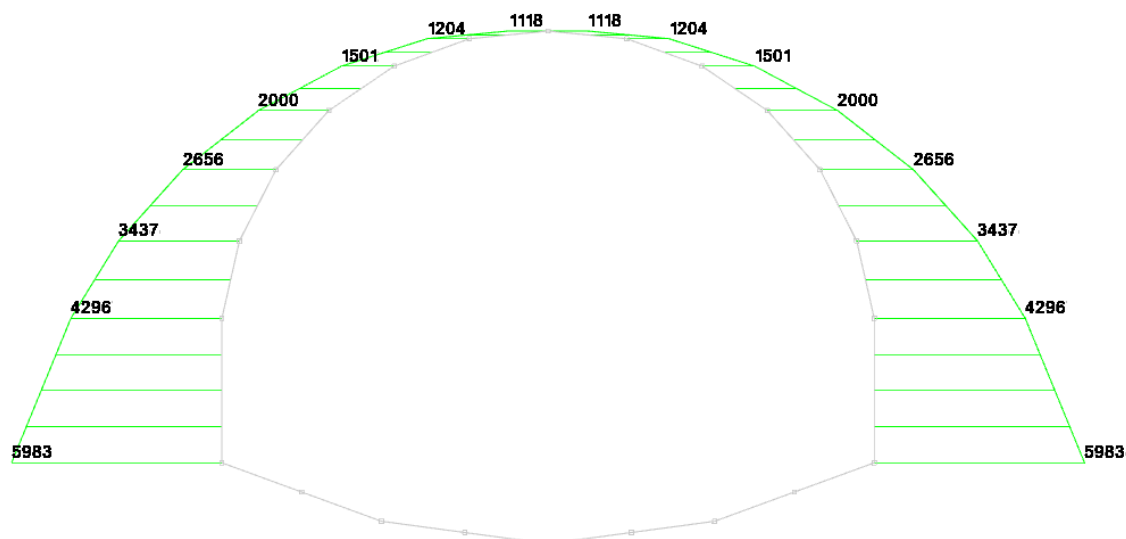


Figura 11.3 - Distribuzione delle spinte laterali

Azioni esercitate dalle acque contenute.

Nelle analisi si è, altresì, ipotizzata la presenza del liquido all' interno della galleria. L' ordinata massima della spinta sulle pareti, che coincide con il carico distribuito prodotto sull'arco rovescio, risulta:

$$q(z) = \gamma_{\text{acqua}} \cdot z = 1.000 \cdot 5,3 = 5.300 \text{ daN/m}$$

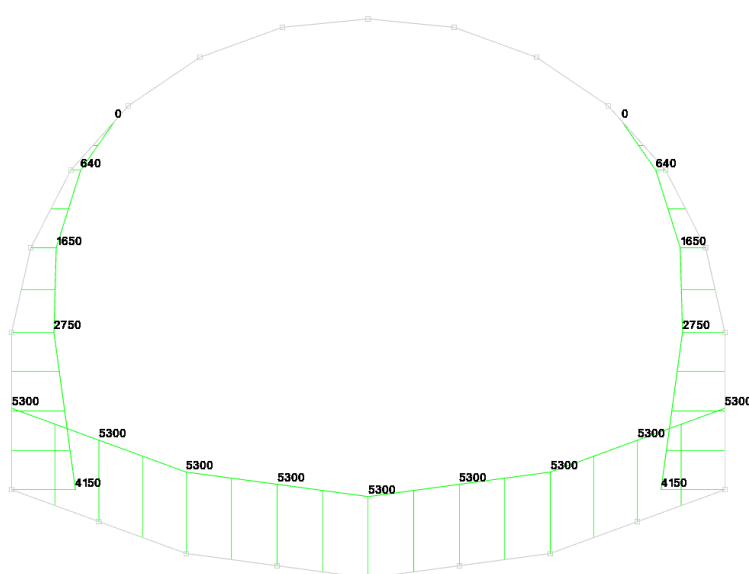


Figura 11.4 - Distribuzione dei carichi del liquido all'interno della galleria

Di seguito, per i due modelli analizzati si riportano i diagrammi delle sollecitazioni ottenuti sugli elementi beam per l' involucro delle combinazioni di carico.

- Modello senza cerniera in corrispondenza della sezione di chiave della galleria

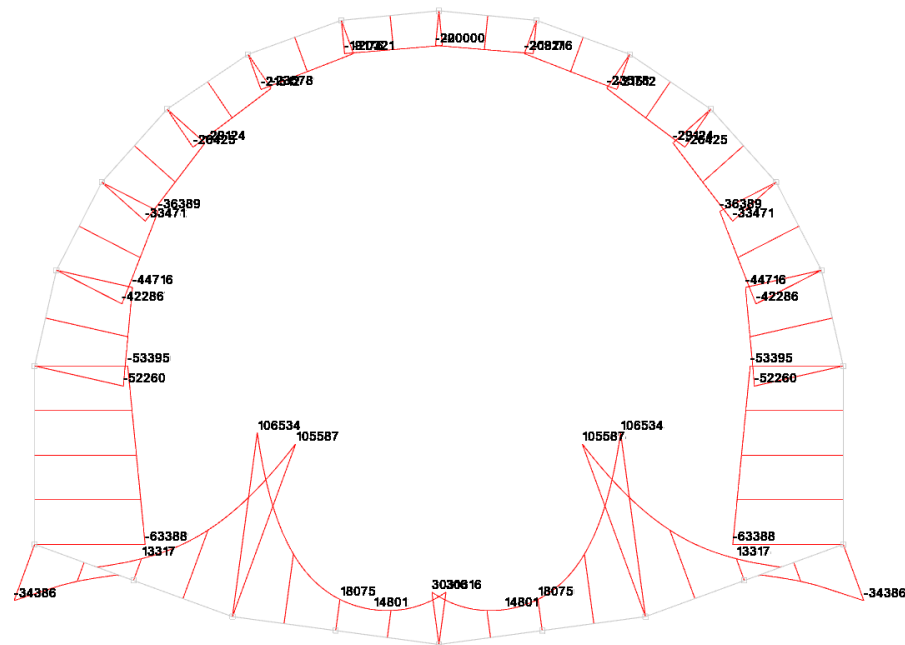


Figura 11.5 - Diagramma Inviluppo Combinazioni SLU dello Sforzo Normale (daN)

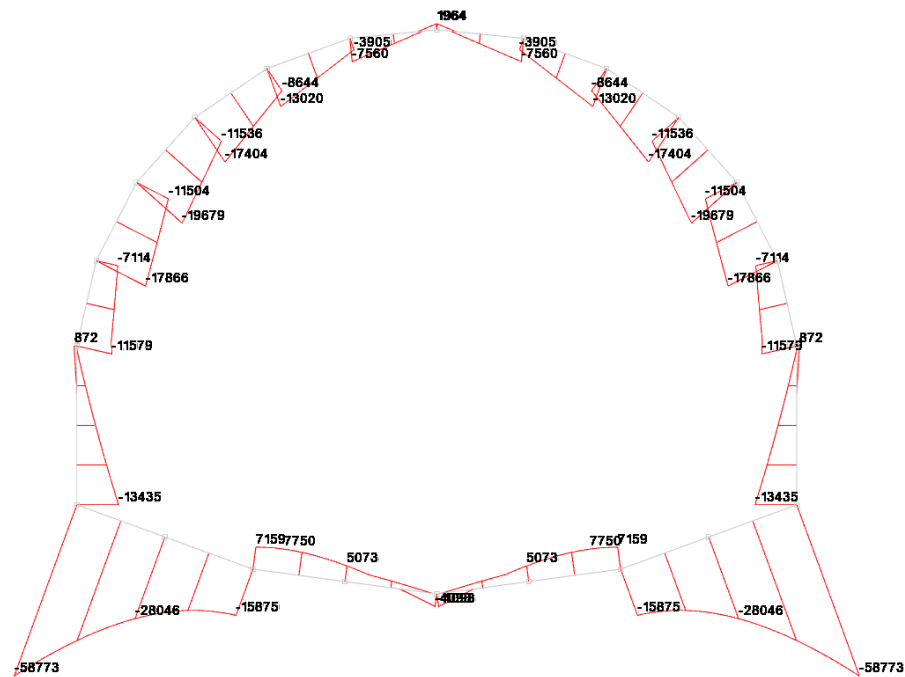
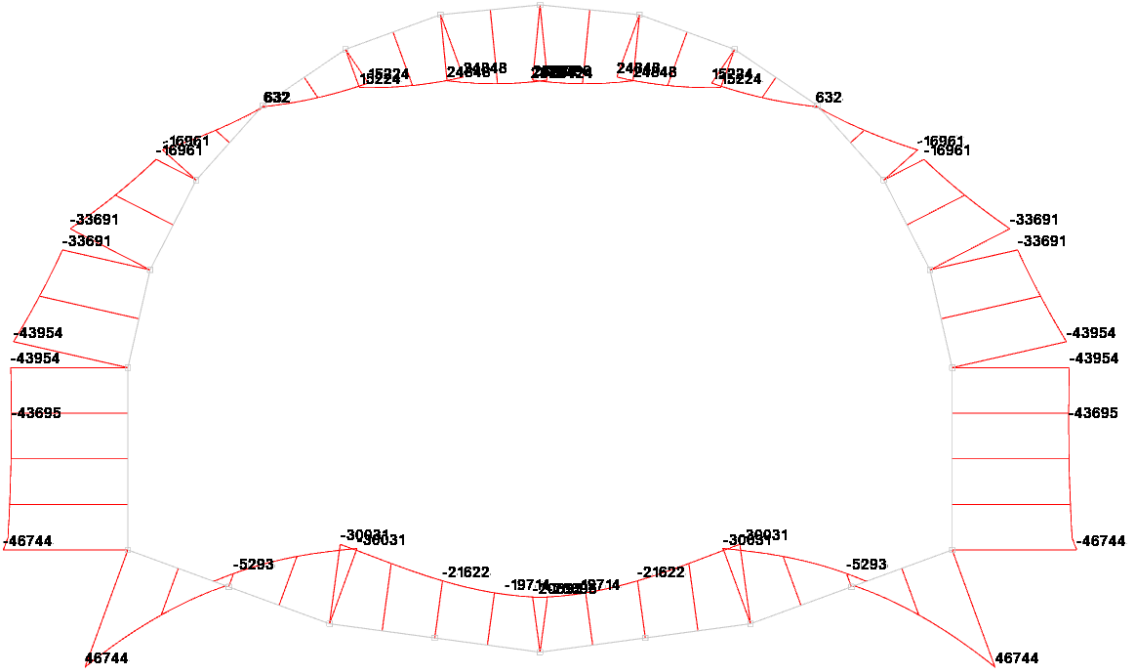


Figura 11.6 - Diagramma Inviluppo Combinazioni SLU dello Taglio (daN)



- **Modello con cerniera in corrispondenza della sezione di chiave della galleria**

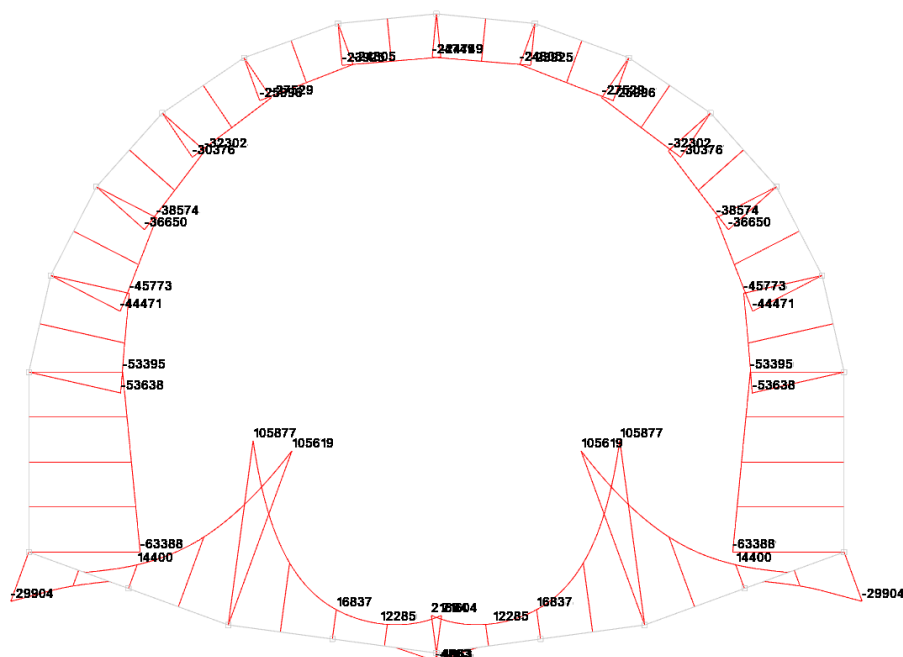


Figura 11.8 - Diagramma Involuppo Combinazioni SLU dello Sforzo Normale (daN)

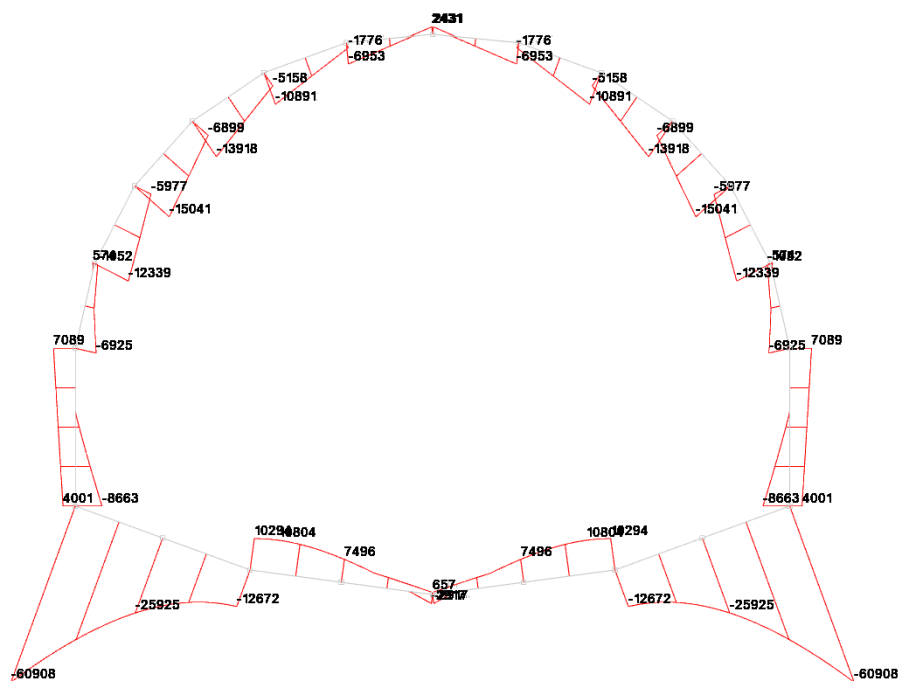


Figura 11.9 - Diagramma Inviluppo Combinazioni SLU dello Taglio (daN)

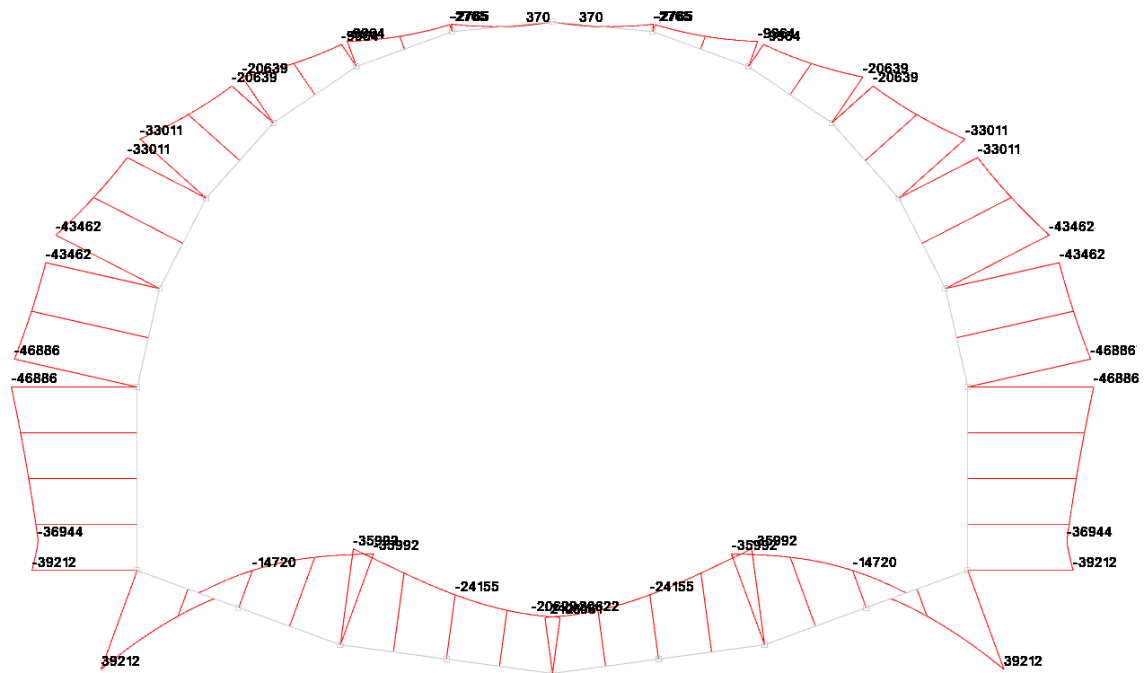


Figura 11.10 - Diagramma Inviluppo Combinazioni SLU del Momento flettente (daNm)

11.5. Verifiche delle sezioni con resistenza a trazione nulla nel calcestruzzo

Di seguito sono riportate le verifiche a presso flessione delle sezioni dei due modelli esaminati nel paragrafo precedente.

Si specifica, al riguardo, che sono riportate esclusivamente le verifiche delle sezioni che risultano soddisfatte.

- Verifica nella sezione di incastro tra il piedritto e l'arco rovescio nel modello senza cerniera calotta.

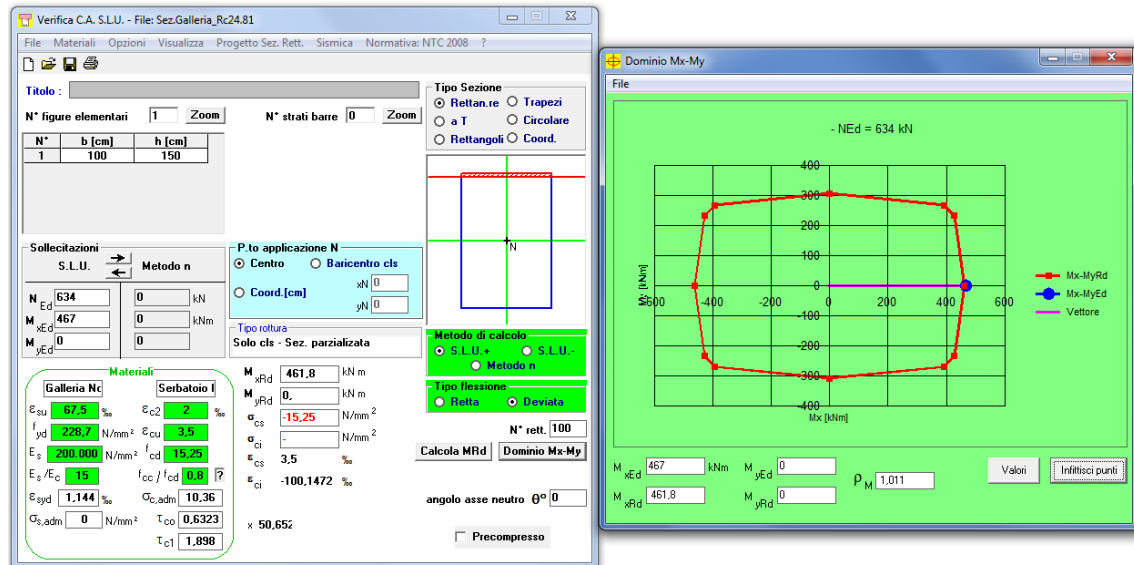


Figura 11.11 - Verifica Sezione d'incastro piedritto

- Verifica nella sezione di incastro tra il piedritto e l'arco rovescio nel modello con cerniera in calotta.

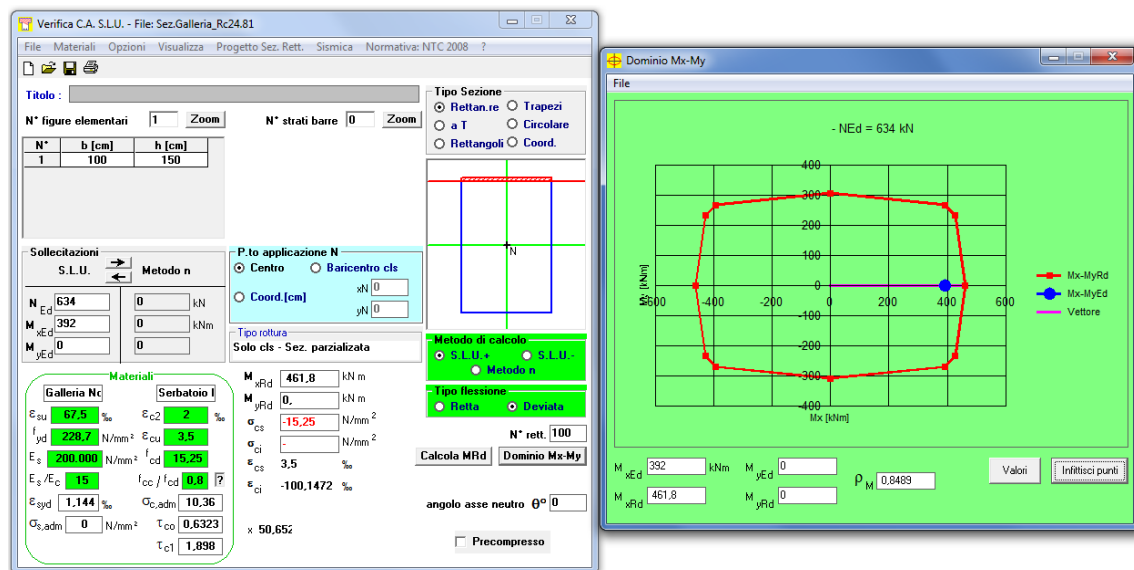


Figura 11.12 - Verifica Sezione d'incastro piedritto

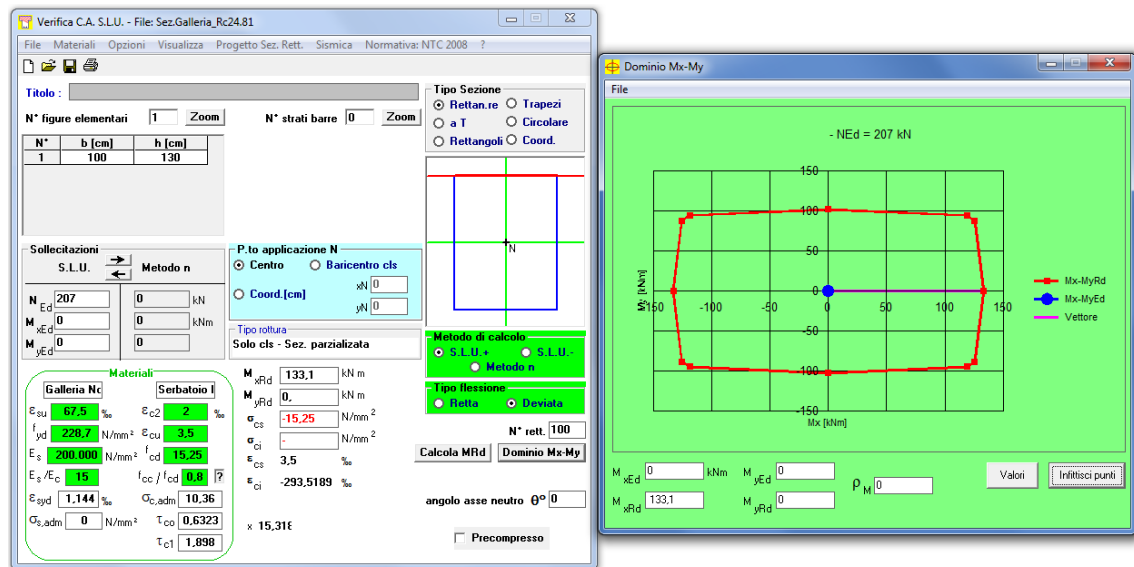


Figura 11.13 - Verifica Sezione Calotta

Non sono riportate le verifiche delle altre sezioni, perché non soddisfatte.

Cod. Doc. R.03 Rev. A Data: APRILE 2026	INTERVENTI DI RECUPERO STATICO E FUNZIONALE DELL' IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO E DEL SERBATOIO A GALLERIA SITI IN LOCALITA' LAVORATE - NOCERA INFERIORE (SALERNO) RELAZIONE ILLUSTRATIVA	ING. CARLO MAJORANO 40 di 81
---	--	-------------------------------------

11.6. Considerazioni sulle strutture esistenti

Le gallerie del Serbatoio in esame sono state costruite negli anni sessanta e sono state scavate nel calcare fratturato.

Il rivestimento interno è stato realizzato con un calcestruzzo, ancora oggi di discrete caratteristiche meccaniche, privo di armatura, ma dotato di spessori significativi.

I numerosi sopralluoghi effettuati non hanno evidenziato significative criticità statiche.

Le lesioni percepibili sono ubicate all' incirca in corrispondenza della sezione di mezzeria della calotta, in una posizione che corrisponde alla cerniera prevista nel secondo dei modelli di calcolo utilizzati.

Decisamente trascurabili le lesioni che compaiono in corrispondenza del calpestio.

A quanto sopra è il caso di aggiungere qualche considerazione sulle carote estratte.

Come emerge dall' esame delle fotografie che seguono il loro tratto terminale appare integro e non presenta segni che possano far pensare ad una crisi della sezione per trazione.



Fotografia 11.1 - Carota C1 da 74 mm (L = 1670 mm) estratta nel 2022



Fotografia 11.2 - Carota C2 da 74 mm (L = 1430 mm) estratta nel 2022



Fotografia 11.3 - Carota C4 da 74 mm (L = 1310 mm) estratta nel 2022



Fotografia 11.4 - Carota C5 da 74 mm (L = 1390 mm) estratta nel 2022



Fotografia 11.5 - Carota C8 da 74 mm (L = 1720 mm) estratta nel 2022

Cod. Doc. R.03 Rev. A Data: APRILE 2026	INTERVENTI DI RECUPERO STATICO E FUNZIONALE DELL' IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO E DEL SERBATOIO A GALLERIA SITI IN LOCALITA' LAVORATE - NOCERA INFERIORE (SALERNO) RELAZIONE ILLUSTRATIVA	ING. CARLO MAJORANO 41 di 81
---	---	--



Fotografia 11.6 - Tratto finale (da 85 a 157) della Carota 1



Fotografia 11.7 - Tratto finale (da 75 a 150) della Carota 2



Fotografia 11.8 - Tratto finale (da 60 a 150) della Carota 3



Fotografia 11.9 - Tratto finale (da 120 a 160) della Carota 4

<i>Cod. Doc.</i> R.03 Rev. A <i>Data:</i> APRILE 2026	INTERVENTI DI RECUPERO STATICO E FUNZIONALE DELL' IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO E DEL SERBATOIO A GALLERIA SITI IN LOCALITA' LAVORATE - NOCERA INFERIORE (SALERNO) RELAZIONE ILLUSTRATIVA	ING. CARLO MAJORANO 42 di 81
---	---	--



Fotografia 11.10 - Tratto finale (da 47 a 165) della Carota 5

Cod. Doc. R.03 Rev. A Data: APRILE 2026	INTERVENTI DI RECUPERO STATICO E FUNZIONALE DELL' IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO E DEL SERBATOIO A GALLERIA SITI IN LOCALITA' LAVORATE - NOCERA INFERIORE (SALERNO) RELAZIONE ILLUSTRATIVA	ING. CARLO MAJORANO 43 di 81
---	--	-------------------------------------

11.7. Verifiche delle sezioni condotte assumendo presente la resistenza a trazione del calcestruzzo

Le NTC 2018 non consentono, in generale, di portare in conto nelle verifiche allo Stato Limite Ultimo la resistenza a trazione del calcestruzzo.

Per le strutture esistenti, però, ammettono la modellazione del comportamento reale, anche sfruttando capacità non previste per il nuovo, purché la stessa sia:

- supportata da prove sperimentali,
- coerente con un modello meccanico realistico,
- non porti a meccanismi fragili improvvisi.

In altre parole quando si riesce a dimostrare che il calcestruzzo esistente è in grado di sviluppare una reale capacità di resistere a trazione, la si può portare in conto nelle verifiche, purché il meccanismo sia coerente e non fragile.

E' vero che non esiste un articolo specifico del Capitolo 8 delle NTC 2018 che indichi esplicitamente che *non si può considerare la resistenza a trazione del calcestruzzo se si hanno prove sperimentali.*

E' altrettanto vero, però, che la norma lo permette in modo implicito e pienamente legittimo, attraverso un paragrafo chiave, che definisce come deve essere valutata una struttura esistente e che autorizza l'uso del comportamento reale dei materiali, anche quando diverso dai modelli prescrittivi da utilizzare per le nuove costruzioni.

Si sta facendo riferimento al paragrafo 8.5.3 dal titolo "Caratterizzazione meccanica dei materiali", che, tra l'altro, specifica che

- *i valori di progetto delle resistenze meccaniche dei materiali devono essere valutati sulla base delle indagini e delle prove effettuate sulla struttura, tenendo motivatamente conto dell'entità delle dispersioni, prescindendo dalle classi discretizzate previste nelle norme per le nuove costruzioni,*
- *[...] il prelievo dei campioni dalla struttura e l'esecuzione delle prove stesse devono essere effettuate a cura di un laboratorio di cui all'articolo 59 del DPR 380/2001.*

In sostanza il paragrafo stabilisce che la resistenza dei materiali nelle costruzioni esistenti deve essere valutata mediante prove sperimentali e che i valori ottenuti dalle stesse possono essere assunti per la modellazione strutturale, previo uso dei coefficienti di sicurezza appropriati.

Nelle tabelle riportate di seguito si riepilogano, dunque, per le sezioni più significative della struttura, le sollecitazioni massime e l'esito delle verifiche di pressoflessione condotte tenendo conto della resistenza a trazione del calcestruzzo.

Le verifiche sono state eseguite ipotizzando che i materiali abbiano un comportamento elastico lineare e che lo stato tensionale sia dato dalla sovrapposizione degli effetti:

$$\sigma = N/A \pm M/W$$

dove A è l'area della sezione e W è il modulo di resistenza.

Cod. Doc. R.03 Rev. A Data: APRILE 2026	INTERVENTI DI RECUPERO STATICO E FUNZIONALE DELL' IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO E DEL SERBATOIO A GALLERIA SITI IN LOCALITA' LAVORATE - NOCERA INFERIORE (SALERNO) RELAZIONE ILLUSTRATIVA	ING. CARLO MAJORANO 44 di 81
---	--	-------------------------------------

Modello senza cerniera nella sezione di chiave della calotta										
Sezione	Sezione		Sollecitazioni		Tensioni					
	B	H	M	N	$\hat{\sigma}_c$	$f_{c,m}$	Verifica	$\hat{\sigma}_t$	$f_{t-fles,m}$	Verifica
	m	m	daNm	daN	MPa	MPa		MPa	MPa	
Arco rovescio Inters. Piedritto	1	1,8	46744	34386	1,06	15,25	Verificato	-0,67	2,27	Verificato
Arco rovescio Mezzeria	1	1,3	20695	-30316	0,50		Verificato	-0,97		Verificato
Piedritto Inters. Fondazione	1	1,5	46744	63388	1,67		Verificato	-0,82		Verificato
Piedritto Inizio Calotta	1	1,3	43954	53395	1,97		Verificato	-1,15		Verificato
Calotta	1	1,3	28296	14550	1,12		Verificato	-0,89		Verificato

Modello con cerniera nella sezione di chiave della calotta										
Sezione	Sezione		Sollecitazioni		Tensioni					
	B	H	M	N	$\hat{\sigma}_c$	$f_{c,m}$	Verifica	$\hat{\sigma}_t$	$f_{t-fles,m}$	Verifica
	m	m	daNm	daN	MPa	MPa		MPa	MPa	
Arco rovescio Inters. Piedritto	1	1,8	39212	29904	0,89	15,25	Verificato	-0,56	2,27	Verificato
Arco rovescio Mezzeria	1	1,3	21061	-21604	0,58		Verificato	-0,91		Verificato
Piedritto Inters. Fondazione	1	1,5	39212	63388	1,47		Verificato	-0,62		Verificato
Piedritto Inizio Calotta	1	1,3	46886	53395	2,08		Verificato	-1,25		Verificato
Calotta	1	1,3	0	20737	0,16		Verificato	0,16		Verificato

Come si nota le tensioni risultano sempre significativamente inferiori rispetto alle resistenze ricavate attraverso le prove dirette sui materiali (cfr paragrafo 11.1).

Cod. Doc. R.03 Rev. A Data: APRILE 2026	INTERVENTI DI RECUPERO STATICO E FUNZIONALE DELL' IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO E DEL SERBATOIO A GALLERIA SITI IN LOCALITA' LAVORATE - NOCERA INFERIORE (SALERNO) RELAZIONE ILLUSTRATIVA	ING. CARLO MAJORANO 45 di 81
---	--	-------------------------------------

12. INTERVENTI SULLE STRUTTURE: VALUTAZIONE TECNICO ECONOMICA DELLE ALTERNATIVE

L' esame dei risultati delle analisi riportate nel paragrafo precedente, in uno con l' esame degli accertamenti condotti sui luoghi, consente le seguenti valutazioni preliminari, che saranno approfondite dagli estensori del Progetto di Fattibilità Tecnico Economica del quale il presente DOCFAP è propedeutico.

Le lesioni che sono state rinvenute in corrispondenza dei piedritti della galleria non sembrano denotare la presenza di criticità strutturali.

Forniscono, piuttosto, indicazioni sulle modalità seguite per la realizzazione delle gallerie ed a parere di chi scrive fanno pensare che i rivestimenti in calcestruzzo:

- sono stati eseguiti per conci,
- sono stati realizzati con più riprese di getto.

Tanto è risultato dagli accertamenti condotti sui luoghi, tanto emerge dalle analisi numeriche svolte, che indicano compresse le fibre dei piedritti interni alle gallerie.

Diverso sembra il caso delle lesioni visibili in corrispondenza delle calotte, rilevate nel rilievo LAS3D dal quale è tratta la immagine che segue, che trovano un riscontro nelle analisi condotte con il primo dei modelli di calcolo impiegati (quello privo di cerniere), che, per l' appunto, individua trazione nelle fibre intradossali.

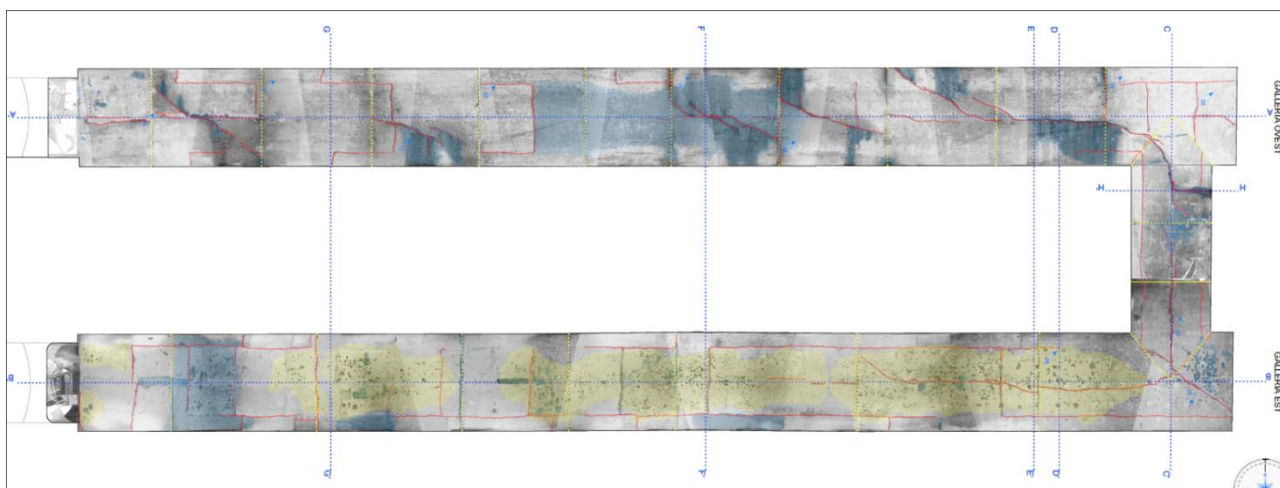


Figura 12.1 - Rilievo della calotta delle gallerie

Allo scopo di stabilire definitivamente se è il caso di adottare appositi provvedimenti, nelle successive fasi della progettazione dovranno essere impiegati modelli di calcolo più sofisticati che dipaneranno ogni dubbio.

In questa fase della progettazione si è ipotizzata la sarcitura con iniezioni di resine delle lesioni che saranno messe in luce dalla eliminazione degli intonaci ed un intervento di recupero statico, da condurre in corrispondenza delle superfici intradossali della calotta e sulle superfici estradossali dell' arco rovescio.

Lo stesso potrà essere eseguito, se confermato nel PFTE, ricorrendo, per esempio, a tessuti unidirezionali composti da fibra di carbonio ad alta resistenza in ordito e da un filo di vetro termoplastico senza funzioni strutturali in trama.

Non sembrano in ogni caso possibili interventi sulle superfici del rivestimento esterne alle gallerie.

Cod. Doc. R.03 Rev. A Data: APRILE 2026	INTERVENTI DI RECUPERO STATICO E FUNZIONALE DELL' IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO E DEL SERBATOIO A GALLERIA SITI IN LOCALITA' LAVORATE - NOCERA INFERIORE (SALERNO) RELAZIONE ILLUSTRATIVA	ING. CARLO MAJORANO 46 di 81
---	--	-------------------------------------

13. INTERVENTI DI IMPERMEABILIZZAZIONE: VALUTAZIONE TECNICO ECONOMICA DELLE ALTERNATIVE

Gli accertamenti condotti all' interno delle gallerie hanno mostrato che i calcestruzzi impiegati sono rivestiti da un intonaco, che presenta uno spessore pari, all'incirca, a 20 millimetri.

Come è noto sono state eseguite le prove di pull off meglio descritte nella Relazione curata da TecnoIn e nella Relazione sugli Accertamenti e sulle Verifiche Preliminari. Ebbene, tali sperimentazioni hanno mostrato una ridotta adesione degli intonachi ai calcestruzzi.

Tra le soluzioni progettuali previste per il recupero funzionale del Serbatoio si è, di conseguenza, ipotizzata anche quella prevede la completa demolizione degli intonachi presenti in corrispondenza dei piedritti e delle calotte.

Nei paragrafi che seguono si forniscono maggiori indicazioni sulle alternative progettuali esaminate.

Cod. Doc. R.03 Rev. A Data: APRILE 2026	INTERVENTI DI RECUPERO STATICO E FUNZIONALE DELL' IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO E DEL SERBATOIO A GALLERIA SITI IN LOCALITA' LAVORATE - NOCERA INFERIORE (SALERNO) RELAZIONE ILLUSTRATIVA	ING. CARLO MAJORANO 47 di 81
---	--	-------------------------------------

13.1. Impermeabilizzazione dei giunti di costruzione

Per la impermeabilizzazione dei giunti di costruzione si è previsto il ricorso ad appositi nastri elastici.

Sono stati esaminati i prodotti di seguito indicati, tutti messi sul mercato da aziende di sicura affidabilità:

- Fassa Bortolo: FASSA TPE (Bandella in TPE per la sigillatura e la impermeabilizzazione elastica di giunti);
- KERAKOLL: Aquastop Plus 120 (Nastro impermeabile elastico in TPE a elevata adesione, per giunti);
- MAPEI: MAPEBAND TPE (Nastro in TPE per la sigillatura e l' impermeabilizzazione elastica di giunti di dilatazione e fessure soggette a movimenti);
- SIKA: Sikadur-Combiflex SG System (Sistema di sigillatura ad alte prestazioni per giunti).

Allo scopo di valutare la fattibilità dell' intervento e verificare la efficacia degli adesivi indicati per la posa delle bandelle, come meglio si riferisce nella Relazione sugli Accertamenti e sulle Verifiche Preliminari, sono state condotte alcune sperimentazioni impiegando i nastri MAPEBAND TPE della MAPEI.

Chi scrive è, naturalmente, del parere che la scelta finale debba competere alla ditta che si aggiudicherà i lavori di recupero del Serbatoio.

Di seguito si fornisce una breve descrizione delle modalità di posa dei nastri:

- À asportazione degli intonachi nelle zone da trattare,
- À pulizia accurata del supporto, da eseguire attraverso la eliminazione di polveri, parti friabili, oli e residui,
- À preparazione della bandella,
- À verifica che il supporto sia asciutto o leggermente umido, mai bagnato con acqua libera,
- À taglio del nastro secondo la lunghezza necessaria: vanno previste sovrapposizioni minime di circa 20 cm quando si uniscono due tratti di nastro: le sovrapposizioni vanno saldate a caldo con pistola termica,
- À applicazione dell' adesivo epossidico bicomponente in corrispondenza delle fasce laterali della bandella con spatola dentata o liscia,
- À creazione di un letto continuo e compatto di adesivo,
- À posa in opera della bandella, da eseguire in modo che la stessa sia centrata rispetto al giunto: l'intervento va eseguito pressando energicamente il nastro con spatola o rullo allo scopo di eliminare aria e assicurare il letto pieno.

Cod. Doc. R.03 Rev. A Data: APRILE 2026	INTERVENTI DI RECUPERO STATICO E FUNZIONALE DELL' IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO E DEL SERBATOIO A GALLERIA SITI IN LOCALITA' LAVORATE - NOCERA INFERIORE (SALERNO) RELAZIONE ILLUSTRATIVA	ING. CARLO MAJORANO 48 di 81
---	--	-------------------------------------

13.2. Impermeabilizzazioni con membrane a base di poliurea

L' intervento che prevede la impermeabilizzazione delle strutture con membrane a base di poliurea è quello ipotizzato dagli estensori del Progetto Esecutivo predisposto nel 2022.

Esso è caratterizzato da costi molto elevati (nella analisi del prezzo riportata nel P.E. è indicato un nuovo prezzo di oltre 242 euro per mq, il che significa oltre 2.420.000 euro per il trattamento di tutte le superfici dei serbatoi) e prevede la esecuzione delle attività di seguito elencate:

- A eliminazione delle parti di rivestimento e/o di precedenti interventi che risultano distaccate e/o ammalorate);*
- A idropuizia della intera superficie della galleria;*
- A sarcitura delle lesioni con malta bicomponente epossidica tissotropica ADESILEX PG1 di MAPEI;*
- A sigillatura dei giunti con nastro MAPEBAND TPE 170 e adesivo epossidico bicomponente tissotropico ADESILEX PG4;*
- A applicazione di primer epossidico bicomponente trasparente in dispersione acquosa MAPECOAT I 600 W di MAPEI, a rullo;*
- A applicazione di primer epossimentizio tricomponente per sottofondi umidi TRIBLOCK P di MAPEI, in due mani a pennello, a rullo o a spruzzo;*
- A applicazione di primer epossidico bicomponente fillerizzato conforme agli standard di tenuta al gas radon PRIMER SN di MAPEI, a spatola;*
- A semina leggera di sabbia di QUARZO 0,5 di MAPEI, sul precedente strato fresco.*
- A applicazione di membrana bicomponente a base di poliurea pura PURTOP 1000 di MAPEI, a spruzzo.*

Chi scrive è consapevole del fatto che l'applicazione di poliurea su supporti molto umidi è possibile, ma è altrettanto consapevole del fatto che, sebbene la poliurea reagisca rapidamente anche su superfici umide, l'umidità residua nel supporto può evaporare col calore e causare specifici problematici difetti.

E' noto, infatti, che la poliurea aderisce in modo ottimale su superfici asciutte o caratterizzate da un livello di umidità molto basso.

Se la parete è umida, la poliurea rischia di distaccarsi, creare bolle o non polimerizzare correttamente.

Alla luce di quanto precede, e sentiti al riguardo i tecnici di diverse ditte potenzialmente interessate alla fornitura dei prodotti per le impermeabilizzazioni, è dunque del parere che l' intervento appena descritto non sia consigliabile.

Cod. Doc. R.03 Rev. A Data: APRILE 2026	INTERVENTI DI RECUPERO STATICO E FUNZIONALE DELL' IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO E DEL SERBATOIO A GALLERIA SITI IN LOCALITA' LAVORATE - NOCERA INFERIORE (SALERNO) RELAZIONE ILLUSTRATIVA	ING. CARLO MAJORANO 49 di 81
---	--	-------------------------------------

13.3. Impermeabilizzazioni con malte cementizie osmotiche

L' intervento che più frequentemente viene adottato per la impermeabilizzazione dei serbatoi destinati alla raccolta delle acque potabili è quello che prevede il ricorso alle malte cementizie osmotiche.

Le malte osmotiche sono ormai nel catalogo di tutte le principali aziende del settore.

Tra i prodotti disponibili, dei quali è riportato di seguito un breve elenco, come sinteticamente si dirà in seguito, si è avuta la opportunità di condurre alcune sperimentazioni sul Planiseal 88 della MAPEI, ma si ritiene possibile l' impiego di qualunque altra malta:

- Fassa Bortolo: Aquazip MO 660 (Malta cementizia monocomponente osmotica per l'impermeabilizzazione di strutture in muratura e calcestruzzo, idonea al contatto con acqua potabile);
- KERAKOLL: Metric Osmotic (Protettivo cementizio osmotico impermeabilizzante per calcestruzzo);
- MAPEI: Planiseal 88 (Malta cementizia osmotica idonea al contatto con acqua potabile per l'impermeabilizzazione di strutture in muratura e calcestruzzo);
- SIKA: MonoSeal-101 o SikaTop-581 Seal (Malta impermeabilizzante ad azione osmotica idonea al contatto con l' acqua potabile);
- WEBER Saint - Gobin: Weberdry OSMO (Malta antiaggressiva per impermeabilizzazione e regolarizzazione idonea al contatto con acqua potabile).

Il Planiseal 88 è una malta cementizia osmotica monocomponente, adatta per la impermeabilizzazione di serbatoi, vasche e manufatti in c.a., idonea al contatto con l' acqua potabile, applicabile anche in corrispondenza di superfici umide.

E' impermeabile alle spinte sia positive che negative ed è caratterizzata dalla penetrazione capillare e dalla cristallizzazione nei pori del calcestruzzo.

E' particolarmente indicato in:

- serbatoi interrati, con umidità strutturale importante,
- serbatoi rigidi a basso rischio di movimenti o fessure vive,
- per interventi di risanamento o manutenzione di strutture esistenti.

Come si rileva dalla Relazione sugli Accertamenti e sulle Verifiche preliminari i sopralluoghi effettuati all' interno delle gallerie principali del Serbatoio di Lavorate hanno evidenziato la presenza di una umidità molto elevata.

Allo scopo, dunque, di valutare la capacità delle malte osmotiche di aderire alle superfici delle strutture delle gallerie lo scrivente ha ricevuto a titolo gratuito dalla MAPEI, già interessata nel 2022 dagli estensori del primo progetto degli interventi, il materiale occorrente per impermeabilizzare alcuni metri quadri dei piedritti.

Con l' ausilio, dunque, delle maestranze della impresa scelta da GORI s.p.a. sono state trattate con il Planiseal 88 due superfici, rispettivamente dotate e non dotate di intonaco cementizio.

Attraverso specifiche prove di pull - off si è potuto constatare, da un lato, una discreta capacità del materiale impiegato di aderire al supporto, dall' altro la ridotta adesione dell' intonaco presente al calcestruzzo esistente.

Cod. Doc. R.03 Rev. A Data: APRILE 2026	INTERVENTI DI RECUPERO STATICO E FUNZIONALE DELL' IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO E DEL SERBATOIO A GALLERIA SITI IN LOCALITA' LAVORATE - NOCERA INFERIORE (SALERNO) RELAZIONE ILLUSTRATIVA	ING. CARLO MAJORANO 50 di 81
---	--	-------------------------------------

Sulla base delle esperienze espressamente svolte nel mese di marzo del 2026 si ritiene che l' intervento debba essere condotto attraverso le fasi di seguito elencate:

1. rimozione degli intonachi,
2. idropulizia delle superfici a vista,
3. rimozione totale di parti incoerenti, efflorescenze, residui, oli disarmanti,
4. scarnitura di zone degradate,
5. sarcitura delle lesioni con iniezioni di resine acriliche o poliuretaniche,
6. impermeabilizzazione dei giunti come da indicazioni fornite nel paragrafo 13.1,
7. rasatura del calcestruzzo con malte tixotropiche (Fassa Bortolo Geoactive, Kerakoll Geoactive, Mapei Mapegrout 430 zero, SikaEmaco S950, Weber webertec ripara ultra),
8. saturazione del supporto: la superficie da trattare deve essere umida ma non con acqua libera in movimento,
9. sigillatura di eventuali infiltrazioni puntuali con prodotti rapidi,
10. stesura della prima mano mediante spatola,
11. copertura completa e uniforme, risalita su spigoli e giunti,
12. applicazione della seconda mano dopo un intervallo di 4÷ 6 ore circa.

Quale che sia l' azienda fornitrice della malta in corso d'opera si raccomanda:

- la verifica della adesione e della compattezza dello strato
- il controllo degli spessori applicati,
- la ispezione visiva di continuità e assenza di cavillature.

Le fasi innanzi indicate includono la rimozione degli intonachi.

Chi scrive è del parere che sia la scelta più opportuna, anche perché consente, una volta eseguita anche la idropulizia delle superfici esposte, un rilievo più attendibile del quadro fessurativo ed una puntuale individuazione degli interventi di sarcitura e di impermeabilizzazione che si renderanno necessari.

Non esclude, però, che gli estensori del PFTE possano valutare la soluzione di prevedere la conservazione degli intonachi.

Cod. Doc. R.03 Rev. A Data: APRILE 2026	INTERVENTI DI RECUPERO STATICO E FUNZIONALE DELL' IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO E DEL SERBATOIO A GALLERIA SITI IN LOCALITA' LAVORATE - NOCERA INFERIORE (SALERNO) RELAZIONE ILLUSTRATIVA	ING. CARLO MAJORANO 51 di 81
---	--	-------------------------------------

13.4. Altre soluzioni per gli interventi di impermeabilizzazione

Le ricerche di mercato condotte dallo scrivente hanno consentito di individuare una possibile alternativa alla soluzione illustrata nel paragrafo precedente.

Essa prevede la realizzazione di un rivestimento flessibile con una malta cementizia polimerica tipo Sikalastic®-6100 FX.

Si tratta di una membrana elastica monocomponente, di colore bianco, che si miscela solo con acqua, che può essere applicata a pennello, spatola o a spruzzo e resiste alla spinta idrostatica positiva e negativa, con elevate caratteristiche di crack bridging.

Il prodotto è composto da speciali leganti appositamente selezionati, inerti a bassa densità, sabbie e polimeri in polvere è espressamente indicato come rivestimento impermeabile di serbatoi e presenta i vantaggi di seguito elencati:

- è impermeabile all'acqua in spinta positiva e negativa, con uno spessore di 2 mm resiste a una pressione positiva di 5 bar,
- è certificato per contatto con acqua potabile (DM 174 6/4/2004 e D.Lgs 31 2/2/2001),
- è un prodotto monocomponente e necessita solo dell'aggiunta di acqua,
- è caratterizzato da un rapido indurimento,
- è di facile applicazione: a spruzzo e a spatola è possibile applicare 2 mm di spessore in unico strato,
- non presenta odore e può essere applicato in spazi chiusi.

Cod. Doc. R.03 Rev. A Data: APRILE 2026	INTERVENTI DI RECUPERO STATICO E FUNZIONALE DELL' IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO E DEL SERBATOIO A GALLERIA SITI IN LOCALITA' LAVORATE - NOCERA INFERIORE (SALERNO) RELAZIONE ILLUSTRATIVA	ING. CARLO MAJORANO 52 di 81
---	--	-------------------------------------

13.5. Scelta della soluzione da porre a base delle fasi successive della progettazione

Interventi sulle strutture

Sono stati previsti interventi di sarcitura delle lesioni, da condurre, preferibilmente, una volta messe a nudo le superfici dei calcestruzzi esistenti.

Sono stati, inoltre, previsti interventi di recupero statico in corrispondenza della superficie intradossale della calotta delle gallerie e della superficie estradossale dell' arco rovescio.

Una analisi più rigorosa del comportamento delle gallerie, magari da svolgere con modelli di calcolo più sofisticati, dovrà essere necessariamente condotta nelle altre fasi della progettazione.

Interventi di impermeabilizzazione

A parere dello scrivente gli interventi che prevedono il ricorso alle malte cementizie osmotiche e l' impiego di bandelle elastiche per la impermeabilizzazione dei giunti rappresentano la soluzione più equilibrata per:

- costo,
- compatibilità,
- durata,
- conformità sanitaria.

La soluzione appare ancor più valida se realizzata previa la asportazione degli intonachi esistenti.

Cod. Doc. R.03 Rev. A Data: APRILE 2026	INTERVENTI DI RECUPERO STATICO E FUNZIONALE DELL' IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO E DEL SERBATOIO A GALLERIA SITI IN LOCALITA' LAVORATE - NOCERA INFERIORE (SALERNO) RELAZIONE ILLUSTRATIVA	ING. CARLO MAJORANO 53 di 81
---	--	-------------------------------------

14. ULTERIORI INTERVENTI INDICATI DA GORI S.p.A.

Il Responsabile del Procedimento ha segnalato allo scrivente la necessità di prevedere ulteriori lavorazioni, che si rendono necessarie allo scopo di garantire la gestione ottimale dei Serbatoi e che si aggiungono alle lavorazioni indicate nel paragrafo precedente.

I nuovi interventi sono stati previsti per tenere in debito conto le segnalazioni, che il gestore dell' impianto ha fornito direttamente e riportato nelle schede relative allo Stato di Consistenza e Funzionalità delle Opere.

Essi riguardano:

1. il recupero statico e funzionale dell' impalcato di copertura delle Vasche dell' Impianto di Sollevamento,
2. la sostituzione del Quadro di Media Tensione della Centrale di Rilancio,
3. il rifacimento dell' Impianto di Bassa Tensione della Centrale di Rilancio,
4. la sostituzione delle "casce d' aria" (o serbatoi anti colpo di ariete) poste a servizio dell' impianto di sollevamento,
5. la sostituzione dei Serbatoi dell' Impianto di Clorazione,
6. il recupero statico e funzionale della galleria di accesso,
7. il recupero e la parziale sostituzione delle condotte (piping) presenti nella galleria di accesso ai serbatoi,
8. la realizzazione di un sistema di ventilazione all' interno della galleria di accesso,
9. il rifacimento di scale, ringhiere e passerelle presenti all' interno della galleria di accesso con materiali in PRFV,
10. la fornitura in opera di un impianto di illuminazione della galleria di accesso,
11. una sistemazione e messa in sicurezza dell' area esterna di pertinenza dell' impianto.

Nei paragrafi seguenti gli interventi sopra elencati saranno espressamente analizzati.

Cod. Doc. R.03 Rev. A Data: APRILE 2026	INTERVENTI DI RECUPERO STATICO E FUNZIONALE DELL' IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO E DEL SERBATOIO A GALLERIA SITI IN LOCALITA' LAVORATE - NOCERA INFERIORE (SALERNO) RELAZIONE ILLUSTRATIVA	ING. CARLO MAJORANO 54 di 81
---	--	-------------------------------------

14.1. Interventi di Recupero Statico dell' Impalcato di Copertura delle Vasche dell' Impianto di Sollevamento

Nella figura 14.1 sono individuati i corpi di fabbrica costituenti l' Impianto di Sollevamento di Santa Marina di Lavorate, oltre che la piazzola di accesso al Serbatoio a Galleria.



Figura 14.1 - Vista di assieme dell' Impianto di Sollevamento e della piazzola di accesso al Serbatoio

Nella figura 14.2, invece, è riportato un ingrandimento dei Manufatti costituenti l' Impianto.

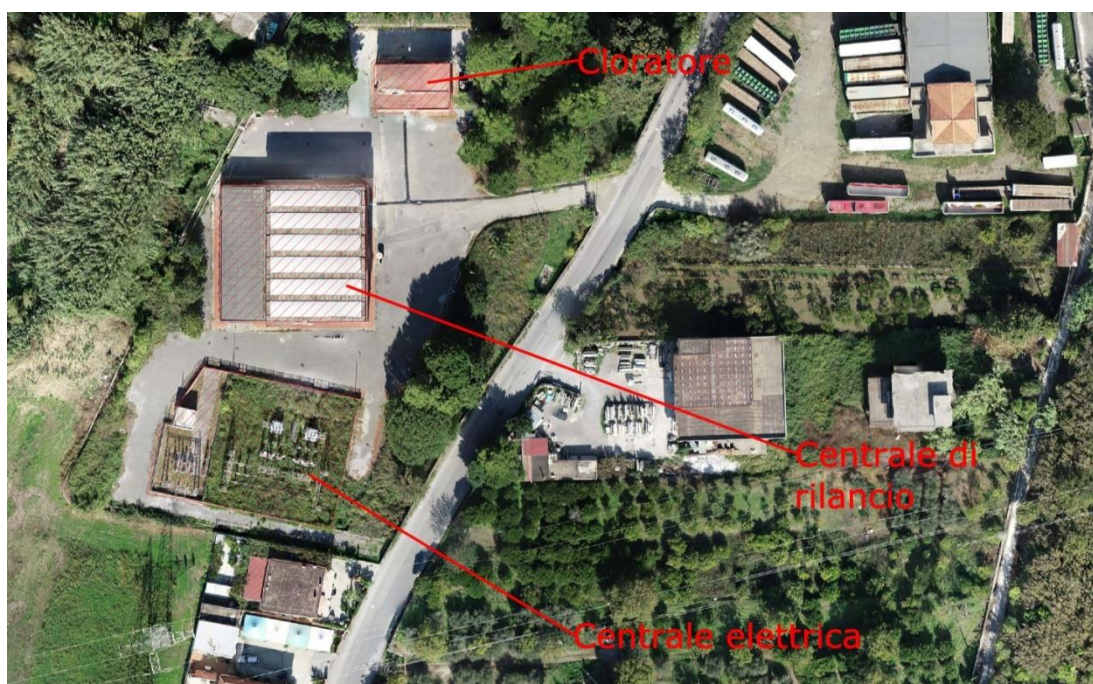


Figura 14.2 - Vista ravvicinata dei Corpi di Fabbrica dell' Impianto di Sollevamento

Le pompe di rilancio e le vasche corrispondenti sono ubicate all' interno del manufatto, denominato "Centrale di Rilancio", la cui planimetria è riportata nella figura 14.3.

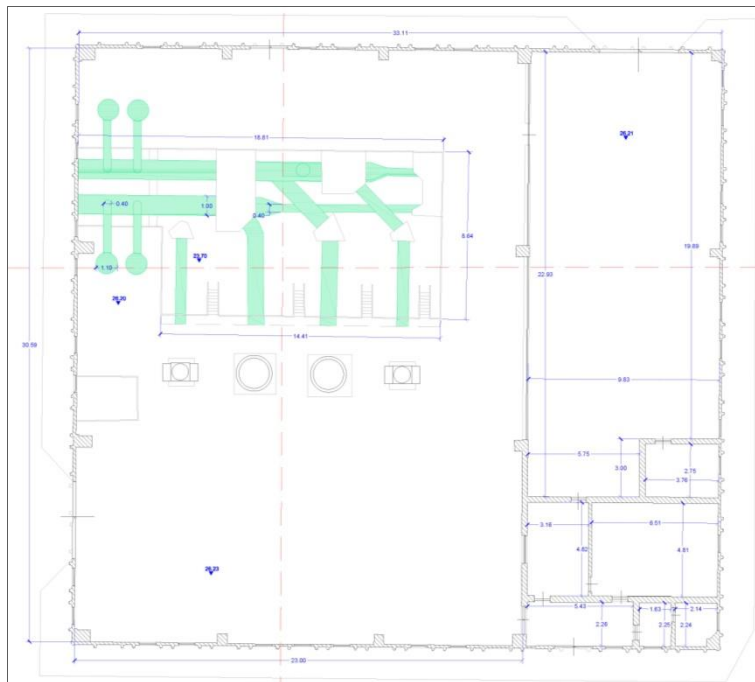


Figura 14.3 - Pianta della Centrale di Rilancio

Nella planimetria riportata nella figura 14.3 si individuano, in particolare, due aree: quella di sinistra, che è impegnata dalle pompe e dalle vasche, quella di destra, che ospita i Quadri di Media e Bassa Tensione.

Le fotografia 14.1 ritrae l' interno della Centrale di Rilancio e mostra il piping e le pompe.



Fotografia 14.1 - Interno della Centrale di Rilancio

Lo scrivente non ha avuto la possibilità di visionare direttamente le vasche, ma ha ricevuto dal gestore dell' Impianto le fotografie riportate nelle pagine che seguono.

<i>Cod. Doc.</i> R.03 Rev. A <i>Data:</i> APRILE 2026	INTERVENTI DI RECUPERO STATICO E FUNZIONALE DELL' IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO E DEL SERBATOIO A GALLERIA SITI IN LOCALITA' LAVORATE - NOCERA INFERIORE (SALERNO) RELAZIONE ILLUSTRATIVA	ING. CARLO MAJORANO 56 di 81
---	---	--



Fotografia 14.2 - Nervatura stallo pompa 1/3



Fotografia 14.3 - Stallo pompa 2/3

<i>Cod. Doc.</i> R.03 Rev. A <i>Data:</i> APRILE 2026	INTERVENTI DI RECUPERO STATICO E FUNZIONALE DELL' IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO E DEL SERBATOIO A GALLERIA SITI IN LOCALITA' LAVORATE - NOCERA INFERIORE (SALERNO) RELAZIONE ILLUSTRATIVA	ING. CARLO MAJORANO 57 di 81
---	--	-------------------------------------



Fotografia 14.4 - Stallo pompa 3/3

Dalle fotografie numerate da 14.2 a 14.4 emerge uno stato di degrado degli elementi strutturali e la necessità di prevederne al più presto il recupero statico.

Agli estensori del PFTE è, dunque, demandato il compito di predisporre, una volta effettuato un rilievo puntuale delle strutture esistenti, il progetto del loro pieno recupero.

Cod. Doc. R.03 Rev. A Data: APRILE 2026	INTERVENTI DI RECUPERO STATICO E FUNZIONALE DELL' IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO E DEL SERBATOIO A GALLERIA SITI IN LOCALITA' LAVORATE - NOCERA INFERIORE (SALERNO) RELAZIONE ILLUSTRATIVA	ING. CARLO MAJORANO 58 di 81
---	--	-------------------------------------

14.2. Quadro di Media Tensione

Negli anni scorsi il personale di GORI s.p.a. si è prodigato per acquisire offerte per la fornitura in opera di un nuovo Quadro MT.

La fotografia 14.5 ritrae il Quadro di Media esistente all' interno della Centrale di Rilancio.

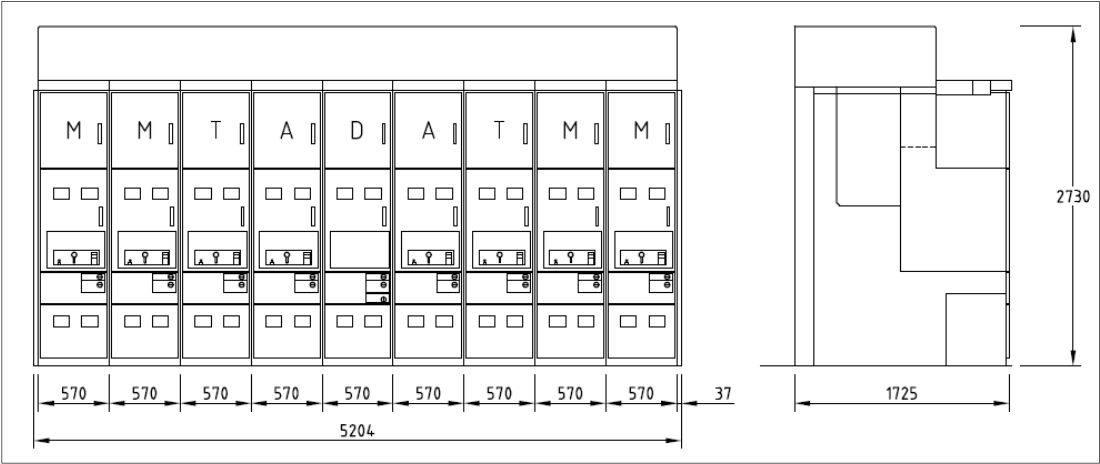
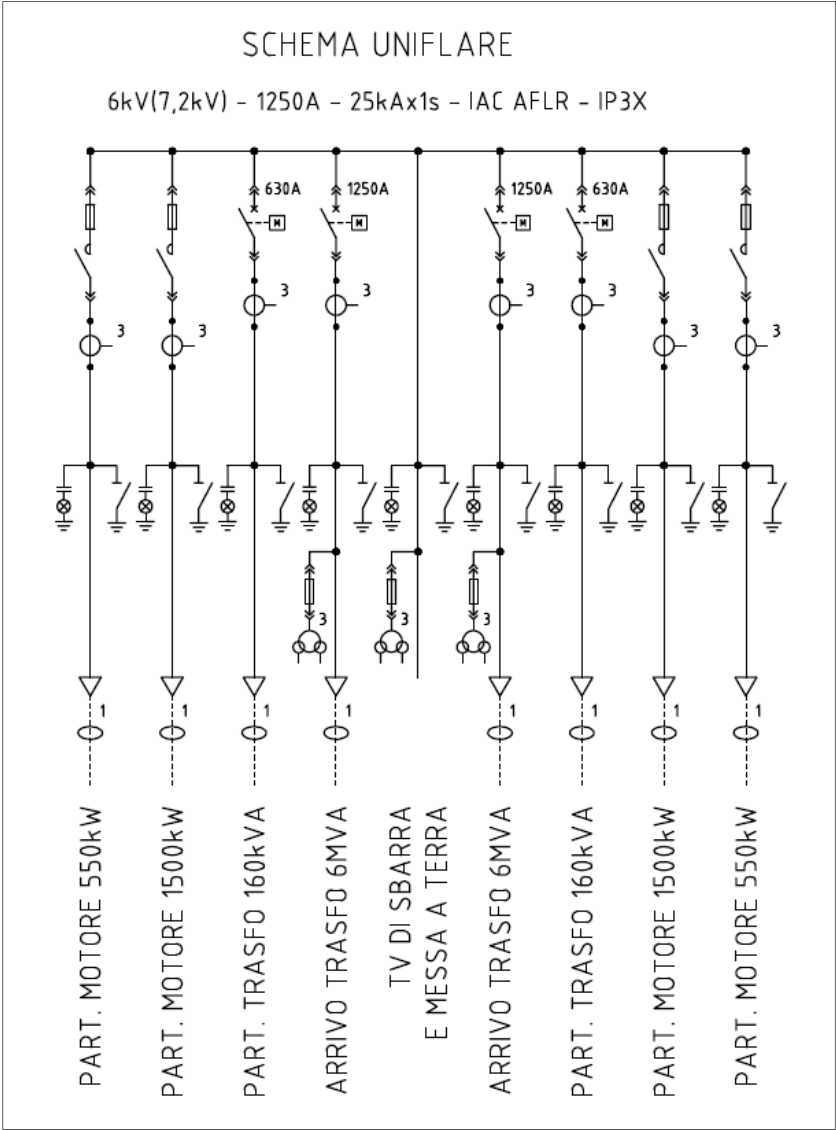


Fotografia 14.5 - Quadro di Media Tensione esistente all' interno della Centrale di Rilancio

L' offerta che GORI s.p.a. ha ricevuto ha previsto:

- lo smontaggio del quadro TR1,
 - la installazione della prima sezione del nuovo quadro MT, composto da 5 celle, 1 arrivo da trasformatore AT/MT, n. 2 Partenze Pompe, 1 partenza TSA, ed 1 Cella TV,
 - il collaudo del quadro e la messa in servizio del Semiquadro,
 - lo smontaggio del Semiquadro TR2,
 - la installazione della seconda sezione del nuovo quadro MT, composto da 4 celle, 1 arrivo da trasformatore AT/MT, n.2 Partenze Pompe e n. 1 partenza TSA,
 - il collaudo,
 - l' accoppiamento con il Semiquadro 1
- oltre che l' assistenza alla messa in servizio.

Nelle immagini che seguono, tratte da un file che è stato fornito allo scrivente dal Responsabile del Procedimento, sono rappresentati lo Schema Unifilare e le viste frontale e laterale e del quadro che è stato proposto a GORI s.p.a..



Cod. Doc. R.03 Rev. A Data: APRILE 2026	INTERVENTI DI RECUPERO STATICO E FUNZIONALE DELL' IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO E DEL SERBATOIO A GALLERIA SITI IN LOCALITA' LAVORATE - NOCERA INFERIORE (SALERNO) RELAZIONE ILLUSTRATIVA	ING. CARLO MAJORANO 60 di 81
---	--	-------------------------------------

14.3. Rifacimento dell' Impianto di Bassa Tensione

Nella fotografia 14.6 è ritratto il Quadro di Bassa Tensione presente all' interno della Centrale di Rilancio.



Fotografia 14.6 - Quadro di Bassa Tensione esistente all' interno della Centrale di Rilancio

Sulla base delle indicazioni fornite da GORI s.p.a. e confermate dal gestore dell' Impianto è necessario che nel PFTE sia previsto l' adeguamento del Quadro di Bassa Tensione e del sistema elettrico corrispondente.

Cod. Doc. R.03 Rev. A Data: APRILE 2026	INTERVENTI DI RECUPERO STATICO E FUNZIONALE DELL' IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO E DEL SERBATOIO A GALLERIA SITI IN LOCALITA' LAVORATE - NOCERA INFERIORE (SALERNO) RELAZIONE ILLUSTRATIVA	ING. CARLO MAJORANO 61 di 81
---	--	-------------------------------------

14.4. Sostituzione delle "casce d'aria" poste a servizio dell' impianto di sollevamento

Le casce d'aria, dette anche serbatoi anti colpo d'ariete o vasi di espansione, sono dispositivi installati negli impianti di sollevamento per assorbire e smorzare le onde di pressione causate dai bruschi cambiamenti di velocità del fluido all'interno delle tubazioni.

In pratica servono a mitigare il fenomeno del colpo d'ariete, che può danneggiare gravemente condotte, pompe e valvole.

In genere contengono aria compressa, cosicché, quando si verifica un colpo d'ariete:

- l'aumento di pressione comprime l'aria nelle casce;
- l'aria, comprimibile, assorbe parte dell'energia dell'onda di pressione;
- la pressione si equilibra gradualmente, evitando riflessioni violente e picchi pericolosi in condotta.

A servizio dell' Impianto di Sollevamento di Santa Marina di Lavorate sono state installate le Casce d' Aria ritratte nella fotografia 14.7.



Fotografia 14.7 - Casce d' Aria presenti nella Centrale di Rilancio

Dalle indicazioni fornite dal Gestore dell' Impianto è emersa la necessità di prevederne la sostituzione: a tanto si dovrà provvedere nelle fasi successive della progettazione.

Cod. Doc. R.03 Rev. A Data: APRILE 2026	INTERVENTI DI RECUPERO STATICO E FUNZIONALE DELL' IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO E DEL SERBATOIO A GALLERIA SITI IN LOCALITA' LAVORATE - NOCERA INFERIORE (SALERNO) RELAZIONE ILLUSTRATIVA	ING. CARLO MAJORANO 62 di 81
---	---	--

14.5. Sostituzione dei Serbatoi dell' Impianto di Clorazione

A servizio dell' Impianto di Sollevamento di Santa Marina di Lavorate esiste l' Impianto di Clorazione, che è ritratto nella fotografia 14.8 e che presenta la pianta riportata nella figura 14.4.



Fotografia 14.8 - Impianto di Clorazione

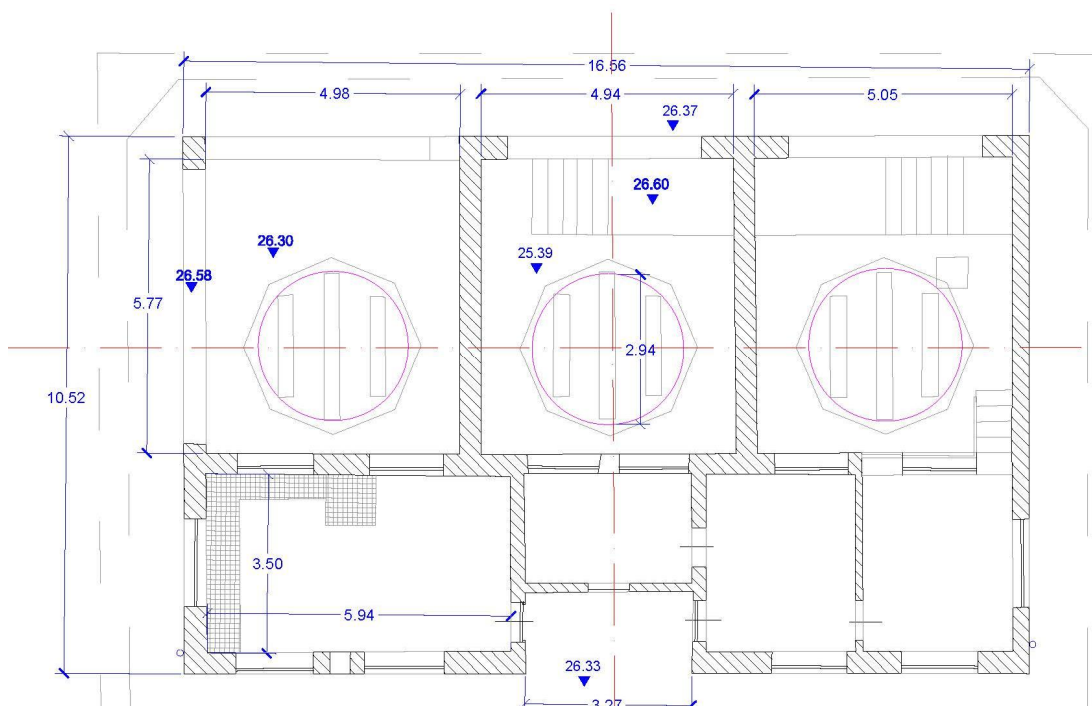
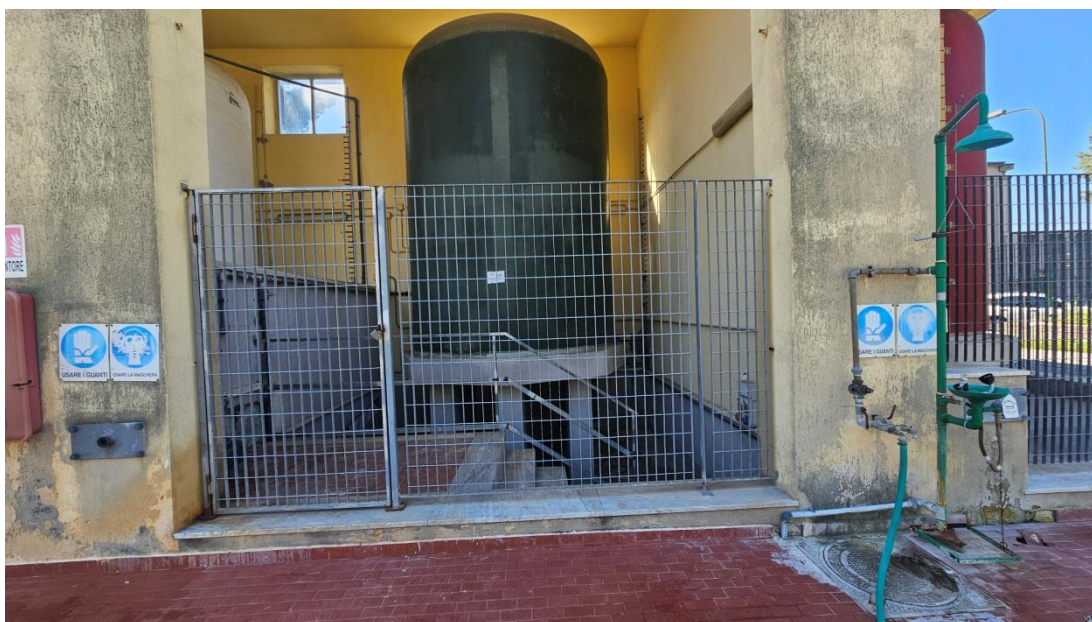


Figura 14.4 - Pianta della Centrale di Rilancio

Dalle indicazioni fornite dal suo gestore è emerso che allo stato non è utilizzato, in quanto danneggiato, il Serbatoio del Clorito di Sodio ritratto nella fotografia 14.9.

Cod. Doc. R.03 Rev. A Data: APRILE 2026	INTERVENTI DI RECUPERO STATICO E FUNZIONALE DELL' IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO E DEL SERBATOIO A GALLERIA SITI IN LOCALITA' LAVORATE - NOCERA INFERIORE (SALERNO) RELAZIONE ILLUSTRATIVA	ING. CARLO MAJORANO 63 di 81
---	---	--



Fotografia 14.9 - Serbatoio del Clorito di Sodio

Si demanda, dunque, agli estensori delle prossime fasi della progettazione il compito di prevedere la sostituzione e del Serbatoio del Clorito di Sodio e dei Serbatoi dell' Ipoclorito di Sodio e dell' Acido Cloridrico.

Cod. Doc. R.03 Rev. A Data: APRILE 2026	INTERVENTI DI RECUPERO STATICO E FUNZIONALE DELL' IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO E DEL SERBATOIO A GALLERIA SITI IN LOCALITA' LAVORATE - NOCERA INFERIORE (SALERNO) RELAZIONE ILLUSTRATIVA	ING. CARLO MAJORANO 64 di 81
---	--	-------------------------------------

14.6. Recupero statico e funzionale della galleria di accesso

Come emerge dal paragrafo 3 dell' elaborato "R.02 - Accertamenti e Verifiche Preliminari" il rilievo LS3D curato dalla TecnoIn s.p.a. ha riguardato sia le due canne parallele costituenti il serbatoio posto in sinistra della galleria di accesso, che la stessa galleria di accesso.

La restituzione topografica e la rappresentazione del quadro fessurativo rinvenuto, però, è stata limitata allo sole gallerie principali.

Della galleria di accesso è stato in ogni caso prodotto dagli estensori del Progetto Esecutivo sviluppato nel 2022, il grafico riportato nella figura 14.5.

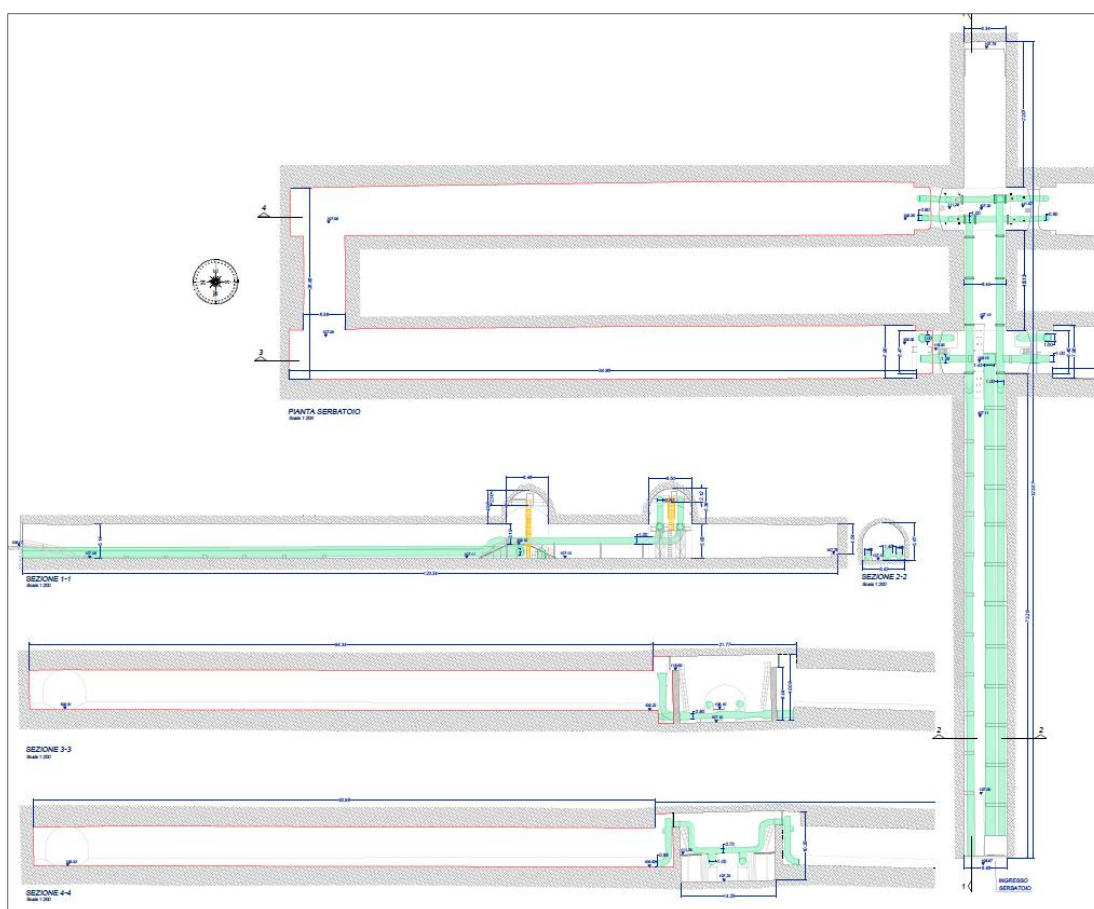


Figura 14.5 - Planimetria e sezioni della galleria di accesso

Dallo stesso emerge che la galleria presenta uno sviluppo complessivo di 123.57 metri, una larghezza di 6,42 metri ed una altezza in chiave di 5.67 metri.

Il disegno della sezione trasversale è riportato nella figura 14.6, nella quale sono altresì rappresentati gli ingombri delle tubazioni presenti.

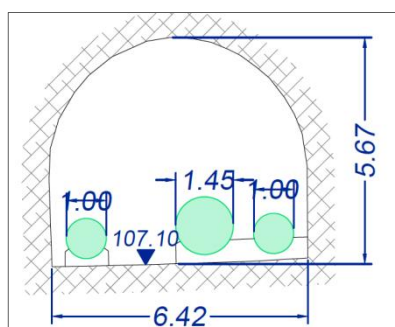


Figura 14.6 - Sezione trasversale della galleria di accesso

Cod. Doc. R.03 Rev. A Data: APRILE 2026	INTERVENTI DI RECUPERO STATICO E FUNZIONALE DELL' IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO E DEL SERBATOIO A GALLERIA SITI IN LOCALITA' LAVORATE - NOCERA INFERIORE (SALERNO) RELAZIONE ILLUSTRATIVA	ING. CARLO MAJORANO 65 di 81
---	---	--

Le fotografie che seguono contengono, invece, alcune viste della galleria.
Più in particolare nella fotografia 14.10 è fornita una vista di assieme dell' opera.



Fotografia 14.10 - Vista di assieme della galleria di accesso

Sono ben visibili le tubazioni presenti ed il precario "camminamento", che si deve percorrere per addentrarsi nella galleria.

Le fotografie 14.11 e 14.12 mostrano, invece, alcune delle lesioni presenti in corrispondenza del rivestimento in calcestruzzo.



Fotografia 14.11 - Vista della calotta della galleria di accesso

Cod. Doc. R.03 Rev. A Data: APRILE 2026	INTERVENTI DI RECUPERO STATICO E FUNZIONALE DELL' IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO E DEL SERBATOIO A GALLERIA SITI IN LOCALITA' LAVORATE - NOCERA INFERIORE (SALERNO) RELAZIONE ILLUSTRATIVA	ING. CARLO MAJORANO 66 di 81
---	--	-------------------------------------



Fotografia 14.12 - Vista ravvicinata di una lesione

Altre fotografie sono riportate nella Relazione sugli Accertamenti e sulle Verifiche Preliminari.

Si rimanda agli estensori del PFTE il compito di:

- approfondire la conoscenza delle caratteristiche del rivestimento utilizzato,
- definire gli interventi di recupero statico eventualmente necessari.

Come per le gallerie principali in questa fase della progettazione si è ipotizzata la sarcitura con iniezioni di resine delle lesioni ed un intervento di recupero statico, da condurre con il ricorso a tessuti unidirezionali composti da fibra di carbonio ad alta resistenza in ordito e da un filo di vetro termoplastico senza funzioni strutturali in trama.

14.7. Recupero e parziale sostituzione delle condotte (piping)

Già nel progetto esecutivo predisposto nel 2022 è stata prevista la parziale sostituzione di alcuni tratti delle tubazioni esistenti.

Il tutto emerge con chiarezza dalle immagini di seguito riportate, nelle quali sono riportate in giallo le tubazioni che si prevedeva di sostituire.

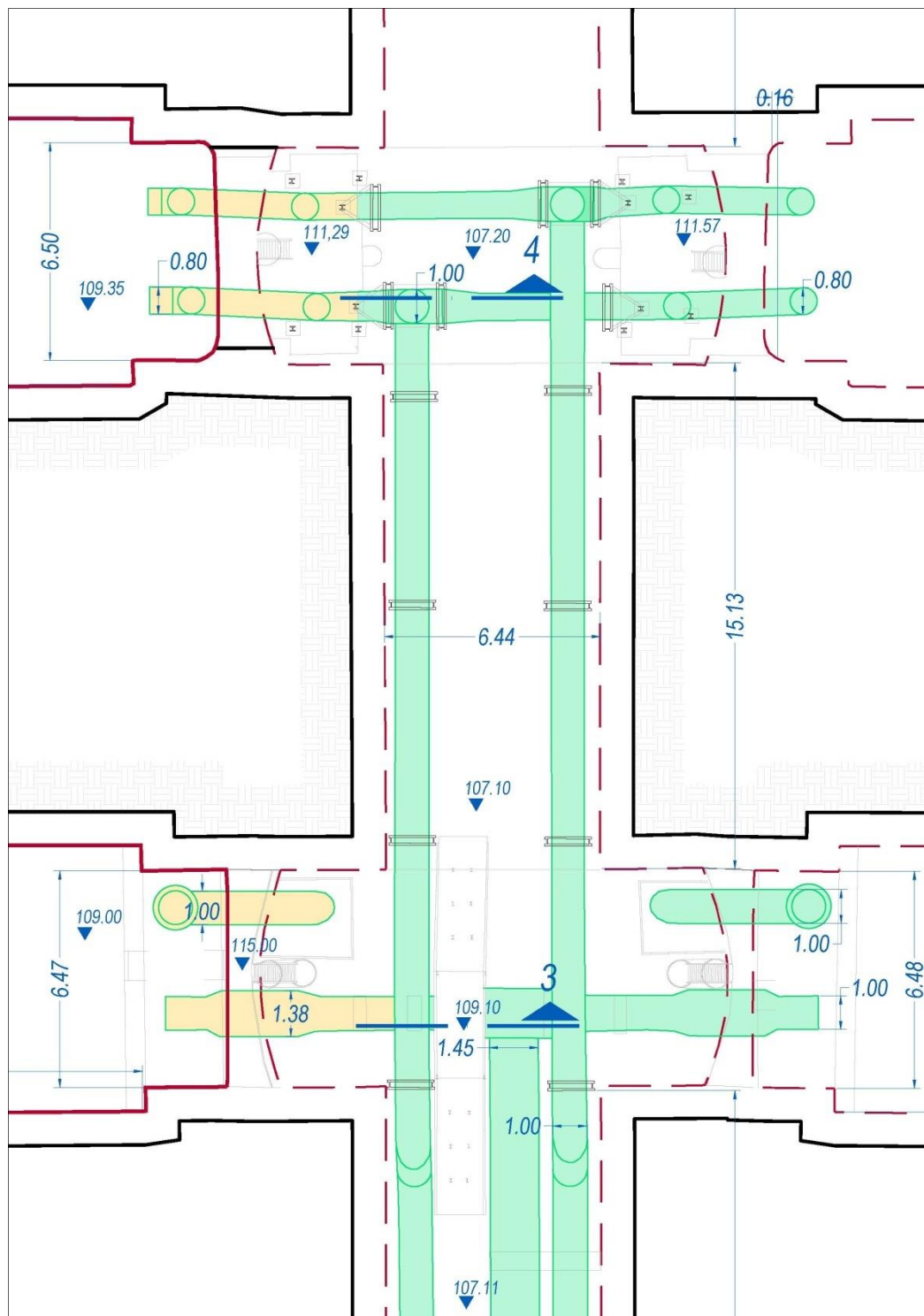


Figura 14.7 - Stralcio planimetrico del piping

Cod. Doc. R.03 Rev. A Data: APRILE 2026	INTERVENTI DI RECUPERO STATICO E FUNZIONALE DELL' IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO E DEL SERBATOIO A GALLERIA SITI IN LOCALITA' LAVORATE - NOCERA INFERIORE (SALERNO) RELAZIONE ILLUSTRATIVA	ING. CARLO MAJORANO 68 di 81
---	---	--

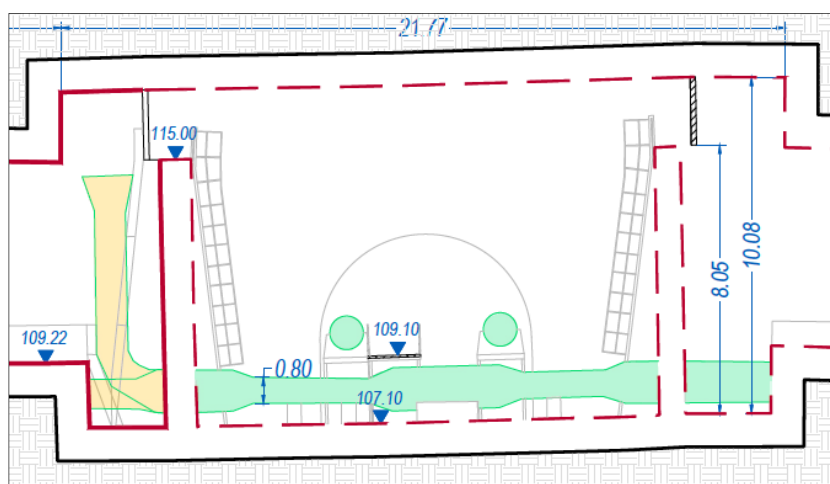


Figura 14.8 - Stralcio della sezione 3-3

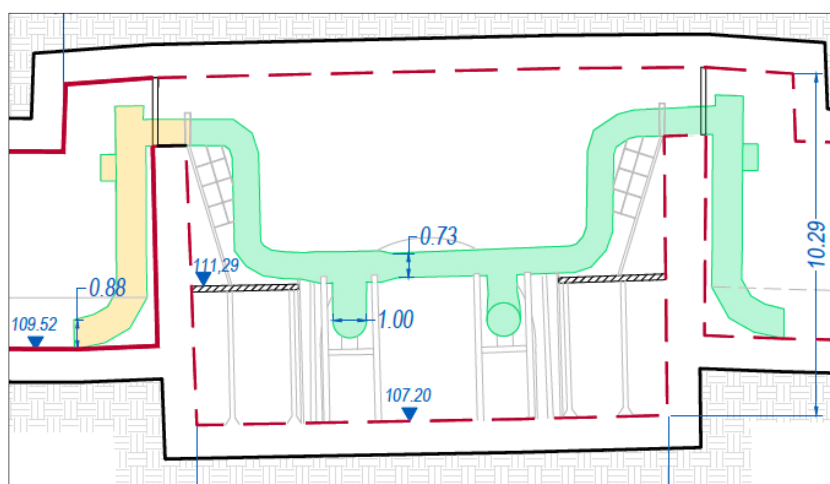


Figura 14.9 - Stralcio della sezione 4-4

Dall' esame della fotografia 14.13 emergono con evidenza i motivi posti alla base della scelta progettuale di cui si è detto.



Fotografia 14.13 - Vista delle tubazioni

Cod. Doc. R.03 Rev. A Data: APRILE 2026	INTERVENTI DI RECUPERO STATICO E FUNZIONALE DELL' IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO E DEL SERBATOIO A GALLERIA SITI IN LOCALITA' LAVORATE - NOCERA INFERIORE (SALERNO) RELAZIONE ILLUSTRATIVA	ING. CARLO MAJORANO 69 di 81
---	--	-------------------------------------

Nel progetto esecutivo sopra richiamato è stata ipotizzata la sostituzione delle tubazioni DN1000 impiegate per il carico ed il troppo pieno del serbatoio in sinistra della galleria di accesso.

Si rimanda agli estensori del PFTE il compito di valutare se sia il caso di prevedere la sostituzione di altri tratti di tubazione.

In questa fase preliminare, propedeutica alla progettazione vera e propria, si ritiene che, in aggiunta agli interventi sopra indicati, previa gli approfondimenti necessari, si debba prevedere anche la sostituzione delle tubazioni di carico e troppo pieno del serbatoio posto alla destra della galleria di accesso.

E' fondata, infine, la preoccupazione che possano aver subito un danneggiamento anche le tubazioni poste a servizio del serbatoio dismesso ormai da diversi anni.

Nelle fasi successive della progettazione dovranno, pertanto, essere condotti accertamenti mirati a valutare la idoneità del piping ed a determinare le attività da progettare per garantirne il pieno recupero.

Cod. Doc. R.03 Rev. A Data: APRILE 2026	INTERVENTI DI RECUPERO STATICO E FUNZIONALE DELL' IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO E DEL SERBATOIO A GALLERIA SITI IN LOCALITA' LAVORATE - NOCERA INFERIORE (SALERNO) RELAZIONE ILLUSTRATIVA	ING. CARLO MAJORANO 70 di 81
---	--	-------------------------------------

14.8. Realizzazione di un Sistema di Ventilazione a servizio della galleria di accesso

L' idea di realizzare un Sistema di Ventilazione a servizio della galleria di accesso è stata già sviluppata dagli estensori del Progetto Esecutivo consegnato a GORI s.p.a. nel 2022.

In quella occasione è stata ipotizzata la fornitura in opera di un impianto da 60,000 mc/h, impiegante ventilatori assiali ed un sistema di canalizzazioni aventi un diametro di 500 millimetri.

E' stata, altresì, ipotizzata la fornitura di un Gruppo Elettrogeno Trifase da 20 kVA da porre a servizio dell 'impianto.

L' idea progettuale dovrà essere sviluppata nelle successive fasi della progettazione.

Cod. Doc. R.03 Rev. A Data: APRILE 2026	INTERVENTI DI RECUPERO STATICO E FUNZIONALE DELL' IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO E DEL SERBATOIO A GALLERIA SITI IN LOCALITA' LAVORATE - NOCERA INFERIORE (SALERNO) RELAZIONE ILLUSTRATIVA	ING. CARLO MAJORANO 71 di 81
---	--	-------------------------------------

14.9. Rifacimento di scale, ringhiere e passerelle con materiali in PRFV

Le scale ed i camminamenti presenti all' interno della galleria di accesso versano in pessime condizioni, come, con chiarezza si evince dalla fotografia 14.14 e dalle altre immagini riportate nella Relazione sugli Accertamenti e sulle Verifiche Preliminari.



Fotografia 14.14 - Vista del camminamento interno alla galleria di accesso

Per tale ragione è demandato agli estensori delle prossime fasi della progettazione il rilievo delle scale e delle "passerelle" esistenti e la progettazione della loro sostituzione.

Al riguardo si suggerisce di valutare, in alternativa ai classici grigliati elettrosaldati, l'impiego di grigliati poltrusi, che sono costituiti da barre poltruse altamente resistenti assemblate meccanicamente, che offrono i vantaggi propri della fibra di vetro e che sono particolarmente adatti all' impiego in ambienti aggressivi.

Possiedono, infatti, le caratteristiche che di seguito si riassumono:

Resistenza alla corrosione

Realizzati con resine poliestere vinilesteri e isoftaliche con un rivestimento protettivo superficiale offrono un'elevata resistenza chimica.

Resistenza meccanica

L'elevata percentuale di fibra di vetro nelle barre di appoggio del carico offre una resistenza notevole in rapporto al peso sostenuto ed un'alta rigidità in senso longitudinale.

Leggerezza

Con un peso dimezzato rispetto ai grigliati in acciaio dello stesso tipo, la movimentazione è semplice e non richiede l'impiego di attrezzature pesanti, permettendo un notevole risparmio di peso.

Cod. Doc. R.03 Rev. A Data: APRILE 2026	INTERVENTI DI RECUPERO STATICO E FUNZIONALE DELL' IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO E DEL SERBATOIO A GALLERIA SITI IN LOCALITA' LAVORATE - NOCERA INFERIORE (SALERNO) RELAZIONE ILLUSTRATIVA	ING. CARLO MAJORANO 72 di 81
---	--	-------------------------------------

Proprietà ignifughe

I grigliati poltrusi sono realizzati con resine dotate di proprietà ignifughe con coefficiente di propagazione della fiamma di Classe 1 (inferiore a 25), conformemente alla normativa ASTM E84 e ai requisiti di autoestinguenza della norma ASTM D635.

Assenza di manutenzione

Grazie alle caratteristiche intrinseche del materiale, i grigliati non richiedono sabbiatura o verniciatura e consentono la realizzazione di passerelle che non richiedono alcuna manutenzione.

Semplicità di montaggio

Grazie al loro peso ridotto, non è necessario utilizzare apparecchiature di sollevamento per movimentare i grigliati; che possono essere tagliati su misura sul posto con semplici seghe circolari o seghetti portatili al posto delle torce a gas.

Sicurezza

I grigliati poltrusi sono realizzati con una superficie antisdrucchiolo duratura e permanente costituita da granuli di quarzo, che rendono il prodotto sicuro contro ogni rischio di scivolamento.

Isolamento termico ed elettrico

Un'ulteriore sicurezza per coloro che lavorano sui grigliati poltrusi è garantita dal fatto che sono amagnetici e non conduttori.

Nella fotografia n. 14.15 sono riportate alcune immagini dei grigliati ipotizzati.



Fotografia 14.15 - Immagini dei grigliati poltrusi

Analogamente potrebbero essere realizzate in PRVF (polimeri rinforzati con fibre di vetro) anche le ringhiere e le recinzioni, che dovranno essere previste nel PFTE in sostituzione dell' attuale degradato sistema di tubi e giunti.

Nelle immagini che seguono sono proposti alcuni sistemi di ringhiere, conformi alla norma DIN EN ISO 14122.



Fotografia 14.16 - Immagine di una ringhiera in PRFV

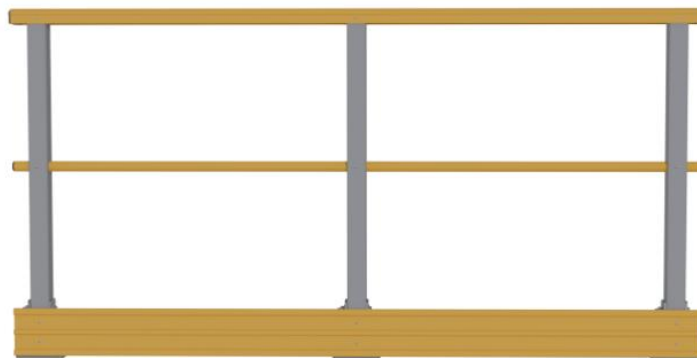


Figura 14.10 - Vista schematica di una ringhiera in PRFV

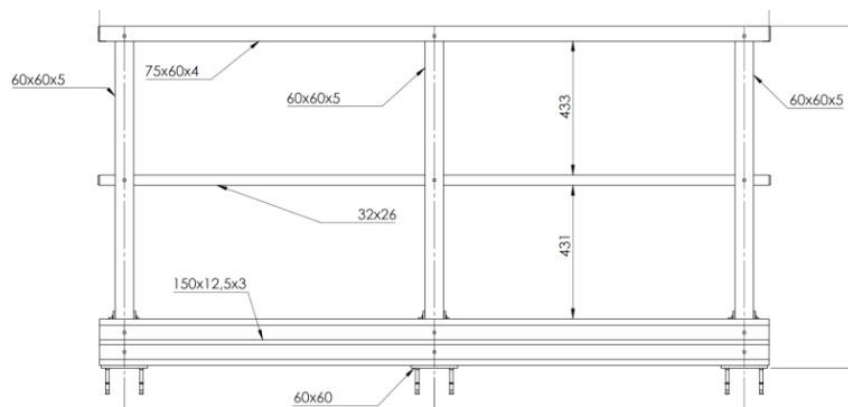


Figura 14.11 - Possibile dimensionamento degli elementi di una ringhiera in PRFV

<i>Cod. Doc.</i> R.03 Rev. A <i>Data:</i> APRILE 2026	INTERVENTI DI RECUPERO STATICO E FUNZIONALE DELL' IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO E DEL SERBATOIO A GALLERIA SITI IN LOCALITA' LAVORATE - NOCERA INFERIORE (SALERNO) RELAZIONE ILLUSTRATIVA	ING. CARLO MAJORANO 74 di 81
---	--	-------------------------------------

14.10. Impianto di illuminazione della galleria di accesso

La galleria di accesso ai serbatoi e le gallerie principali sono sprovviste di un impianto di illuminazione efficace.

Si prevede, quindi, che nel PFTE ne sia prevista la realizzazione, che potrà o meno confermare la previsione contenuta nel Progetto Esecutivo del 2022, che ha ipotizzato l' impiego di trenta lampade a led.

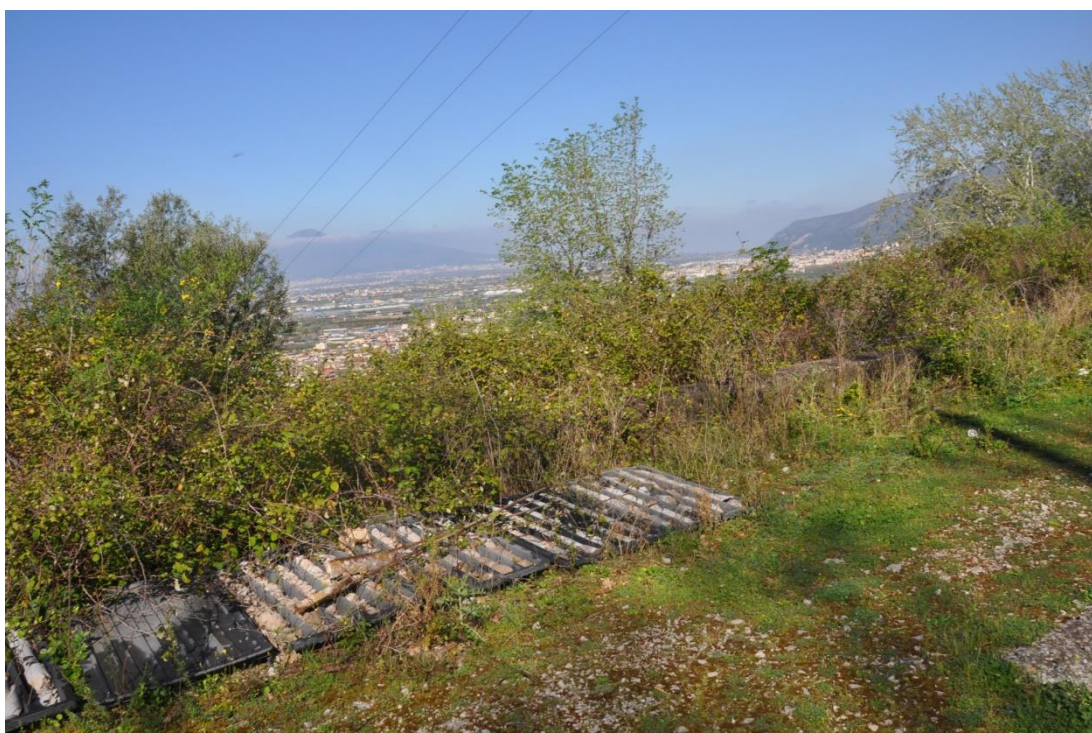
Cod. Doc. R.03 Rev. A Data: APRILE 2026	INTERVENTI DI RECUPERO STATICO E FUNZIONALE DELL' IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO E DEL SERBATOIO A GALLERIA SITI IN LOCALITA' LAVORATE - NOCERA INFERIORE (SALERNO) RELAZIONE ILLUSTRATIVA	ING. CARLO MAJORANO 75 di 81
---	--	-------------------------------------

14.11. Sistemazione e messa in sicurezza dell' area esterna

Le fotografie che seguono ritraggono il piazzale di pertinenza della galleria di accesso al serbatoio.



Fotografia 14.17 - Vista del piazzale di ingresso al Serbatoio



Fotografia 14.18 - Altra vista del piazzale di ingresso

Nelle fasi successive della progettazione si dovrà prevedere una sistemazione dell' area ed una sua messa in sicurezza.

Sarà, altresì, opportuno pianificare la sostituzione del cancello di ingresso all' area e del portone di accesso alla galleria (cfr. fotografie 14.19 e 14.20).



Fotografia 14.19 - Vista del cancello d'ingresso dall' interno della galleria



Fotografia 14.20 - Vista del cancello d'ingresso dall' esterno della galleria

Cod. Doc. R.03 Rev. A Data: APRILE 2026	INTERVENTI DI RECUPERO STATICO E FUNZIONALE DELL' IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO E DEL SERBATOIO A GALLERIA SITI IN LOCALITA' LAVORATE - NOCERA INFERIORE (SALERNO) RELAZIONE ILLUSTRATIVA	ING. CARLO MAJORANO 77 di 81
---	--	-------------------------------------

15. PRIME INDICAZIONI SUI COSTI DEGLI INTERVENTI PREVISTI NELLE GALLERIE PRINCIPALI

Nella tabella che segue sono riepilogate le prime indicazioni sui costi dei possibili interventi, da prevedere per il recupero statico e per la impermeabilizzazione dei serbatoi:

a. demolizioni e trasporti a rifiuto	ú.....120.000
b. movimentazione materiali da costruzione e approntamenti	ú.....60.000
c. ponteggi	ú.....110.000
d. idropulizia	ú.....60.000
e. interventi di sarcitura delle lesioni con iniezioni di resine	ú.....90.000
f. bandelle	ú.....80.000
g. interventi di impermeabilizzazione	ú.....550.000
h. interventi di recupero statico	ú.....210.000
Totale	ú.....1.280.000
Totale per i due serbatoi	ú.....2.560.000

Come detto chi scrive non è convinto della validità dell' intervento, che prevede l' impiego di membrane a base di poliurea e che in ogni caso comporterebbe un costo significativamente più elevato.

Non esclude la possibilità che gli estensori del PFTE possano proporre una soluzione che non preveda la spicconatura degli intonachi.

Ritiene, infine, possibile la soluzione che ipotizza la realizzazione di un rivestimento flessibile con una malta cementizia polimerica tipo Sikalastic®-6100 FX, caratterizzata da costi solo lievemente più elevati (la voce "h" può aumentare di un 10%).

Cod. Doc. R.03 Rev. A Data: APRILE 2026	INTERVENTI DI RECUPERO STATICO E FUNZIONALE DELL' IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO E DEL SERBATOIO A GALLERIA SITI IN LOCALITA' LAVORATE - NOCERA INFERIORE (SALERNO) RELAZIONE ILLUSTRATIVA	ING. CARLO MAJORANO 78 di 81
---	--	-------------------------------------

16. PRIME INDICAZIONI SUI COSTI DEGLI INTERVENTI INDICATI DA GORI s.p.a.

Nella tabella che segue sono, invece, riepilogati i costi degli ulteriori interventi indicati da GORI s.p.a. e finalizzati all'efficientamento dei sistemi di accumulo e della stazione di sollevamento.

Gli stessi si configurano come indispensabili ai fini:

- dell'incremento della resilienza infrastrutturale dei sistemi,
- dell'aumento della disponibilità della risorsa idrica,
- del miglioramento dell'efficienza complessiva del servizio di distribuzione.

Nel dettaglio, gli interventi previsti risultano articolati come di seguito indicato:

1. interventi di recupero statico e funzionale dell' impianto di sollevamento	ú.....80.000
2. Quadro Media Tensione Centrale di Rilancio	ú.....850.000
3. impianto Bassa Tensione Centrale di Rilancio	ú.....150.000
4. sostituzione casse d' aria Impianto Sollevamento	ú.....60.000
5. sostituzione Serbatoi Impianto Clorazione	ú.....100.000
6. recupero statico della galleria di accesso	ú.....320.000
7. recupero e parziale sostituzione delle condotte (piping) presenti nella galleria di accesso ai serbatoi	ú.....600.000
8. ventilazione galleria di accesso	ú.....50.000
9. rifacimento scale, ringhiere e passerelle in PRFV	ú.....90.000
10. impianto di illuminazione della galleria di accesso	ú.....30.000
8. sistemazione e messa in sicurezza dell'area esterna di pertinenza dell'impianto "Serbatoio Galleria" di Lavorate	ú.....100.000
Totale	ú 2.430.000

Tale somma va aggiunta a quella indicata nel paragrafo 15 per un totale complessivo pari ad **ú 4.990.000**.

Cod. Doc. R.03 Rev. A Data: APRILE 2026	INTERVENTI DI RECUPERO STATICO E FUNZIONALE DELL' IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO E DEL SERBATOIO A GALLERIA SITI IN LOCALITA' LAVORATE - NOCERA INFERIORE (SALERNO) RELAZIONE ILLUSTRATIVA	ING. CARLO MAJORANO 79 di 81
---	--	-------------------------------------

17. PRIME INDICAZIONI SUI TEMPI DELL' INTERVENTO

Come indicato nelle pagine precedenti l' intervento in esame prevede:

- il recupero statico e funzionale dell' Impalcato di Copertura delle Vasche a servizio dell' Impianto di Sollevamento,
- il recupero statico e funzionale delle Gallerie Principali del Serbatoio,
- il recupero statico e funzionale della Galleria di Accesso,
- le lavorazioni, espressamente indicate da GORI s.p.a. e richiamate nel precedente paragrafo.

Come è noto allo stato risultano dismesse le gallerie principali ubicate alla sinistra della galleria di accesso, mentre sono in funzione le gallerie ubicate alla destra.

Di conseguenza sarà necessario procedere prima al recupero statico e funzionale delle aree del Serbatoio non in funzione e, solo dopo il completamento ed il collaudo degli interventi, sarà possibile procedere con le lavorazioni previste nelle altre aree del Serbatoio.

Parimenti complessa sarà la pianificazione dei lavori da eseguire nell' Impianto di Sollevamento.

Quanto precede condiziona evidentemente i tempi di esecuzione, che, in questa fase si stimano compresi tra 18 e 24 mesi.

Cod. Doc. R.03 Rev. A Data: APRILE 2026	INTERVENTI DI RECUPERO STATICO E FUNZIONALE DELL' IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO E DEL SERBATOIO A GALLERIA SITI IN LOCALITA' LAVORATE - NOCERA INFERIORE (SALERNO) RELAZIONE ILLUSTRATIVA	ING. CARLO MAJORANO 80 di 81
---	--	-------------------------------------

18. ELABORATI FACENTI PARTE DEL DOCFAP

Fanno parte del presente DOCFAP gli elaborati di seguito indicati:

ELABORATI DESCRITTIVI

- R.01 Relazione illustrativa
- R.02 Relazione sugli Accertamenti e sulle Verifiche Preliminari
- R.03 Relazione della TecnoIn sulle indagini svolte nel 2026
- R.04 Album delle fotografie

ELABORATI GRAFICI

- G.01 Ubicazione indagini - Planimetria e prospetti
- G.02 Ubicazione indagini - Sezioni trasversali
- G.03 Prime indicazioni sugli interventi - Planimetria e prospetti
- G.04 Prime indicazioni sugli interventi - Sezioni

INDAGINI 2022

- F.01 Report rilievi e indagini geognostiche
- F.02 Tavola 1 - Calpestio, Planimetria, Sezioni Quadro Fessurativo
- F.03 Tavola 2 - Calotta e piedritti, Planimetria, Sezioni longitudinali, Quadro Fessurativo
- F.04 Tavola 3 - Calotta e piedritti, Planimetria, Sezioni longitudinali, Geometrico
- F.05 Tavola 5 - Planimetria a curve di livello calotta e calpestio, Rendering 3D della Calotta, Mappatura termica della calotta

INDAGINI 2026

Relazione tecnica redatta da TecnoIn Geosolutions

<i>Cod. Doc.</i> R.03 Rev. A <i>Data:</i> APRILE 2026	INTERVENTI DI RECUPERO STATICO E FUNZIONALE DELL' IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO E DEL SERBATOIO A GALLERIA SITI IN LOCALITA' LAVORATE - NOCERA INFERIORE (SALERNO) RELAZIONE ILLUSTRATIVA	ING. CARLO MAJORANO 81 di 81
---	--	-------------------------------------

19. CONCLUSIONI

Il presente DOCFAP costituisce la base tecnico-amministrativa per l'avvio della successiva fase di progettazione.

Le indicazioni fornite rappresentano l'opzione più coerente con gli obiettivi dell'Amministrazione e con i criteri di fattibilità tecnico-economica, sostenibilità ambientale e ottimizzazione del ciclo di vita dell'opera.