



F.I.S. S.P.A.

LAVORI STRADALI E INFRASTRUTTURALI
TELERISCALDAMENTO
OPERE SPECIALISTICHE DI CONSOLIDAMENTO
BONIFICHE

Credaro, 07/03/2024

Spett.le
Consorzio CEPAV Due
Via A. Grandi n. 20/C
25125 Brescia (BS)

A mezzo pec: consorziocepavdue@pec.saipem.com

Oggetto: PIANO DI UTILIZZO LINEA AV/AC Brescia est. - Verona.

DISPONIBILITA' AL CONFERIMENTO MATERIALI DA SCAVO ai sensi del DM 161/2012 e in conformità ai limiti di cui alla Tab.1/A Allegato 5 Titolo V parte IV del D.Lgs 152/06 e ss.mm.ii., di cui all'autorizzazione in essere allegata.

La scrivente F.I.S. S.p.a. con sede in Piazza Invalidi sul lavoro n.28, Grumello del Monte (BG), C.F. e P.IVA 02797570161, in qualità di esecutore dell'intervento commissionato dal Consorzio di bonifica Chiese "Allestimento in ex cava di ghiaia di bacino idrico per la laminazione delle acque di piena e lo stoccaggio di risorsa idrica ad utilizzo di un comparto agricolo soggetto a riconversione della pratica irrigua a sistemi ad alta efficienza e relative condotte di distribuzione, nei comuni di Calcinato e Montichiari (BS) - CUP E21B18000590001",

VISTO

il contratto in essere Repertorio n. 65 del 12/01/2024 tra l'impresa esecutrice F.I.S. S.p.a. con sede in Piazza Invalidi sul lavoro n.28, Grumello del Monte (BG), C.F. e P.IVA 02797570161 e il Consorzio di Bonifica Chiese, avente sede in Via Vittorio Emanuele II, 76 – 25011 Calcinato (BS) - P.IVA - C.F. 98017910179,

VISTO

le analisi chimiche e geotecniche del materiale consegnate conformi alla destinazione d'uso,

CONFERMA

al Consorzio CEPAV DUE di poter ricevere i materiali da scavo in esubero, qualificati come "sottoprodotto" ai sensi del DM 161/2012, secondo quanto segue:

Destinazione d'uso dell'area:	Verde pubblico/privato e residenziale
Limiti normativi:	Tab. 1/A, All. 5, Tit. V, Par. IV D.Lgs 152/06
Falda affiorante o subaffiorante:	Assente
Volume di riempimento totali	m ³ 105.000
Volume disponibile di argilla	m ³ 35.000
Volume disponibile di "strutturato in ghiaia"	m ³ 70.000
Periodo di conferimento	01.04.2024 – 31.12.2024
Nome dell'impianto autorizzato	EX Cava Mascarini – Prevista bacino idrico
Estremi di validità dell'autorizzazione	Allestimento in ex cava di ghiaia di bacino idrico per la laminazione delle acque di piena e lo stoccaggio di risorsa idrica ad utilizzo di un comparto agricolo soggetto a riconversione della pratica irrigua a sistemi ad alta efficienza e relative condotte di distribuzione, nei comuni di Calcinato e Montichiari (BS) - CUP E21B18000590001
Ubicazione dell'impianto	Calcinato (BS) via strada vicinale di mezza campagna – impianto ex cava di ghiaia Loc. Pozzo nuovo.



F.I.S. S.P.A.

LAVORI STRADALI E INFRASTRUTTURALI
TELERISCALDAMENTO
OPERE SPECIALISTICHE DI CONSOLIDAMENTO
BONIFICHE

Si precisa inoltre che il materiale da scavo in parola, proveniente dalla Linea AV/AC Brescia Est – Verona, sarà destinato esclusivamente alla realizzazione del progetto di: “Allestimento in ex cava di ghiaia di bacino idrico per la laminazione delle acque di piena e lo stoccaggio di risorsa idrica ad utilizzo di un comparto agricolo soggetto a riconversione della pratica irrigua a sistemi ad alta efficienza e relative condotte di distribuzione, nei comuni di Calcinato e Montichiari (BS)” – Codice NUTZ ITC47, finanziato dall’Unione Europea – Next Generation EU nell’ambito del piano Nazionale di ripresa e Resilienza (PNRR) – Missione 2 Componente 4 (M2C4) – Investimento 4.3 – Investimenti nella Resilienza dell’Agrosistema irriguo per una migliore gestione delle risorse idriche – CUP E21B18000590001 – CIG 942627583.

Cordiali saluti

F.I.S. S.P.A.

Il Presidente del CdA

F.I.S. S.P.A.
Piazza Invalidi sul Lavoro, 28
24064 GRUMELLO DEL MONTE (BG)
C.F. e P.IVA 02797570161



Regione Lombardia
Consorzio di bonifica Chiese
Comprensorio n. 7



Allestimento in ex cava di ghiaia di bacino idrico per la laminazione delle acque di piena e lo stoccaggio di risorsa idrica ad utilizzo di un comparto agricolo soggetto a riconversione della pratica irrigua a sistemi ad alta efficienza e relative condotte di distribuzione



Progetto Esecutivo

Elaborato	Titolo
RE	Relazione ENAC

Rev. n.	Data	Motivo della revisione
1	09/2022	Aggiornamento prezzario Regione Lombardia luglio 2022
0	08/2021	Prima emissione

Progettazione	Consulenza
 <p>CONSORZIO DI BONIFICA CHIESE Ufficio Tecnico via Vittorio Emanuele II, 76 25011 Calcinato (BS) tel. 030 9637008 - fax 030 9637012 info@consorziochiese.it</p>	 <p>CADEOROSSI S.r.l. via Francesca, 83 25026 Pontevico, loc. Chiesuola (BS) tel. 030 9930564 - fax 030 9930577 info@cadeorossi.it</p> <p>arch. Alessandro Rossi dott. geol. Guido Cadeo</p>

Il RdP	Il Progettisti	CUP E21B18000590001
per. agr. Francesco Proserpi	CADEOROSSI S.r.l.	



Regione Lombardia
Consorzio di bonifica Chiese
Comprensorio n. 7



Allestimento in ex cava di ghiaia di bacino idrico per la laminazione delle acque di piena e lo stoccaggio di risorsa idrica ad utilizzo di un comparto agricolo soggetto a riconversione della pratica irrigua a sistemi ad alta efficienza e relative condotte di distribuzione

**RISPETTO DELLE PRESCRIZIONI ENAC
NEI RIGUARDI DEL RISCHIO AEROPORTUALE**

in area interessata dal PTR A dell'aeroporto di Montichiari

vedi Documento di Piano – Articolo 7.2.2

Disposizioni in materia di rischio aeroportuale

vedi Documento ENAC – n. 2018/002

Linee guida per la gestione del rischio Wildlife Strike

nelle vicinanze degli aeroporti

Relazione illustrativa

Settembre 2022

Il territorio circostante l'aeroporto civile Gabriele d'Annunzio di Montichiari, di cui è nota l'abbondante presenza di cave e discariche, è stato più volte sottoposto all'attenzione delle autorità competenti per quanto riguarda opere potenzialmente in grado di mettere in pericolo la sicurezza aerea.

Nel rispetto delle normative ENAC sulla sicurezza del volo, operatori privati, Comuni e la stessa Provincia di Brescia hanno gli anni scorsi ottenuto dettagliate prescrizioni operative in merito ad opere significative nella capacità di modificare gli equilibri ambientali esistenti.

Lo scorso ottobre 2018 è stato inoltre pubblicato un documento da parte di ENAC, che fornisce linee guida alle autorità e agli enti portatori di interesse, per la gestione del rischio di impatto tra aeromobili e fauna selvatica (uccelli) nelle vicinanze degli aeroporti, dove tale rischio può aumentare in funzione della presenza di opere in grado di attrarre fauna selvatica.

Tralasciando quanto viene precisato nel suddetto documento di specifica spettanza di enti pubblici, per il controllo del rischio in esame, si valuta l'opera in progetto nei suoi aspetti critici nei riguardi della attrazione di uccelli selvatici.

1. LOCALIZZAZIONE DELL'OPERA

L'opera utilizza una cava cessata in comune di Calcinato ad Ovest della frazione Calcinatello, a Nord dell' aeroporto D'Annunzio di Montichiari dal cui sedime dista circa 3.640 metri. La stessa cava è confinante con due piccole discariche cessate, recuperate e rinverdite, e con una cava tuttora in attività. Il contesto circostante è totalmente soggetto ad attività agricola intensiva.

La cava dismessa, parte di quella in attività e le due discariche citate sono già ora dei luoghi ad alto valore ecologico, per il loro stato di grande livello di rinaturalizzazione. Non sono di fatto attraversate da uomini e mezzi di trasporto; presentano una superficie a prato stabile, con parecchia vegetazione arborea ed arbustiva, da progetto e spontanea: già ora è possibile la presenza nell'area in esame di fauna stanziale, di transito (colombi) e di caccia (rapaci).

Per quanto è stato possibile notare durante il lungo periodo di analisi della realizzabilità del progetto, si tratta perlopiù di fauna terrestre di piccole

dimensioni e soprattutto di uccelli dal peso insignificante. Non si può certo escludere che, durante la rara presenza di brevi ristagni di acqua sui fondi, si verifichino presenze di anatidi e gabbianiformi, ricordando la vicinanza del fiume Chiese e del lago di Garda.

Va anche subito sottolineato che l'area del progetto è relativamente vicina all'aeroporto, ma non è minimamente interessata dal normale traffico aereo che, per decolli ed atterraggi, segue una direzione Sud-Ovest/Nord-Ovest, che si mantiene sempre a circa 5 km dal previsto bacino.

Il documento ENAC del 2018 ha responsabilmente dettagliato le aree attrattive dei volatili selvatici e i livelli di rischio in funzione della distanza dall'aeroporto, dando anche utili indicazioni sulle possibili mitigazioni. Il nostro caso ricade nella categoria *Aree umide, bacini d'acqua naturali ed artificiali* ed il livello di rischio per la distanza è *medio* (tra 3 ed 8 km).

2. FONTI DI RISCHIO

- ***Alberature (punto 1.12 del documento ENAC)***

Come già ricordato nella descrizione dei luoghi, l'intervento in programma si inserisce in un contesto a vegetazione consolidata, ricco di prato e boscaglia naturalizzati, circondato da colture intensive, faunisticamente insignificanti.

La creazione del bacino idrico eliminerà nella cava cessata prato, cespugli e in genere habitat faunistico. La vasca verrà interamente impermeabilizzata con argilla, perderà ogni valenza ecologica, tranne che per il perimetro a piano campagna, dove rimarrà la vegetazione arboreo-arbustiva attuale, pur se parecchio ridotta per la presenza della viabilità di servizio e degli accessori (cordolo in rilevato di terra). Il documento ENAC esprime, come indicazione di mitigazione utile, la necessità di curare le alberature con potature periodiche, per limitare la probabilità di nidificazione. Questo consiglio diverrà una sicura prescrizione per il Consorzio che gestirà il bacino.

- ***Aree umide, corsi d'acqua e canali (punto 4.1 del documento ENAC)***

In queste zone i canali di irrigazione sono molto frequenti e, per necessità funzionali legate al risparmio della risorsa idrica e alle piccole variazioni di quota nella brughiera, ora tutta coltivata, sono spesso in calcestruzzo, quindi

ben poco significativi ai fini della attrazione di uccelli. Anche i canali di arrivo e di uscita dal bacino sono artificiali. Anche questo caso rientra nelle necessità di mitigazione, con la cura della scarsa vegetazione ripariale.

- ***Aree umide, bacini artificiali (punto 4.2 del documento ENAC)***

A prima vista sembra un problema di notevole peso nei confronti della creazione di un habitat favorevole alla stanzialità di uccelli, con qualche pericolo per la navigazione aerea. L'analisi della gestione del bacino riduce peraltro notevolmente preoccupazione e rischi.

Il bacino avrà due funzioni ben distinte nello sviluppo della annata agraria:

a. *Regimazione*

Nel periodo da settembre a febbraio la cavità dovrà essere tenuta vuota perché possa raccogliere le acque di piena degli eventi meteorici autunnali invernali; quindi sarà soggetta a continui svuotamenti e riempimenti, anche parziali, che impediranno ogni tentativo di insediarsi per qualsiasi tipo di fauna.

b. *Stoccaggio*

Nel periodo primaverile verranno raccolte le acque piovane fino al massimo della capienza della vasca, per iniziare la distribuzione irrigua dopo la prima semina del mais, verso aprile. Il ricorso all'acqua della vasca sarà parziale, con una frequente variazione di quota del bacino, in funzione delle precipitazioni e dei prelievi (si veda l'allegato RT9 - *Relazione sulla disponibilità e sulla gestione della risorsa idrica*). La struttura di rivestimento del bacino è fatta da uno strato di argilla e da una geostuoia capace di trattenere qualche centimetro di terra vegetale su cui far crescere un'erba di protezione che, secondo una previsione di evoluzione annuale, non dovrebbe nemmeno aver bisogno di sfalci. L'opera finita, come ben si può notare, ostacolerà naturalmente la possibilità di nidificazione e di soste occasionali degli uccelli acquatici. Tutto ciò dovrà essere valutato attentamente nei primi anni di gestione - del resto il progetto ha tutte le caratteristiche della sperimentazione - e qualora si ravvisasse la presenza di fauna indesiderata, basterà modificare, con più frequenza, il livello di colmata, così da scoraggiare la sosta degli uccelli più intraprendenti. In

questo caso sarà cura della gestione consortile il controllo dello stato vegetativo delle sponde, per intervenire con sfalci occasionali o con l'eliminazione degli eventuali nidi. Si ritiene comunque che il bacino di stoccaggio, per come è stato progettato, appartenga più alla categoria delle asettiche macchine per irrigare, che non ad un tranquillo lago, meta degli uccelli acquatici.

3. PROPRIETÀ DELL'AREA E UBICAZIONE DELL'OPERA

L'area interessata è identificata al NCTR del Comune di Calcinato, Foglio 18, su aree di proprietà *RMB S.p.A.* (mappali n. 130, 286, 290, 292, 294, 330, 331, 332) e *Consorzio di bonifica Medio Chiese* (mappali n. 285, 287, 291, 293, 295).

4. DESCRIZIONE SOMMARIA E CONSISTENZA DELL'OPERA

Distanza dell'opera dalla pista di Montichiari	m	3.640
Superficie del lotto	mq	75.500
Superficie dello specchio d'acqua	mq	57.460
Profondità della cavità (-20 m da piano campagna)	m s.l.m.	112,25
Altezza massima di accessori/cordoli di protezione	m	+ 2/3 da p.c.
Riporto di terreno vegetale sulle scarpate, per la sola protezione dell'argilla (con geostuoia)	cm	2

5. COORDINATE GEOGRAFICHE DELL'IMPIANTO

Delimitazione dell'intervento											
VERTICE	Coordinate GAUSS-BOAGA		QUOTA	Coordinate WGS84							
	EST	NORD		X	Y	EST			NORD		
						gradi	primi	secondi	gradi	primi	secondi
1	1606629,35	5035658,34	133,91	10,363628	45,466136	10	21	49,06	45	27	58,09
2	1607056,88	5035467,22	132,25	10,369054	45,464351	10	22	8,59	45	27	51,66
3	1606991,29	5035326,35	131,51	10,368185	45,463093	10	22	5,47	45	27	47,14
4	1606723,16	5035441,90	131,66	10,364781	45,464174	10	21	53,21	45	27	51,03
5	1606568,07	5035496,17	132,35	10,362810	45,464686	10	21	46,12	45	27	52,87

Per la localizzazione dei punti vedasi l'elaborato grafico

7.2.2 Disposizioni in materia di rischio aeroportuale

Come disposto dal quinto comma dall'art. 707 del Codice della Navigazione, i Comuni lungo le direzioni di atterraggio e decollo possono autorizzare opere ed attività solo se coerenti con i piani di rischio che gli stessi adottano sulla base del Regolamento per la Costruzione e l'Esercizio degli Aeroporti dell'ENAC e, qualora esistano, anche sulla base delle eventuali direttive regionali. Per gli aeroporti militari le funzioni di cui al presente punto sono esercitate dal Ministero della Difesa e disciplinate con decreto del Ministro della Difesa.

I piani di rischio sono strumenti di pianificazione del territorio finalizzati alla tutela dello stesso dal rischio di incidente generato dall'attività di volo.

I Comuni territorialmente interessati devono redigere i piani di rischio sulla base delle relative linee guida contenute al paragrafo 6 del Capitolo 9 del Regolamento per la Costruzione e l'Esercizio degli Aeroporti dell'ENAC e in considerazione di quanto previsto dalla circolare applicativa dell'ENAC APT-33; tali riferimenti normativi stabiliscono tra l'altro che i Comuni, prima dell'adozione dei piani di rischio debbano ottenere il parere dell'ENAC.

In carenza di adozione di tali piani i Comuni non possono autorizzare nuove opere e/o attività, si ritengono pertanto sospese le eventuali previsioni di nuovi insediamenti all'interno degli ambiti territoriali T2 e T3 nelle more dell'adozione di quanto previsto al quinto comma dell'art. 707 del Codice della Navigazione.

I primi quattro commi dell'articolo 707 del Codice della Navigazione, invece afferiscono alla tutela della sicurezza della navigazione aerea dagli ostacoli e dai pericoli generati dal territorio.

Il riferimento normativo è contenuto al capitolo 4 del sopra citato Regolamento dell'ENAC.

Nelle more della trasmissione di apposite mappe di limitazione ostacoli e pericoli da parte dell'ENAC ai Comuni territorialmente interessati, gli stessi devono chiedere il nulla osta all'Enac per ogni intervento ricadente nell'ambito di un raggio di quindici chilometri dall'aeroporto. Tale nulla osta va chiesto, oltre che per la verifica di compatibilità aeronautica dell'edificio da realizzare, anche nel caso della costituzione di possibili pericoli per la stessa come nel caso di cave, discariche e di quanto specificatamente previsto dal paragrafo 12 del sopra indicato capitolo 4.

- Si allega Tavola X, *Piano d'area di Montichiari, valutazione ostacoli alla navigazione aerea*, scale 1:25.000, 1:20.000, 1:10.000, 1:1.000.

Pontevico, Settembre 2022

I Progettisti



Regione Lombardia
Consorzio di bonifica Chiese
Comprensorio n. 7




Allestimento in ex cava di ghiaia di bacino idrico per la laminazione delle acque di piena e lo stoccaggio di risorsa idrica ad utilizzo di un comparto agricolo soggetto a riconversione della pratica irrigua a sistemi ad alta efficienza e relative condotte di distribuzione



Progetto Esecutivo

Elaborato	Titolo
RG	Relazione generale

Rev. n.	Data	Motivo della revisione
1	09/2022	Aggiornamento prezzario Regione Lombardia luglio 2022
0	08/2021	Prima emissione

Progettazione	Consulenza
 <p>CONSORZIO DI BONIFICA CHIESE Ufficio Tecnico via Vittorio Emanuele II, 76 25011 Calcinato (BS) tel. 030 9637008 - fax 030 9637012 info@consorziochiese.it</p>	 <p>CADEOROSSO S.r.l. via Francesca, 83 25026 Pontevico, loc. Chiesuola (BS) tel. 030 9930564 - fax 030 9930577 info@cadeorossi.it</p> <p>arch. Alessandro Rossi dott. geol. Guido Cadeo</p>

Il RdP	I progettisti	CUP E21B18000590001
per. agr. Francesco Proserpi	ing. Luca Mondinelli ing. Davide Manzoni	ing. ir. Giovanni Terlera

SOMMARIO

1	Introduzione	1
2	Premesse e generalità	2
2.1	Il fiume Chiese	5
2.2	Dipartimento Medio Chiese	6
2.3	Dipartimento Fra Mella e Chiese	8
3	Cenni storici	11
3.1	Le origini, tra fine Ottocento e inizio Novecento	11
3.2	L'agricoltura dell'alta pianura orientale tra le due guerre	12
4	Paesaggio.....	14
5	Bonifica idraulica e difesa del suolo	16
5.1	La bonifica come difesa/conservazione del suolo secondo il principio del mantenimento dell'equilibrio idrico territoriale	16
6	Irrigazione.....	17
6.1	Derivazioni in destra Chiese	17
6.2	Derivazione in sinistra Chiese	19
7	La contrazione della risorsa idrica	21
8	Problematiche e orientamenti	24
8.1	Riduzione delle perdite mediante impermeabilizzazioni	24
8.2	Reperimento di nuova risorsa idrica	25
8.3	Adeguamento impianti	25
8.4	Sperimentazione di nuove tecniche irrigue	25
9	La Legge Regionale 12 dicembre 2017, n. 34.....	26
10	I nuovi Piani comprensoriali di bonifica del Consorzio	27
11	Il progetto.....	28
11.1	Opere previste.....	29
11.2	Il progetto in numeri	29
12	Quadro economico.....	30
13	Formulazione prezzi e relativa congruità	31
14	Convenienza economica dell'opera	31
15	Espropri ed indennizzi	31
16	Risoluzione delle interferenze.....	32
17	Legge Regionale 23 marzo 1998, n. 8.....	33
18	Conferenza dei servizi decisoria	33
19	Finanziamento pubblico dell'opera	33

1 Introduzione

La presente progettazione, redatta in conformità al Decreto Legislativo 18/04/2016 n. 50, recante "Attuazione delle direttive 2014/23/UE, 2014/24/UE e 2014/25/UE sull'aggiudicazione dei contratti di concessione, sugli appalti pubblici e sulle procedure d'appalto degli enti erogatori nei settori dell'acqua, dell'energia, dei trasporti e dei servizi postali, nonché per il riordino della disciplina vigente in materia di contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture", in base all'art. 23 è al livello di **progetto esecutivo**, includendo tutti gli elementi previsti dal medesimo ed intendendosi pertanto ricompresi i livelli progettuali precedenti, cioè il *progetto di fattibilità tecnica ed economica* e il *progetto definitivo*.

Conformemente all'art. 24 del D.Lgs. n. 50/2016 il Consorzio di bonifica Chiese (stazione appaltante), per l'attività ingegneristica di progettazione si è avvalso del proprio ufficio tecnico, supportato da consulenti esterni in capo a CADEOROSI S.r.l. di Pontevico (BS) per gli studi geologici, per la progettazione del bacino e per gli aspetti paesaggistico ambientali.

Costituiscono gli elaborati di progetto, come indicato nel D.P.R. n. 207/2010, la (presente) **relazione generale** che presenta il Consorzio, la sua attività nel comprensorio di competenza, descrivendo sia gli aspetti correlati all'irrigazione ed alle relative difficoltà nel reperimento della risorsa, che quelli correlati al rischio idro-geologico, definendo la conseguente necessità del ricorso all'opera in progetto. Ulteriori elaborati comprendono le **relazioni specialistiche: tecniche sul bacino e la rete di distribuzione, geologica, di stabilità del pendio, di dimensionamento delle opere idrauliche ed elettromeccaniche, di gestione delle materie, di calcolo struttura alloggiamento pompe e di risoluzione delle interferenze**, che entrano nel dettaglio dell'opera e della relativa sua contestualizzazione nel territorio. **L'elenco dei prezzi unitari, l'analisi dei prezzi, il computo metrico estimativo e il quadro economico**, invece, vanno a definire il costo dell'intervento con le specifiche tecniche individuate nel **capitolato speciale d'appalto**. Per quanto concerne gli aspetti patrimoniali delle particelle da acquisire, assoggettare a servitù o occupare temporaneamente al fine di realizzare l'opera sono presenti la **relazione sul piano particellare** e il relativo **piano grafico**. Per ultimi sono presenti numerosi **elaborati tecnici progettuali** alle varie scale comprendenti tra gli altri i particolari esecutivi. In aggiunta sono presenti gli elaborati grafici e testuali del **cronoprogramma delle lavorazioni** e dei **piani di manutenzione e di sicurezza e coordinamento**.

2 Premesse e generalità

Dal 15 novembre 2012 è divenuto operativo il comprensorio 7 del Consorzio di Bonifica Chiese, in conseguenza dello scioglimento dei preesistenti consorzi “Medio Chiese” e “Fra Mella e Chiese” in esso confluiti, secondo il disposto del D.P.G.R. 6 agosto 2012 n. 7172 per il riordino dei comprensori di bonifica e irrigazione nella Regione Lombardia.



Figura 1: i comprensorio di bonifica in sinistra del fiume Po.

Il comprensorio consortile del Chiese, perimetrato conformemente alla delibera regionale n. IX/2994 dell'8/02/2012, si estende partendo dal centro urbano di Brescia (Piazzale Arnaldo da Brescia): via Turati; linea retta che prosegue sino allo spartiacque tra Mella e Chiese fino a raggiungere la vetta del Monte Maddalena; breve tratto del confine orientale del comune di Brescia sino al confine della comunità montana Valle Trompia; continua seguendo i confini dei comuni di Botticino, Nuvolera, Nuvolento, Prevalle, Muscoline, Puegnago sul Garda e San Felice del Benaco sino alla sponda occidentale del lago di Garda; verso sud, la sponda del lago sino all'abitato di Rivoltella in comune di Desenzano del Garda sino al termine del foglio 15, prosegue verso sud seguendo le linee di divisione fra i fogli 15 e 22, 21 e 22, 21 e 35 sino all'incrocio con la sede ferroviaria per proseguire verso ovest lungo la stessa fino all'incrocio con la strada località Casotto per poi addentrarsi nella sottostante zona agricola lungo la strada vicinale San Lorenzo fino a congiungersi con l'autostrada Brescia – Verona che viene percorsa in direzione Brescia sino al sottopasso Bornade di Sopra e poi seguendo le vie Grezze e San Pietro in direzione San Pietro. Dalla frazione San Pietro si prosegue, lungo il confine comunale Comuni di Lonato e Desenzano del Garda in direzione cascina Montalbano e di qui per cascina Cavalli e, lungo la strada vicinale verso cascina San Bernardino e proseguendo fino all'incrocio con via Vaccarolo per proseguire

Si segue un breve tratto del confine provinciale, la carreggiata sud dell'ex S.S. n. 567 fino al canale Arnò e questo fino alla strada del Cicalaio; la stessa fino a incrociare la S.P. n. 10, a nord-ovest lungo un breve tratto della strada comunale Castiglione Calcinato e poi la strada vicinale Dei Campi Sotto San Pietro fino al confine tra le province di Brescia e Mantova. Si prosegue fino a incrociare la diramazione ovest della Roggia Isorella e la stessa verso sud fino alla Strada Provinciale Acquafredda Castel Goffredo (S.P. n. 11), poi ancora verso ovest fino alla Fossa Magna, la stessa verso sud fino al confine provinciale Brescia Mantova a intersecare la sponda destra del fiume Chiese. Lungo questa sponda verso sud fino al torrente Branchello poi risalendo questo corso d'acqua fino a incontrare il confine provinciale Brescia-Mantova. Lungo il confine fino alla strada di accesso alla cascina Cà del Moro della frazione Cadimarco del comune di Fiesse, da qui verso ovest fino alla S.P. n. 24 e questa verso sud proseguendo poi sulla strada vicinale del Luogo nuovo posta a nord della cascina omonima fino a incrociare la strada comunale per Cavezzo, poi verso sud seguendo la medesima strada fino a nord della cascina Danieli – Sant'Angelo dove si segue il fosso in fregio alla cascina in direzione ovest fino a incrociare la strada Fiesse Volongo e in direzione sud fino alla comunale da Volongo a Cavezzo, poi verso est fino ad incontrare la strada vicinale del Termine da percorrere in direzione sud. Si prosegue poi verso ovest sul confine fra Mantova e Brescia fino al confine con la provincia di Cremona. Ancora il confine verso sud tra la provincia di Cremona e Mantova fino al confine tra i comuni di Volongo e Isola Dovarese e questo fino al fiume Oglio; il fiume Oglio poi il fiume Mella fino al confine tra i comuni di Leno e Manerbio, lo stesso proseguendo con i confini comunali tra Bagnolo Mella-Manerbio, Bagnolo Mella-Offlaga, Bagnolo Mella-Dello, Bagnolo Mella-Capriano del Colle, Poncarale-Capriano del Colle, Poncarale-Flero, San Zeno Naviglio-Flero, San Zeno Naviglio-Brescia; la strada statale Cremona-Brescia (SS n. 45 bis) sino al centro abitato di Brescia, attraverso via Volta, viale Duca degli Abruzzi, via Cadorna, via Fratelli Lecchi sino al piazzale Arnaldo da Brescia a chiusura del perimetro.

Il nuovo comprensorio ricomprende, per intero o parzialmente, **48** comuni delle Province di Brescia Cremona e Mantova e ricade nel bacino idrografico del fiume Chiese/lago d'Idro, primo lago in Lombardia a essere regolato nel 1922 per iniziativa della Società Lago d'Idro, formata da utenti agricoli ed industriali, con emissario il fiume Chiese da cui le derivazioni irrigue utilizzate dal Consorzio, quest'ultimo suddiviso in due dipartimenti che altro non sono che gli originari comprensori che l'hanno costituito: Medio Chiese e Fra Mella e Chiese.

Il bacino idrografico del fiume Chiese, alla sezione di chiusura corrispondente all'ultima derivazione in capo al Consorzio Chiese: la presa del canale Bresciani situata lungo il tronco di pianura dell'asta del Fiume Chiese, all'incirca a mezza distanza fra le ultime due sezioni di calcolo "Montichiari" e "Confluenza Chiese-Oglio" individuate nel P.T.U.A., presenta le seguenti caratteristiche principali:

- Coordinate Gauss-Boaga della presa: X = 1609136,142 m, Y = 5017948,349 m.
- Area del bacino sotteso: 1269 km², comprendente:
 - ✓ la parte a monte del lago d'Idro (Valli Giudicarie) di circa 399 km²;
 - ✓ l'area afferente al lago di circa 205 km²;
 - ✓ la parte del bacino sub lacuale di circa 664 m².
- Altitudine del bacino: min.: 50,68 m s.m.m., media=528 m s.m.m., massima=2824 m s.m.m..
- Invasi artificiali nel bacino sotteso: nelle valli Giudicarie: Boazzo, Bissina e Ponte Murandin, oltre allo stesso lago d'Idro, tutti a compenso annuale o stagionale.
- Principali derivazioni ad uso irriguo del Consorzio Chiese: a Gavardo canale Naviglio Grande Bresciano, a Bedizzole roggia Lonata Promiscua ed Alto Mantovano, a Calcinato rogge

Calcinata e Montichiara, a Visano Canale Bresciani; oltre ad ulteriori derivazioni in capo ad utenze private quali la seriola di Acquafredda nel comune medesimo, il vaso Campagnotti ad Asola (MN).

2.1 Il fiume Chiese

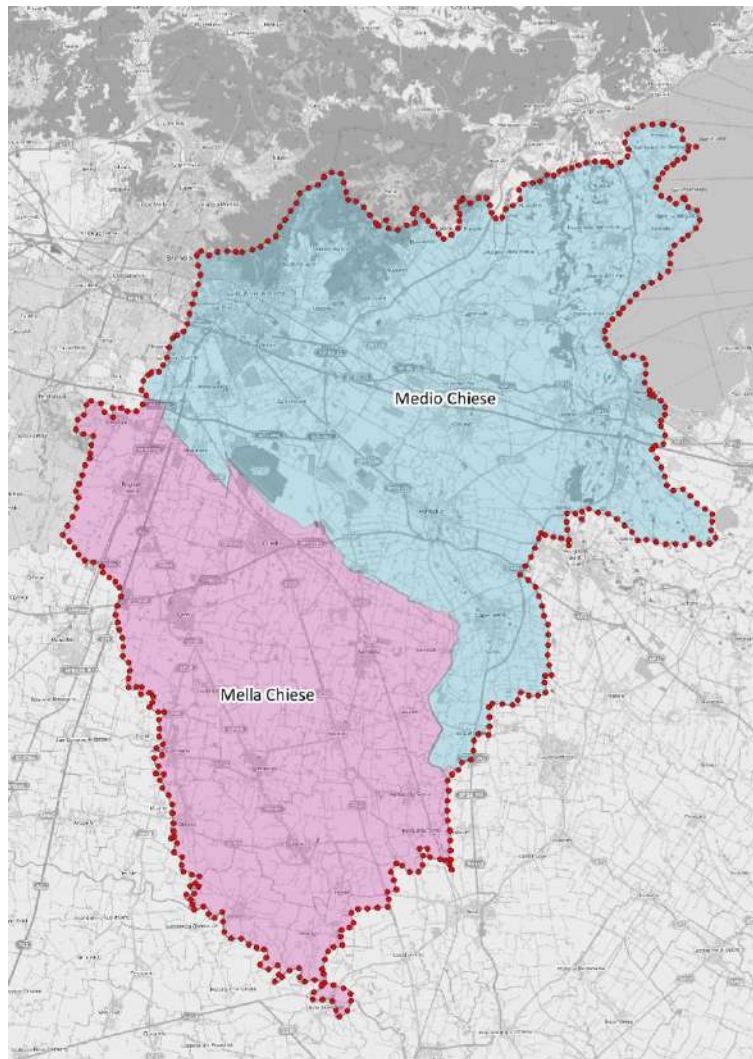


Figura 3: i due dipartimenti consortili.

Il fiume Chiese nasce dai ghiacciai dell'Adamello, ai confini della Valle Camonica e del Trentino, scende per la Valle di Daone formando i laghi artificiali di Bissina a quota 1791 m s.m.m., di Boazzo a quota 1225 m s.m.m. e di Ponte Morandin a quota 717 m s.m.m., percorre la Val Giudicaria inferiore, forma il lago d'Idro a quota 370 m s.m.m., percorre la Val Sabbia e dopo circa 148 km. (dei quali 49 in territorio trentino, 83 in territorio bresciano e 16 in territorio mantovano) si getta nell'Oglio presso Canneto.

Nel tratto sopralacuale riceve le immissioni del Torrente Adanà, nel territorio del comune di Pieve di Bono, e del Torrente Caffaro, in comune di Bagolino, frazione Ponte Caffaro, prima dell'immissione nel lago d'Idro che avviene subito dopo aver attraversato il confine tra le

province di Trento e Brescia. Il lago d'Idro ha una superficie di circa 11,5 km² (misurati alla quota di 370 m s.m.m.), una lunghezza in linea d'aria di 9,75 km ed una larghezza massima di 1,9 km; lo sviluppo delle sponde è complessivamente di circa 24 km, e la massima profondità, riscontrabile 6 km a monte dell'emissario, è di 120 m. Nel bacino imbrifero del lago d'Idro si raggiungono quote assai elevate come il Monte Fumo (3441 m s.m.m.), il Crozon di Lares (3354 m s.m.m.) e il Carè Alto (3462 m s.m.m.); comprende riserve idriche quali ghiacciai e nevi perenni. L'altezza media ponderata di 1480 m s.m.m. . L'utilizzazione della risorsa idrica del bacino del fiume Chiese e del lago d'Idro è da sempre stata al centro di rilevanti interessi. Il lago d'Idro, per primo regolato, tra i grandi laghi italiani, fin dai primi anni del XX secolo, è stato oggetto di contese istruttorie, tra gli utilizzatori agricoli storici e le emergenti iniziative di produzione di energia elettrica, di contenzioso tra gli irrigatori mantovani e bresciani, risoltosi solo nel 1955, e per ultimo, negli anni sessanta, interessato dalla realizzazione delle imponenti opere di regimazione nel bacino dell'Alto Chiese con la costruzione delle dighe di malga Bissina e Boazzo. All'uscita dal lago d'Idro, il Chiese, con uno sviluppo di 26 km circa, raggiunge Vobarno e qui successivamente Gavardo dove inizia il percorso in pianura fino a sfociare nel fiume Oglio in provincia di Mantova.

2.2 Dipartimento Medio Chiese

Nel dipartimento Medio Chiese della superficie territoriale di oltre 55000 ha, ricadono, anche parzialmente, **30** Comuni della pianura orientale bresciana ai quali vanno necessariamente aggiunti, seppur ricadenti amministrativamente nella Comunità Montana di Valle Sabbia, anche quelli di Gavardo e Paitone, ove il Consorzio di Bonifica svolge il servizio irriguo e di bonifica da epoca immemorabile e con acque in concessione.

- La fascia centrale e meridionale costituisce l'area della media e bassa pianura compresa tra gli ambiti del fiume Mella e Chiese. In tale area, a ridosso dell'alta pianura, una minore conducibilità degli acquiferi ed un cambiamento di pendenza della superficie piezometrica, determinano l'emergenza dei fontanili particolarmente concentrati nell'area delimitata dai comuni di Bagnolo Mella a nord-ovest, di Ghedi a nord-est, di Calvisano a sud-est e di Leno a sud-ovest.
- L'ambito corrispondente alla fascia compresa fra il corso del fiume Chiese, di origine alluvionale ed in genere ribassata di qualche metro rispetto al livello fondamentale della pianura.
- Il complesso dell'anfiteatro morenico benacense, molto vario dal punto di vista paesaggistico, con rilievi più o meno scoscesi, piane intermoreniche, aree di collegamento tra i versanti morenici e le depressioni intermoreniche ed aree di pianura.

2.3 Dipartimento Fra Mella e Chiese

Nel dipartimento Fra Mella e Chiese, della superficie territoriale complessiva di oltre 36000 ha, ricadono, anche parzialmente, **28** comuni della pianura bresciana, sud-occidentali rispetto al Medio Chiese, collocantisi a cavallo della fascia dei fontanili che attraversa tutta la media pianura lombarda bonificata nel Medioevo, ricca di canali colatori, utilizzati per l'allontanamento delle acque, e di rogge per il vettoriamento irriguo delle stesse.

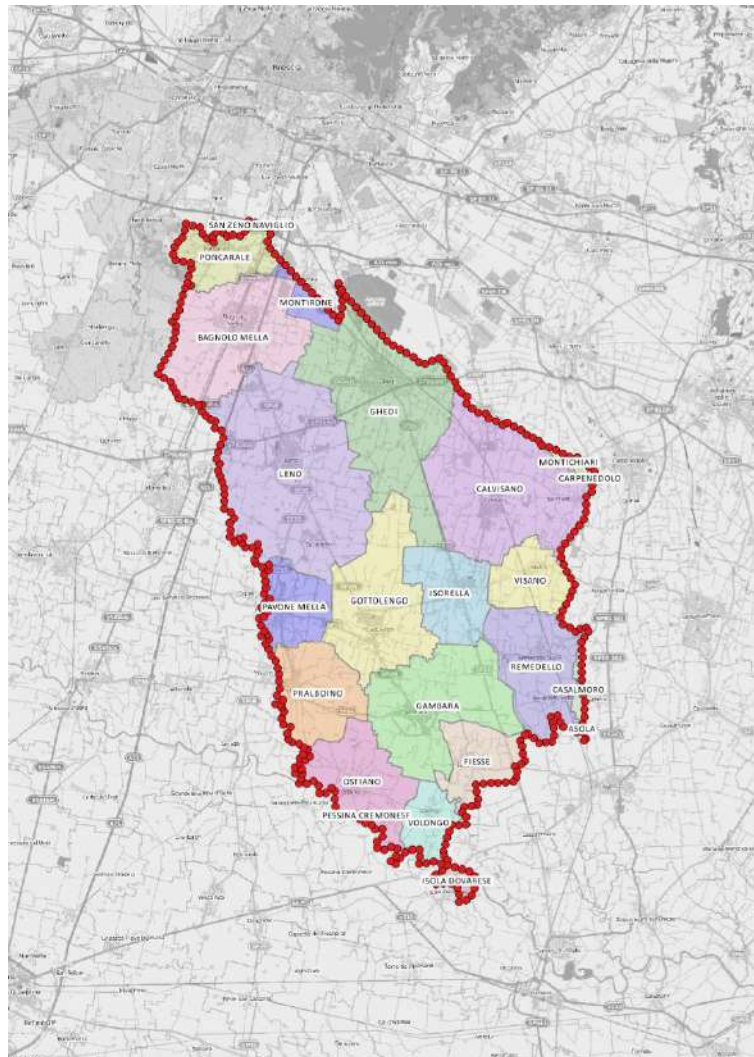


Figura 5: i comuni ricadenti nel dipartimento Mella Chiese.

2.3.1 Il territorio

Il comprensorio si situa nella Pianura Orientale Bresciana, compresa fra il canale Naviglio Grande Bresciano, i fiumi Mella, Chiese ed Oglio. La maggior parte del suo territorio si trova in provincia di Brescia, pur essendo interessate anche le province di Cremona e, seppur per una superficie limitatissima, di Mantova. Il comprensorio di bonifica così delimitato dal Consiglio Regionale, oltre ad aree precedentemente non incluse in enti di bonifica, comprende per intero i comprensori dei Consorzi di Bonifica preesistiti Agro Bresciano Fra Mella e Chiese e Canale Bresciani e Rogge Unite.

E' un territorio completamente pianeggiante, degradante da Nord a Sud, da quota 100 m s.m.m. a quota 30 m s.m.m. circa. L'idrografia è caratterizzata dalla presenza di numerosi corsi d'acqua e dall'affioramento della falda superficiale attraverso numerosi fontanili, compresi nell'ampia fascia che occupa tutta la parte nord del comprensorio Fra Mella e Chiese, fra le quote 85 e 55 m s.m.m., lungo la linea trasversale Milzanello - Isorella - Visano, caratterizzanti la fisionomia dell'ambiente; fondamentale il loro contributo alla dotazione d'acqua irrigua del territorio

consortile. La circolazione idrica è dominata essenzialmente dal Fiume Chiese e, in misura assai minore, dal Fiume Mella oltre che dal Torrente Garza. Ai numerosissimi punti di affioramento delle acque corrisponde una fitta rete di canali scavati per la bonifica idraulica, alimentanti altresì il sistema irriguo di buona parte del comprensorio, secondo il concetto della *“bonifica integrale”*. I capifonte dei fontanili utilizzati, si trovano tutti all’interno del comprensorio consortile, con la sola esclusione delle origini del Vaso Molone e dei Vasi Cucca e Cucchetto, entrambi provenienti dall’attiguo comprensorio Oglio Mella. I numerosi pozzi freatici e artesiani realizzati a partire dagli anni '70 soprattutto nei Comuni di Ghedi e Calvisano per integrare le portate dei fontanili li hanno, allo stesso tempo, via via impoveriti.

3 Cenni storici

Le canalizzazioni principali, che costituiscono il sistema irriguo hanno origini antiche: risalgono infatti al XIII secolo le prime iniziative per l'utilizzazione delle acque e ai tre secoli successivi la costruzione del Naviglio Grande Bresciano e delle rogge Lonata, Montichiara e Calcinata.

3.1 Le origini, tra fine Ottocento e inizio Novecento

Alle origini della realizzazione delle opere di presa e di conduzione delle acque dell'odierno Consorzio Chiese vi è la storica contrapposizione tra interessi concorrenti: gli agricoltori delle plaghe di pianura, bisognosi di affrontare il progresso dell'agricoltura che si profilava foriero di incrementi di produttività, a patto, però, di avere a disposizione risorse aggiuntive di acqua, soprattutto nei terreni magri e tendenzialmente aridi dell'alta pianura orientale bresciana, gli industriali, alfieri della nascita di una nuova classe produttiva che si affrancava dalle campagne per progressivamente inurbarsi, ed i residenti, tradizionalmente legati alle risorse lacustri da cui traevano il necessario per il sostentamento in un contesto ambientale marginale rispetto alle prospettive degli abitanti di pianura, inurbati o meno che fossero, che si opponevano a qualsiasi progetto che vedesse la riduzione del lago d'Idro a invaso artificiale.

Dal progetto dell'utenza del Naviglio Grande Bresciano del 1877, alla proposta dell'ingegner Tobia Bresciani del 1887, che prevedeva di ricavare dal lago un invaso di 56 milioni di metri cubi, alla richiesta dell'ingegner Eugenio Villoresi del 1889 di derivare 12 metri cubi d'acqua dal Chiese poco a valle del lago allo scopo di ricavare energia elettrica per l'illuminazione e la forza motrice di Brescia, fino al progetto dell'ingegner Arnaldo Trebeschi, avanzato in nome del Naviglio Grande Bresciano nel 1905 e condiviso dalla Società Elettrica Bresciana (SEB) attraverso la convenzione del 1906, nonostante la domanda concorrente della Società Anonima Officine Metallurgiche Togni di Brescia del 1916 (con il progetto degli ingegneri Massarani), si giunse dopo 40 anni (con il decreto luogotenenziale 25 ottobre 1917) al rilascio della concessione per ridurre il lago d'Idro a serbatoio artificiale per l'invaso e lo svasso delle acque.

Vicissitudini e tentativi di modificare i termini dell'utilizzazione a vantaggio della SEB si conclusero, anche grazie al sostegno delle banche (la Banca di Credito Agrario e la Banca San Paolo di Brescia), con accordi che nel 1922 condussero a chiedere una variante alla concessione e alla costituzione di una società di gestione (la Società Lago d'Idro) che portasse a termine la realizzazione delle opere. L'invaso di 40 milioni di metri cubi, inizialmente concesso tra le quote 364,50 e 368,00 m s.m.m., fu ampliato a 75 Mm³, con un'escursione del pelo libero del lago di 7 m.

Composta, almeno in parte, la contrapposizione tra gli interessi agricoli ed industriali concorrenti, i contrasti si trasferirono sul piano territoriale tra le esigenze degli agricoltori mantovani, che derivavano le acque in sinistra Chiese utilizzando portate di piena e di morbida, e quelli bresciani che avrebbero beneficiato delle nuove opere concesse. Ritenendo che la capacità di trattenuta e di modulazione delle piene del lago si riferisse alla totalità dei volumi e che questo si riverberasse anche su quanto prelevato dai mantovani, l'ingegnere Ernesto Finzi diede un'interpretazione al decreto legge 20 novembre 1916 tale da essere posta a premessa della domanda di concessione delle acque del Chiese a Ponte San Marco per la conduzione delle stesse fino al fiume Mincio presso Bozzolo.

Da questo momento, allorché vi fu la generalizzata necessità di giustificare i titoli e i diritti in forza del decreto del 1916 e poi con le nuove disposizioni del testo unico sulle acque e gli impianti idroelettrici approvato con Regio Decreto 11 dicembre 1933, n. 1775, la contrapposizione tra i bresciani e i mantovani fu molto accesa sino al 14 luglio 1955 quando si concluse la cosiddetta "Pace del Chiese".

Il consolidarsi dell'importanza e del ruolo della gestione delle acque ebbe un'accelerazione con il regio decreto 13 febbraio 1933, n. 215, "Nuove norme per la bonifica integrale", che, ai sensi dell'art. 59, trasformò il naviglio e le rogge inferiori del Chiese in enti di diritto pubblico attribuendo una maggiore autorevolezza ai nuovi soggetti giuridici utile all'espletamento dei propri compiti istituzionali, sia sul fronte interno, nei riguardi dell'evoluzione dell'agricoltura, sia su quello esterno, nei confronti degli usi concorrenti per la risorsa acqua.

Nel passaggio delle competenze statali alle Regioni (D.P.R. n. 616/1977), tra le numerose materie vi era anche quella delle acque e la Regione Lombardia non mancò di legiferare in argomento nell'intento di razionalizzare gli enti esistenti e, soprattutto, di dare un nuovo senso al rapporto tra la risorsa acqua e il territorio, inteso quest'ultimo nell'accezione più ampia, ossia comprese le comunità che lo abitano.

Il compito di unificare gli intenti fino ad allora suddivisi tra le autonomie dei numerosi consorzi esistenti non fu facile, ma il dottore agronomo Ottorino Milesi, dirigente del Servizio Provinciale Agricoltura Foreste e Alimentazione della Regione cui fu affidata la gestione commissariale per l'avvio del nuovo consorzio, riuscì nell'impresa di fare convergere gli interessi delle parti fino alla convocazione dell'assemblea costitutiva del Consorzio Medio Chiese nel 1987.

L'operatività, a far tempo dal 1° gennaio 1990, venne sancita dal D.P.G.R. 9 novembre 1988, n. 23472, e riguardava un territorio di 55874 ha in 30 comuni, suddiviso in 7 distretti (Naviglio Grande, Bedizzole – Carzago - Drugolo, Calcinata, Montichiara, Lonata, Valtenesi, Carpendolo - Acquafredda) di cui i primi 5 operativi con una superficie di 43000 ha.

3.2 L'agricoltura dell'alta pianura orientale tra le due guerre

Tabella B1 – Rese produttive delle principali colture in comune di Brescia¹

Qualità di coltura e coltivazioni	Produzione media per ettaro sessennio 1923-28 (quintali)	Produzione media per ettaro 1929 (quintali)	Note
Frumento tenero	21,0	30,0	
Granoturco maggengo	35,9	38,0	Superficie integrante
Granoturco cinquantino	17,4	18,0	Superficie ripetuta
Tabacco	13,0	13,0	
Pomodoro	250,0	250,0	
Altri ortaggi*	90,2	108,6	
Prati avvicendati	74,6	72,0	62% trifoglio ladino e 38% erba medica; 88,5% irrigui
Prati avvicendati (anno d'impianto)	39,1	37,3	
Prati permanenti	68,1	68,4	67,4% irrigui; 27,1% prati marcioti
Erbai: annuali; intercalari	80,0	67,1	Barbabietole da foraggio; colza e granturco da foraggio; 92% irrigui

A titolo di esempio si riportano alcuni dei dati evidenziati dal Catasto agrario per l'anno 1929 (Istituto centrale di statistica del Regno d'Italia, 1935) che danno ragione dell'aumento di

produttività in corso in quegli anni nelle produzioni agricole: nell'annata 1928 - '29 le rese sono in genere superiori rispetto al sessennio precedente (Tabelle B1, e B2).

Tabella B2 – Rese produttive delle principali colture in comune di Calcinato²

<i>Qualità di coltura e coltivazioni</i>	<i>Produzione media per ettaro sessennio 1923-28 (quintali)</i>	<i>Produzione media per ettaro 1929 (quintali)</i>	<i>Note</i>
Frumento tenero	20,3	23,0	
Granoturco maggengo	23,0	20,0	<i>Superficie integrante</i>
Granoturco cinquantino	18,9	16,0	<i>Superficie ripetuta</i>
Orti familiari*	4,0	4,0	
Prati avvicendati	55,8	51,1	<i>42% trifoglio ladino e 58% erba medica; 70,4% irrigui</i>
Prati avvicendati (anno d'impianto)	33,9	32,0	
Prati permanenti	63,7	75,0	<i>Irrigui</i>

1 Fonte: Tabella V - Superficie e produzioni delle singole coltivazioni - scheda 70 Brescia, Catasto agrario 1929 Compartimento della Lombardia, Provincia di Brescia.

2 Fonte: Tabella V - Superficie e produzioni delle singole coltivazioni - scheda 157 Calcinato, Catasto agrario 1929 Compartimento della Lombardia, Provincia di Brescia.

Appare superfluo evidenziare come le produzioni di allora differivano da quelle registrate nei giorni nostri: oggi la produzione unitaria del frumento è più che triplicata e quella del granturco (mais) quasi quadruplicata.

4 Paesaggio

La valenza paesaggistica del territorio consortile connota specifiche tipologie di pregio come quella in corrispondenza della parte nord, relativa alla fascia pedemontana e collinare che si contraddistingue sia per i caratteri morfologici sia per gli aspetti vegetazionali, nonostante l'alterazione profonda causata dalla presenza delle numerose cave calcaree, essendo la zona ricadente nel vasto areale di estrazione della pregiata pietra di Botticino.

Sono inoltre caratteristiche, oltre alla dorsale morenica collinare del Garda, che dal fiume Chiese cinge il lago e si prolunga fino a Castiglione delle Stiviere, le colline di Castenedolo e quelle di Ciliverghe che hanno l'aspetto di tronchi di cono che emergono isolati dalla pianura.

Qui si evidenzia, per il contrasto fra elementi verticali e orizzontali, la notevole variabilità della morfologia dei terreni e la particolare conformazione degli stessi, l'alternarsi di boschi e prati, le sistemazioni idraulico – agrarie di interesse storico e l'esistenza di edifici e di manufatti di valore storico, artistico e culturale.

In tali zone il paesaggio è mosso e articolato su diverse visuali, cosicché si ha l'impressione di una natura cangiante e di spazi aperti. I rilievi, rivestiti da macchie boschive alternate a zone prative o ad appezzamenti coltivati a vite, vengono, infatti, interrotti di tanto in tanto da zone pianeggianti, destinate ai seminativi ed ai vigneti.

L'edificazione limitata a piccoli centri, o a un insieme di case sparse di modesta entità, e le infrastrutture varie mantengono una posizione di buon equilibrio con l'ambiente circostante.

Ne deriva pertanto l'immagine di un sito che presenta molti caratteri di pregio, individuabili non solo nella varietà morfologica, propria della zona collinare, ma anche nella diversificazione vegetazionale delle parti più pianeggianti, nelle quali i canali sono spesso fiancheggiati da una vegetazione sia arborea che arbustiva, la cui verticalità è accentuata dalla presenza di elementi orizzontali, quali i corsi d'acqua stessi e le distese coltivate.

Allontanandosi da queste zone, che si possono definire di "paesaggio agrario collinare e pedecollinare" e dirigendosi verso sud-ovest, si entra nella pianura orientale, caratterizzata da un territorio agricolo con buona integrità, da un'agricoltura sviluppata che non presenta dal punto di vista ambientale elementi particolari, in un ambito di pianura in cui si avverte la tendenza all'uniformità degli ecosistemi agrari.

Per quanto riguarda l'uso del suolo, prevalgono le colture a seminativo che mettono in risalto il processo di appiattimento ben ordinato del paesaggio agrario, qui molto evidente non solo per la progressiva estensione delle monoculture, ma anche per la graduale riduzione delle siepi e dei filari di alberi.

Al paesaggio agricolo, caratterizzato da eterogenea integrità, appartiene il territorio che si estende a ridosso del fiume Chiese in cui l'utilizzazione del suolo vede la prevalenza delle colture cerealicole, in particolare mais, che coprono superfici di terreno di vaste dimensioni.

Per quanto riguarda la diversificazione del paesaggio agrario, si osservano zone i cui caratteri di naturalità sono tuttora significativi. Anche nelle porzioni di paesaggio in cui si è verificata la progressiva e graduale semplificazione degli ordinamenti colturali, si avverte l'aspetto di un territorio agricolo ricco di segni e di testimonianze di valore storico e culturale. L'area si

caratterizza, infatti, per la presenza diffusa di manufatti e di opere facenti parte di antiche sistemazioni idraulico – agrarie e della evoluzione economica e sociale parallela.

Infine si rileva un ultimo ambito territoriale, corrispondente alla fascia delle “risorgive” in prossimità del confine meridionale del dipartimento Medio Chiese, al confine con il dipartimento Fra Mella e Chiese, ove la presenza dei “fontanili” costituisce un “elemento di forte caratterizzazione paesaggistica che interessa tutto il territorio circostante”, soprattutto per la presenza di una ricca e sviluppata vegetazione in cenosi di consistente polimorfismo.

5 Bonifica idraulica e difesa del suolo

La bonifica idraulica, nell'accezione originaria, corrisponde all'azione di prosciugamento e trasformazione di acquitrini più o meno permanenti, in aree praticabili e produttive in genere prevalentemente destinate ad attività rurale, nonché tutta la complessa operatività di mantenimento della trasformazione effettuata tramite la manutenzione e l'esercizio delle opere eseguite (rete, manufatti ed impianti). La significativa trasformazione del territorio accompagnata dal cambiamento climatico che, se non altro, ha accentuato gli eccessi e le carenze idriche un po' in tutto il Paese, ha comportato la necessità di un adeguamento della bonifica tanto funzionale quanto giuridico-amministrativo, prima fra tutte, il decentramento regionale che tiene conto delle diverse realtà territoriali. Oggi più che mai le opere e l'organizzazione consortile su cui si struttura la bonifica idraulica sono elementi fondamentali per la sicurezza idraulica ed idrogeologica del territorio ed il suo monitoraggio. Dove presente infatti, la bonifica organizzata rappresenta l'ultimo presidio esistente disponibile permanentemente, quale risorsa tecnica ed amministrativa di cui disporre.

5.1 La bonifica come difesa/conservazione del suolo secondo il principio del mantenimento dell'equilibrio idrico territoriale

Oggi i predetti territori, per il progressivo esponenziale incremento della copertura del suolo ma anche per i cambiamenti climatici, risultano estremamente vulnerabili alle situazioni sia di eccesso che di carenza idrica e molto più sensibili agli effetti di alluvioni, dissesto idrogeologico e siccità rispetto alle aree naturali originarie, riconducibili ad un passato relativamente recente. Specie in pianura areali sempre più vasti sono occupati tanto da insediamenti urbani ed infrastrutturali quanto da aree produttive agrarie generalmente coperte da colture intensive spesso particolarmente idroesigenti.

Se da oggi e per il futuro prossimo in Regione Lombardia la trasformazione del territorio, anche per effetto di recenti leggi dalla stessa recentemente promulgate, deve temperare principi fondamentali quali il contenimento del consumo di suolo progressivo (L.R. n. 31/2014) e l'invarianza idraulica (L.R. n. 4/2016), al contempo va preso atto come l'attuale assetto territoriale, risultando in buona parte imm modificabile, debba in qualche maniera mettere in atto strategie di adattamento a condizioni attuali tanto difficili. Una rete irrigua sottostante in origine essenzialmente suoli rurali con funzione esclusivamente distributiva o, al limite, scolante, oggi sempre più frequentemente viene anche adibita al drenaggio dei deflussi urbani assumendo, suo malgrado, funzioni ampliate di bonifica ed allontanamento delle acque, per portate notevolmente accresciute e con tempi di corruzione molto ridotti rispetto ad un tempo. Rete che ha gioco forza l'onere di adeguarsi alla nuova realtà in quanto pensata per finalità e funzioni diverse da quelle che attualmente è costretta a svolgere. Risulta oggi anacronistico definire, magari distinguendole, bonifica ed irrigazione, ma più aderente alla realtà ed alle prospettive dire che le organizzazioni consortili svolgono un servizio territoriale finalizzato al mantenimento dell'equilibrio idrico dei territori allo scopo di assecondarne le necessità in ordine alla vivibilità nel senso più ampio del termine: portandovi l'acqua se in difetto ed allontanandola quando in eccesso.

6 Irrigazione

Il territorio del dipartimento Medio Chiese è situato nell'alta pianura bresciana ed ha caratteristiche pedologiche e geologiche tali da determinare un'elevata permeabilità delle risorse idriche. Ne consegue che i volumi idrici apportati in quest'area, sia con le precipitazioni, ma soprattutto con la pratica irrigua, sono soggetti a forti perdite d'infiltrazione nel sottosuolo che riducono notevolmente la quantità d'acqua "utile" messa a disposizione delle colture. **Di tale fenomeno beneficia però l'area immediatamente a sud dell'alta pianura, nello specifico in particolar modo il dipartimento Fra Mella e Chiese, ove la minore permeabilità unitamente ad un cambiamento della pendenza della superficie piezometrica garantiscono una maggiore quantità di riserve idriche sotterranee, nonché la fuoriuscita delle stesse in superficie, dando origine ai fenomeni sorgentizi dei fontanili** le cui acque, opportunamente convogliate, costituiscono una fonte idrica di notevole importanza per l'agricoltura dell'area.

Tale fonte è strettamente correlata all'impinguamento a monte della falda acquifera, i cui fattori di ricarica, oltre all'infiltrazione delle precipitazioni, sono principalmente costituiti dalle acque d'irrigazione che, al netto del consumo da parte delle colture, percolano nel sottosuolo sommandosi alle dispersioni idriche dei canali durante il vettoriamento delle acque stesse.

In definitiva quindi le irrigazioni praticate nell'alta pianura comportano la circolazione di abbondanti volumi idrici che sono in buona parte destinati ad infiltrarsi nel sottosuolo:

- nella fase di trasferimento dei volumi prelevati dal punto di derivazione fino al campo;
- nella fase di somministrazione alla coltura;
- nella fase finale di allontanamento delle acque colatizie dal campo per il recapito allo scarico finale.

Nel comprensorio del Chiese la tecnica irrigua largamente più diffusa è lo scorrimento superficiale che interessa circa il 90% della superficie; la restante parte, localizzata prevalentemente nella zona morenica, utilizza per l'irrigazione un metodo distributivo con impianti pluvirrigui ad elevata efficienza.

Il 40% circa dell'intera superficie del dipartimento è irrigato mediante acque provenienti direttamente dal fiume Chiese, derivate in parte a Gavardo, per l'utenza di sponda destra tramite il canale Naviglio Grande Bresciano, in parte a Cantrina di Bedizzole per l'utenza di sponda sinistra e, per il dipartimento Fra Mella e Chiese, mediante la diga "Bresciani" ed il canale omonimo in comune di Visano (BS).

6.1 Derivazioni in destra Chiese

6.1.1 Naviglio Grande Bresciano

Le acque provenienti dal fiume Chiese, mediante la travata situata tra le località Bostone di Villanuova e Gavardo, si immettono nel canale Naviglio, fino alla località Ponte Arche di Gavardo, ove con paratoie di regolazione, e sfioratore laterale che consentono di ricaricare nel Chiese parte delle acque prelevate a monte, sono ripartite secondo le quantità assegnate ai rispettivi distretti in destra e sinistra Chiese.

Successivamente, a valle delle paratoie di regolazione, ha inizio il Canale Naviglio quale vettore delle acque destinate all'irrigazione dei terreni di sponda destra del Chiese che, dopo aver attraversato i territori dei Comuni di Gavardo, Prevalle, Nuvolento, Nuvolera, Mazzano, Rezzato, Brescia, e dopo aver alimentato anche le centrali idroelettriche della società BKW SA in Prevalle e della ditta Olifer in Nuvolento, raggiunge la località S. Eufemia di Brescia. Da qui parte delle acque del Naviglio, mediante manufatto tombato, vengono indirizzate verso il centro città, ove i coli e le acque di supero si immettono nel Torrente Garza in località Maria Bambina di Brescia. La quota maggiormente consistente delle acque del Naviglio si riversa, mediante sottopassi della S.S. n. 11, nel canale Naviglio Cerca e raggiunge la località Chioderolo di S. Polo di Brescia ove, con manufatto a sifone, sottopassa il Garza per alimentare alcune utenze di valle appartenenti ai comuni di Borgosatollo, S. Zeno, Montirone e Poncarale, mentre la quota esuberante la portata del sottopasso, con appositi manufatti sfiora nel Torrente Garza stesso. Attualmente il Naviglio prende nome secondo i vari tratti del suo percorso. Se il Naviglio Grande Bresciano è dunque il tratto da Gavardo a S. Eufemia, il Naviglio Cerca è il tratto tra S. Eufemia e Borgosatollo. Dal Naviglio Cerca, in località Cascina Venezia nella frazione Piffione di Borgosatollo, origina la roggia Avogadra (detta anche Molinera) le cui acque di supero si riversano nel Naviglio Inferiore o di S. Zeno, anticamente alimentato, anche in periodi di magra, da un fontanile ormai da tempo inattivo. Il punto d'inizio del Naviglio Inferiore è determinato da un cippo in pietra, posato il 1° luglio 1866, in località Bargnana di Piffione, frazione di Borgosatollo, con la scritta: "Termine del Naviglio Grande Bresciano" sopra la faccia a mattina; e "Inizio del Naviglio Inferiore" sopra la faccia a sera.

Da qui, via via, immettendosi e raccogliendo le acque di altri colatori, raggiunge i territori di S. Zeno e di Montirone, fino ad uscire dal dipartimento Medio Chiese verso i territori di Ghedi, ripercorrendo quello che era il tracciato antico.

6.1.2 Canale Bresciani

In Comune di Visano (BS) mediante traversa di sbarramento fissa in muratura in sezione del fiume Chiese alta 5,1 m con 3 paratoie mobili a ventola sul corpo diga aventi escursione massima in altezza delle stesse di 1,4 m e luce netta complessiva 72 m, generante un volume d'invaso di 20000 m³, prende origine, per derivazione a gravità con griglia statica all'incile della derivazione e vasca di sghiaimento e regolazione della derivazione, il canale a pelo libero denominato Canale Bresciani, della portata di concessione di 1015 l/s assentita per tutto l'anno, sottendente un territorio irriguo di 1036 ha ricadenti per lo più in comune di Remedello (BS), con periodo di prelievo massimo effettivo dall'1 aprile al 30 settembre di ogni anno.

La bonifica del territorio remedellese, in origine molto irregolare e accidentato, inizia in tempi remoti, si completa negli anni '20 del 1900, con la costruzione della diga di presa delle acque del fiume Chiese, in comune di Visano e con la costruzione dei canali di primo, secondo e terzo ordine, per la capillare distribuzione irrigua nell'intero comprensorio. La disponibilità di acqua per l'irrigazione di questo comprensorio era infatti alquanto incerta, strettamente correlata alle portate di alcuni fontanili, alimentati dalle acque colatorie dei terreni superiori, e quindi a regime strettamente variabile ed imprevedibile. La costruzione della diga e l'approvvigionamento sicuro e costante di acqua viva dal Chiese, ha rappresentato l'elemento decisivo e definitivo nei riguardi delle esigenze irrigue del comprensorio. Quest'opera idraulica, realizzata in sezione del fiume Chiese nei comuni di Visano e Acquafredda, è di ragguardevole importanza e dimensioni. Fu

realizzata grazie all'intuizione e all'iniziativa dell'ing. Tobia Bresciani, che già nei primi anni del secolo scorso, presentò al Genio Civile di Brescia il progetto delle opere e la domanda di concessione d'uso delle acque.

La rete dei vasi di questo sistema irriguo è costituito da canali artificiali derivati ed alimentati dall'unico canale adduttore, derivato dal Chiese, fittamente ramificati, secondo schemi e percorsi dipendenti dalla morfologia del territorio, tali da consentire la condotta e la distribuzione delle acque, per scorrimento a pelo libero, in tutto il comprensorio consortile. Il canale principale, derivato a pelo libero dal Chiese alla diga di presa di Visano, si divide in tre vasi secondari, ciascuno a servizio irriguo di uno specifico sottocompensorio, denominati: canale Ravazzica, canale Secondario Mattina, canale Secondario Sera. Le prime due derivazioni servono la metà ad Est del comprensorio, mentre la terza interessa la metà ad Ovest. Ciascuna derivazione alimenta, in continuo, una propria rete di vasi del terzo e quarto ordine, in cui il deflusso avviene ovunque a pelo libero e la distribuzione delle acque segue un andamento il più possibile a catena, da Nord a Sud, mediante la deviazione in genere dell'intera portata assegnata al singolo sottocompensorio, tramite paratoie di sbarramento e di derivazione, secondo il turno irriguo prestabilito. L'insieme dei canali e dei vasi irrigui, si estende per la lunghezza complessiva di circa 90 km, equamente distribuita all'interno dei tre sottocompensori. Il canale principale è lungo circa 2800 m, nel percorso fra la diga di presa e le derivazioni dei canali secondari, a pendenza ridottissima. La sezione del vaso è dell'ordine di 5-6 m², con alveo rivestito solo nel primo tratto seguente la presa, della lunghezza di circa 800 m, mediante lastre di cemento prefabbricate. Nella restante parte del percorso l'alveo è scavato in terra, a sezione ampia e regolare. I canali del secondo ordine sono in buona parte rivestiti in calcestruzzo o sistemati con la posa nell'alveo di elementi prefabbricati in c.a., con sezione dell'ampiezza di 2-3 m². La rete dei vasi del terzo e quarto ordine è generalmente costituita da fossi in terra di modesta dimensione, fittamente ramificata in tutto il comprensorio consortile fino alla consegna delle acque alle aziende agricole. Ad eccezione dell'opera di presa sul fiume Chiese, i manufatti idraulici del sistema irriguo sono tutti di modesta dimensione. Si tratta in genere di piccole opere in calcestruzzo, costruite nei punti di ramificazione della rete, atte ad alloggiare le paratoie piane, normalmente realizzate in ferro a movimento manuale, per la regolazione dei deflussi nelle diverse direzioni. I principali manufatti presso i quali si realizza la ripartizione delle portate nelle parti competenti ai singoli sottocompensori, sono denominati: partitore Ravazzica, partitore Ramo Principale, partitore Secondario Sera, partitore Tesolo, partitore Roncaglie, partitore Chiavichetti.

6.2 Derivazione in sinistra Chiese

In località Cantrina di Bedizzole vengono prelevate dal fiume Chiese le acque di competenza dei distretti di sponda sinistra del dipartimento Medio Chiese, mediante opera di presa costituita da una traversa ad arco rivestita in granito, adagiata nell'alveo del fiume, alla quale fa seguito il manufatto degli sghiaiatori e dei dissabbiatori con relativo sfioratore seguito dalle paratoie di presa e regolazione che danno origine alla Roggia Lonata Promiscua.

Le acque defluiscono nel suddetto canale sino in località Salago di Bedizzole dove, a valle dell'utilizzazione del Consorzio Idroelettrico di Salago, hanno inizio la roggia Lonata, per l'irrigazione dei relativi compensori ed il canale Schiannini che, dopo aver alimentato la centrale idroelettrica della Società Eos Srl nella frazione Ponte San Marco di Calcinato, si immette nel

corso naturale del fiume Chiese. Le acque nuovamente prelevate appena più a valle nel canale roggia Promiscua in sponda sinistra e in quello della roggia Marina in sponda destra, consentono di irrigare terreni agricoli nei comuni di Calcinato e Montichiari, oltre ad alimentare la centrale della Società Idroelettrica M.C.L. Srl, a valle della quale hanno inizio i canali Calcinata e Montichiara. Nella citata località Salago, ha origine come già detto la roggia Lonata vera e propria che, dopo aver attraversato il territorio del comune di Bedizzole in direzione est, beneficia i comprensori irrigui dei tre Bocchetti di Bedizzole e dei nove comizi della Lonata, per poi dare origine, in località Maglio di Lonato, al canale Arnò, vettore delle acque per il comprensorio mantovano. Lungo il tragitto dei canali vettori principali si dipartono, sia in sponda destra sia in sponda sinistra, le diverse derivazioni irrigue a servizio dei comprensori di competenza, raggiungendo, in alcuni casi, anche territori distanti più di una decina di chilometri dalle bocche di prelievo.

7 La contrazione della risorsa idrica

Nell'ultimo trentennio si è assistito ad una progressiva, ma continua, limitazione nell'utilizzo della risorsa idrica proveniente dal bacino del lago d'Idro/fiume Chiese, soprattutto come conseguenza della determinazione assunta dall'Autorità di Bacino del fiume Po che, interessata, per mandato del Ministero dei LL.PP, nel 1991 delle problematiche relative al rinnovo delle concessioni di regolazione del lago d'Idro e di derivazione d'acqua dal fiume Chiese, scadute alla fine degli anni ottanta, con propria delibera n°9/93 e successive ha posto come prioritarie la razionalizzazione dell'uso dell'acqua ed il recupero e la valorizzazione delle caratteristiche naturalistiche ed ambientali del lago d'Idro e del fiume Chiese. Il citato deliberato della suddetta delibera recita infatti:

- l'escursione dei livelli del lago crea problemi ai comuni rivieraschi, sia di ordine territoriale per quanto attiene alla fruizione locale e turistica dell'ambiente lacustre che di natura ecologica vera e propria;
- problemi altrettanto gravi sotto il profilo ambientale si verificano nel fiume Chiese, che nel periodo irriguo vede in pratica azzerati i deflussi in alveo per un tratto di circa venti chilometri da Cantrina di Bedizzole (BS) fino alle zone delle risorgive tra Montichiari e Carpenedolo;
- pertanto il rinnovo della concessione di derivazione del lago d'Idro e delle concessioni di derivazione a scopo irriguo dovrà tener conto, in forma complessiva, dell'insieme degli aspetti che intervengono e che, oltre all'utilizzo diretto della risorsa, riguardano l'aspetto territoriale, il recupero e la protezione naturalistica dei corpi idrici, la razionalizzazione dell'uso della stessa risorsa, puntando ad una soluzione integrata.

Successivamente alla sperimentazione effettuata per cinque stagioni irrigue (dal 1996 al 2000), l'Autorità di Bacino del fiume Po con propria deliberazione n. 4/2001 del 31/01/2001 ha terminato l'attività di approfondimento e disposto:

- di considerare gli esiti della sperimentazione sufficienti per la definizione di un regolamento di gestione;
- di adottare il documento "Attività del Comitato di Sperimentazione, Relazione conclusiva" unitamente al relativi Regolamento transitorio per la Gestione del lago d'Idro e dei serbatoi dell'Alto Chiese" che nella sostanza prevedono in via definitiva salvo ulteriori contrazioni:
 1. la riduzione dell'escursione del lago d'Idro a 3,25 m (369,25 – 366,00 m s.m.m.) corrispondenti ad un volume utile di 35,4 Mm³;
 2. l'applicazione, nell'alveo del fiume Chiese nel tratto a valle delle derivazioni irrigue, del rilascio per deflusso minimo costante vitale pari a 2,2 m³/s, pari a complessivi 13,7 Mm³ stagionali (1/7 – 10/9).

Tale delibera ha definitivamente ridotto la disponibilità della risorsa idrica di complessivi 44,8 Mm³ nel solo periodo 1 luglio 10 settembre, pari a circa il 21% della necessità irrigua della stagione estiva, così come valutato sulla serie storica (1961 – 1992) delle portate derivate dal Consorzio di bonifica Medio Chiese.

Il D.Lgs 31 marzo 1998, n. 112, ha definito, con decorrenza effettiva 21 febbraio 2002, il trasferimento delle funzioni alle Regioni relativamente alla:

- gestione del demanio idrico, ivi comprese tutte le funzioni amministrative relative alle derivazioni di acqua pubblica, alla ricerca, estrazione ed utilizzazione delle acque sotterranee,

alla tutela del sistema idrico sotterraneo, nonché alla determinazione dei canoni di concessione ed all'introito dei relativi proventi;

- nomina di regolatori per il riparto delle disponibilità idriche, qualora tra più utenti debba farsi luogo al riparto delle disponibilità idriche di un corso d'acqua sulla base dei singoli diritti e concessioni, ai sensi dell'art. 43, comma 3 del R.D. n. 1775/1933.

Pertanto l'Autorità di Bacino terminata la sperimentazione e ritenuti soddisfacenti i risultati ottenuti durante la stessa, con la delibera n. 4/2001 e la relativa regola di gestione del lago d'Idro e del bacino dell'Alto Chiese, ha rimesso la problematica alla competente Regione Lombardia.

Con varie delibere, Regione Lombardia dall'anno 2002 ha provveduto alla nomina di un commissario regolatore per la gestione del lago d'Idro e del bacino del fiume Chiese secondo un apposito regolamento predisposto sullo schema e secondo i contenuti ed obiettivi indicati dall'Autorità di Bacino del fiume Po nella delibera n. 4/2001, confermando la definitiva restrizione nell'utilizzo della risorsa idrica per gli usi irrigui.

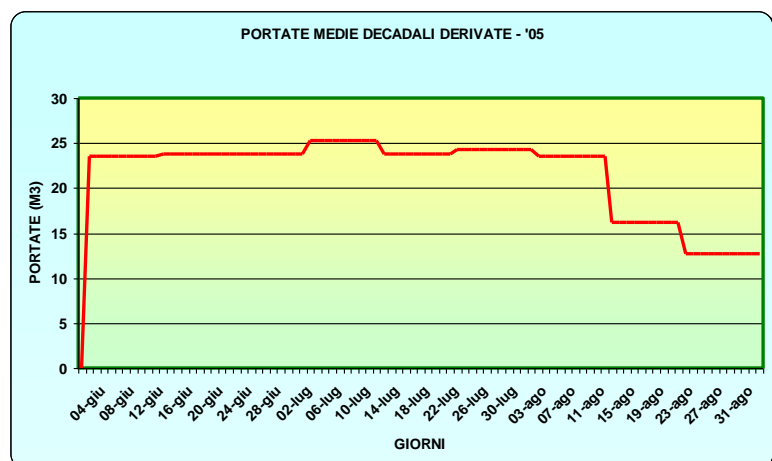
Negli anni successivi la gestione dei rilasci da Idro è stata affidata all'ing. Ettore Fanfani, nominato Commissario Straordinario per la regolazione del lago d'Idro secondo la regola di gestione approvata dall'Autorità di Bacino del fiume Po e da Regione Lombardia, con Delibera Regionale n° 7/222 del 27 giugno 2005. Questo fino alla nomina dell'Agenzia Interregionale per il fiume Po a regolatore, avvenuta nel corso del 2017, con il conferimento della concessione di regolazione tuttora indefinito.

Prendendo in esame la stagione irrigua 2005, significativa dal punto di vista delle esigenze idriche in quanto caratterizzata da un andamento climatico mediamente siccitoso, si sono evidenziate l'inadeguatezza dell'escursione consentita dalle nuove norme di regolazione del lago d'Idro, così come le inefficienze del sistema di approvvigionamento e distribuzione della risorsa acqua.

Le portate d'acqua alla presa sul fiume Chiese dei principali canali d'irrigazione nel periodo di punta (dall'1/6 al 31/8) per il comprensorio bresciano dell'ex Consorzio di bonifica Medio Chiese e quello mantovano dell'ex Consorzio di bonifica Alta e Media Pianura Mantovana sono state le

MESI	DECADE	MEDIA/M ³ 2005
GIUGNO	1	23,57
	2	23,83
	3	23,80
LUGLIO	1	25,32
	2	23,82
	3	24,25
AGOSTO	1	23,48
	2	16,24
	3	12,66
MEDIA STAGIONALE		21,81

seguenti:



		PERIODO 1993/2004	PERIODO 2005
MEDIA STAGIONALE	m ³ /s	27,58	21,81
DEFICIT	m ³ /s		5,77
DEFICIT	%		21%

Si evidenzia l'effettiva contrazione della disponibilità della risorsa idrica rispetto al passato. In particolare l'esercizio irriguo 2005 è stato drasticamente ridotto al termine della prima decade di agosto, quando si è reso necessario, a seguito dell'indisponibilità della risorsa e dell'esaurimento delle integrazioni supplementari dai bacini dell'Alto Chiese, ricorrere alle turnazioni d'emergenza con il raddoppio dei corpi d'acqua a la riduzione del 50% della durata delle turnazioni, con conseguente chiusura alternata delle sotto derivazioni. La tendenza alla progressiva riduzione della disponibilità della risorsa si evidenzia esaminando il decennio precedente 1993 – 2004, dove confrontando i prelievi della stagione 2005 si evidenzia un deficit del 21%.

Deficit che, qualora rapportato alle portate richieste per rinnovo della concessione delle utenze bresciane e mantovane, pari a 32,4 m³/s, supera il 32,5%. Se si aggiunge a questo la necessità dei rilasci, in alveo del fiume Chiese, a valle delle derivazioni irrigue dei Deflussi Minimi Vitali, così come imposto dal Piano di Tutela ed Uso delle Acque Regionale, si configura una contrazione dei volumi di acqua per l'agricoltura superiore a 50 Mm³.

8 Problematiche e orientamenti

La limitata erogazione idrica dal bacino del lago d'Idro e la conseguente riduzione del corpo d'acqua d'irrigazione nei canali dispensatori hanno evidenziato la scarsa efficienza dei canali consorziali in tutte quelle parti del territorio consorziale non ancora sottoposte ad un sistematico intervento di manutenzione straordinaria volto al contenimento delle notevoli dispersioni dei canali in terra. Già a partire dal 1990, a seguito della verifica dell'organizzazione consortile e delle sue strutture relativamente alla distribuzione della risorsa idrica, il Consorzio ha dato avvio ad un programma di riordino irriguo e di sistemazione straordinaria dei principali canali in tutti i territori, per ovviare alle sempre più frequenti crisi idriche che negli ultimi anni hanno minacciato i raccolti delle aziende agricole dei comprensori consorziati; nei distretti Naviglio Grande, Montichiara e Calcinata tale programma è già in avanzata fase di avanzamento.

E' necessario procedere con urgenza nelle attività sopra delineate per la salvaguardia e tutela del territorio agricolo e delle aziende agricole vitali del comprensorio consortile, direttamente dipendenti dall'irrigazione con le acque del fiume Chiese e pertanto in "balia" dei disposti delle delibere del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del fiume Po e delle relative conseguenze inerentemente alle norme e linee di intervento sulla regolazione del lago d'Idro.

L'iniziativa presa dall'Autorità di Bacino del fiume Po che ha portato alla formulazione della Regola provvisoria adottata da Regione Lombardia, ha comportato una contrazione della risorsa idrica per l'irrigazione, come già accertato nella prima fase quinquennale (1996/2000), di sperimentazione della regola di gestione delle acque del lago d'Idro e del fiume Chiese e nella fase di applicazione del Regolamento transitorio nell'ultima versione approvata dalla Regione stessa.

Alla minore disponibilità derivante dalla riduzione di escursione del bacino del lago d'Idro va aggiunto il costante rilascio nel fiume Chiese di un minimo deflusso vitale per consentire la salvaguardia dell'ambiente fluviale, secondo la quantificazione fatta dall'Autorità di Bacino stessa, che rende sempre più difficile soddisfare le irrigazioni nei comprensori fino ad ora serviti dalle acque del Bacino del fiume Chiese. Tali scenari appaiono ulteriormente pregiudicati dai disposti dell'aggiornamento del Programma di Tutela ed Uso delle Acque regionale che prevede l'adeguamento dei valori del DMV al cosiddetto Deflusso Ecologico. Per detti motivi si rendono necessari nuovi riordini irrigui ed ulteriori interventi di ammodernamento della rete dei canali consorziali, oltre a reperire altre fonti di approvvigionamento idrico e ad intraprendere la sperimentazione di nuove metodologie irrigue.

8.1 Riduzione delle perdite mediante impermeabilizzazioni

Rivestimento dei canali esistenti mediante la posa di manufatti in calcestruzzo prefabbricato delle dimensioni che meglio si prestano al soddisfacimento delle esigenze irriguo – idrauliche o la ristrutturazione dei rivestimenti esistenti ammalorati dei canali vettori principali mediante il loro rifacimento in opera. La posa dei manufatti prefabbricati, preceduta da limitata rettifica delle sponde del canale esistente, consente, di norma, il minor impatto ambientale nel rispetto, nella gran parte dei casi, delle piantumazioni esistenti, al contrario degli interventi di ingegneria tradizionale (scavi, fondazione e getti in opera) che, frequentemente, qualora condotti senza particolari cautele ed accorgimenti, sconvolgono l'assetto ambientale. Peraltro l'utilizzo di manufatti prefabbricati oltre a trovare il favore dei proprietari frontisti e degli utenti interessati,

può configurarsi come un intervento che, qualora in sede esistente, ha le caratteristiche di una manutenzione straordinaria di tipo conservativo che non comporta alterazione dello stato dei luoghi; pertanto da ritenersi in conformità con gli strumenti urbanistici vigenti nei Comuni del territorio consortile.

Inoltre, in relazione alla metodologia costruttiva (calcestruzzo armato, vibrato e lisciato) ed alla geometria dei manufatti prefabbricati, vengono ampiamente garantite la durata nel tempo, in merito alla stabilità dimensionale, e la massima efficienza idraulica in assenza di interventi manutentori.

Gli interventi di impermeabilizzazione per i quali motivazioni di tipo idraulico ed economico (vettori principali) non consentono l'utilizzo di prefabbricati e per i quali è pertanto necessario procedere all'esecuzione di manufatti in calcestruzzo in opera, tengono in considerazione tutte quelle cautele ed accorgimenti esecutivi tali da minimizzarne l'impatto e l'inserimento nel contesto ambientale circostante anche mediante opere di compensazione a latere.

8.2 Reperimento di nuova risorsa idrica

Mediante la realizzazione di nuovi pozzi d'integrazione con prelievo in prima falda, la realizzazione di bacini idrici di pianura per stoccaggio idrico magari in cave dismesse, od il ricorso al riutilizzo di acque reflue in uscita da impianti di depurazione "evoluti"; tutto al fine di poter sopperire, seppur parzialmente, alla scarsa dotazione d'acqua nei periodi maggiormente siccitosi e nei momenti di maggior richiesta irrigua.

8.3 Adeguamento impianti

Al fine di poter garantire la rispondenza alle normative vigenti degli impianti di pompaggio consortili oltre ai necessari rinnovamenti, potenziamenti ed interventi manutentivi inderogabili a seguito della loro vetustà, onde poter evitare guasti, malfunzionamenti o fuori servizio pregiudizievoli al regolare svolgimento della stagione irrigua.

8.4 Sperimentazione di nuove tecniche irrigue

Da condursi su aziende tipo del comprensorio consortile, in funzione di un razionale utilizzo della risorsa idrica secondo le esigenze agricole e le moderne tecnologie del settore irriguo per dare concrete risposte relativamente a:

- future esigenze socio – ambientali delle comunità occupate o gravitanti sul settore agricolo;
- salvaguardia della competitività e redditività delle aziende;
- tutela del territorio rurale e sua conservazione per le future generazioni,

in zone del comprensorio particolarmente vocate alle necessarie trasformazioni e ristrutturazioni del sistema irriguo, che consentano l'utilizzo di nuove tecniche, macchine e tecnologie volte al risparmio della risorsa acqua.

9 La Legge Regionale 12 dicembre 2017, n. 34

Per le anzidette considerazioni, in un'ottica di ripensamento delle politiche di governo del territorio, oggi più che mai risulta strategica la realizzazione di bacini di pianura da adibire ad invaso ed accumulo delle acque in siti esistenti all'interno di ambiti territoriali estrattivi asciutti a fine ciclo di escavazione, secondo principi di funzionalità plurima e diversificata, di tutela del territorio attraverso la laminazione delle acque nei momenti di forte piovosità, e di riutilizzo delle stesse nei momenti di carenza idrica, riqualificando al contempo aree altrimenti soggette a degrado. All'uopo nel dicembre 2017 Regione Lombardia, per prima in Italia, ha promulgato la Legge n. 34 *"Integrazioni alla legge regionale 5 dicembre 2008, n. 31 (Testo Unico delle leggi regionali in materia di agricoltura, foreste, pesca e sviluppo rurale). Nuove norme per la mitigazione degli effetti delle crisi idriche nel settore agricolo, per la difesa idrogeologica e per la riqualificazione territoriale"*, che disciplina l'utilizzo plurimo delle cave esistenti e di quelle previste dai vigenti piani provinciali delle cave, ai fini di mitigare gli effetti delle crisi idriche nel settore agricolo nei comprensori di bonifica ed irrigazione e promuovere la difesa idraulica e idrogeologica nei principali bacini fluviali, nonché la riqualificazione ambientale e paesaggistica del territorio. Grazie a detta legge nei comprensori di bonifica e irrigazione in cui il fabbisogno idrico necessario allo svolgimento razionale e produttivo delle pratiche agricole è superiore rispetto alle risorse idriche disponibili sulla base degli usi concessi o in corso di regolarizzazione o riconoscimento e laddove risultano presenti situazioni che necessitano di interventi per la difesa idraulica e idrogeologica, al fine di concorrere al conseguimento degli obiettivi stabiliti nelle pianificazioni regionale, provinciale, metropolitana e comunale, è possibile l'individuazione, negli ambiti già previsti nei vigenti piani provinciali estrattivi, di cave potenzialmente idonee al recupero prioritariamente finalizzato alla realizzazione di bacini idrici per l'accumulo di acque meteoriche o di acque di laminazione delle piene, da destinare all'uso irriguo e/o alla difesa idrogeologica anche mediante la realizzazione di idonei collegamenti idraulici alla rete scolante naturale.

10 I nuovi Piani comprensoriali di bonifica del Consorzio

Con delibera del Consiglio di Amministrazione n. 6/18 del 27/06/2018 il Consorzio Chiese ha adottato i nuovi piani comprensoriali di bonifica. Tra le numerose azioni che concorrono al raggiungimento dell'obiettivo di incremento di fornitura d'acqua ad uso irriguo che interessano diverse parti del comprensorio abbiamo essenzialmente la realizzazione di nuovi pozzi e soprattutto, conseguenza della recente legge regionale di cui al precedente capitolo, l'utilizzo di cave dismesse per lo stoccaggio dell'acqua. Infatti con l'azione *IRR_07* il Consorzio di bonifica Chiese ha individuato invasi da adibire ad accumulo dell'acqua a scopo irriguo nei comuni di Calcinato, Montichiari, Rezzato, Bedizzole, Mazzano e Brescia andando ad utilizzare cave in asciutta dismesse o relitti demaniali in disuso. Con questa azione il Consorzio si prefigge di andare a stoccare in maniera distribuita nel territorio delle riserve d'acqua da accumulare nel periodo tardo invernale e primaverile sfruttabili poi nei mesi di maggior richiesta a compensazione della dotazione irrigua sempre più scarsa. Le cave così realizzate avrebbero in realtà una molteplice funzione di bonifica ed ambientale oltre a quella di irrigazione. Esse potrebbero essere utilizzate anche per la laminazione di eventi di piena qualora il volume a disposizione lo consenta ed inoltre comporterebbero la riqualificazione ambientale di contesti degradati, quali sono attualmente le cave dismesse, andando a creare delle aree di potenziale interesse fruitivo. La stima della maggior portata disponibile ad uso irriguo a seguito dell'utilizzo delle cave dipende dalla durata del periodo di crisi idrica utilizzato come riferimento. Quando si stimi un periodo di prelievo dalla riserva irrigua pari a 75-80 giorni, a 1 Mm³ corrisponde una portata media di 150 l/s. Tale valore è stato considerato come obiettivo specifico, anche se in caso di periodi siccitosi acuti, la portata di picco disponibile potrebbe essere superiore.

Inoltre per alcune porzioni del comprensorio, limitatamente a zone idonee per pedologia, morfologia del territorio e vocazione agricola, si pensa di procedere con trasformazioni dei metodi irrigui da scorrimento superficiale a sistemi ad alta efficienza quali l'aspersione, il goccia a goccia, la microirrigazione, la subirrigazione, finalizzate ad una maggior resilienza del sistema irriguo consortile alle situazioni di crisi idrica del comprensorio. In quest'ottica il Consorzio si è posto l'obiettivo specifico: OS_2.03: Risparmio e ottimizzazione della risorsa idrica individuando, all'interno del comprensorio tre diverse aree, alle quali fanno riferimento le azioni *IRR_19*, *IRR_20* e *IRR_39*, per le quali è prevista la conversione del sistema irriguo da scorrimento superficiale a sistemi ad alta efficienza. L'azione *IRR_19* ricade in comune di Calcinato (BS).

11 Il progetto

L'intervento previsto contempera le azioni del recente piano comprensoriale di bonifica *IRR_07* ed *IRR_19* inserendosi in un contesto più generale e complesso di gestione ed utilizzo delle acque del lago d'Idro, mediante la sua regolazione e la derivazione dell'acqua per fini irrigui dal fiume Chiese. Il lago d'Idro, che defluisce verso valle mediante la galleria degli industriali (ENEL), con la sua modesta capacità di invaso rispetto al bacino idrografico che lo alimenta, oscilla repentinamente e considerevolmente nei livelli idrometrici in relazione agli afflussi (in parte regolati attraverso la gestione dei bacini idroelettrici) e ai deflussi (regolati). La sua regolazione è fortemente limitata dalla paleofrana in sponda idrografica sinistra, immediatamente a valle dell'incile, dall'ammaloramento delle esistenti opere di regolazione e messa in sicurezza del lago (sbarramento e galleria di scarico di fondo degli agricoltori), e dal continuo procrastinarsi dei lavori di nuova costruzione di queste ultime. Le note difficoltà di applicazione della vigente regola di coordinamento gestionale del lago con i bacini idroelettrici in territorio trentino (serbatoi dell'Alto Chiese) in pendenza delle nuove opere anzidette, si ripercuote anch'essa negativamente sulle disponibilità irrigue dei territori irrigati con le acque del fiume Chiese, che già dispongono di una dotazione irrigua di circa 1,4 l/s/ha più bassa di quella di altri comprensori irrigui per il metodo irriguo utilizzato, cioè lo scorrimento superficiale.

La riduzione della disponibilità d'acqua nel periodo di maggior fabbisogno per le colture per i motivi suddetti, unitamente alla crescente competizione per l'utilizzo della risorsa idrica da parte di componenti terze (turismo, produzione di energia elettrica, ambiente con il rilascio del DMV, ecc.) fanno sì che si debbano:

1. creare nuove infrastrutture (vasche di accumulo) in grado di integrare la risorsa idrica disponibile, magari immagazzinandola quando in esubero per averla poi disponibile al bisogno;
2. razionalizzare ed ottimizzare l'utilizzo della risorsa anche mediante l'individuazione di aree idonee allo sviluppo di metodi irrigui alternativi ed innovativi rispetto al sistema scorrimento laddove ritenuti non lesivi del livello qualitativo e quantitativo delle acque sotterranee ed in termini di ricarica ed interscambio dell'acquifero.

Obiettivi del progetto sono quindi:

- l'integrazione della risorsa idrica derivata dal bacino lago d'Idro/fiume Chiese;
- la laminazione delle piene di pianura nei momenti critici sempre più frequenti anche per effetto dei cambiamenti climatici;
- il risparmio idrico per l'irrigazione in agricoltura mediante il ricorso a metodologie irrigue cosiddette ad alta efficienza in territori vocati overossia per caratteristiche geografiche, morfologiche e pedologiche non particolarmente determinanti per la ricarica degli acquiferi;
- la riqualificazione paesaggistico-ambientale di aree altrimenti degradate.

L'area di intervento, della superficie planimetrica di circa **55000 m²**, è all'interno del comprensorio del Consorzio Chiese, distretto Calcinata, in comune di Calcinato (BS), a nord della frazione Vighizzolo di Montichiari e ricade interamente **l'Ambito Territoriale Estrattivo G26**. Si caratterizza per essere senza interscambio con la falda sottostante (cava asciutta) e per il fatto

che lungo tutto il lato nord, oltre alla presenza di una particella catastale di proprietà del Consorzio, vi scorre il canale consortile scaricatore della roggia Calcinatella.

11.1 Opere previste

La presente progettazione esecutiva è finalizzata al recupero di una cava dismessa con funzione di bacino per la laminazione delle piene e di serbatoio idrico esclusivo per un sotto-comprensorio agricolo di circa 166 ha soggetto a riconversione del metodo irriguo da scorrimento superficiale a metodi ad alta efficienza con servizio a richiesta di consegna dell'acqua in pressione alla particella. Le metodologie irrigue utilizzabili saranno l'irrigazione a pioggia da pivot, da rotoloni, la micro irrigazione, la sub irrigazione, nella discrezionalità della singola utenza. Il progetto prevede le seguenti opere, le cui descrizioni dettagliate saranno presenti nelle relative relazioni tecniche specialistiche:

- 1. Riqualificazione rete canalizia di adduzione;**
- 2. Disboscamento, profilatura e modellatura bacino;**
- 3. Impermeabilizzazione bacino;**
- 4. Opere di collegamento al reticolo idrografico esistente e di carico;**
- 5. Opere di adduzione e prelievo della risorsa dal bacino;**
- 6. Nuova rete tubata in pressione per il trasporto della risorsa idrica.**

E' in stata verificata la conformità alla fase di progettazione definitiva e alla fattibilità tecnica economica. Il processo di verifica si concluderà con la definitiva validazione che avverrà con atto formale riportante gli esiti della verifica del progetto esecutivo una volta superato l'iter autorizzativo e prima dell'avvio della procedura di appalto dei lavori.

11.2 Il progetto in numeri

✓ Superficie planimetrica del bacino:	55 000 m ²
✓ Volume d'invaso	680 000 m ³
✓ Superficie servita:	166 ha
✓ Aziende coinvolte:	34
✓ Lunghezza dorsale principale DN 400 (Ghisa sf.)	3,3 km
✓ Lunghezza dorsale secondaria DN 300 (Ghisa sf.)	0,6 km
✓ Lunghezza rete irrigatrice DN 225 (PVC-U PN16)	11 km
✓ Contatori di settore	8
✓ Idranti	130
✓ Pressione di esercizio	7 bar
✓ Tecniche irrigue utilizzabili	aspersione, goccia a goccia
✓ Dotazione irrigua	0,7 l/(s·ha)
✓ Risparmio idrico (in termini di dotazione)	50%
✓ Importo complessivo del progetto	13 848 794,31 €.

12 Quadro economico

Il quadro economico di progetto è indicato nella *Tabella* sottostante:

A	SOMME A BASE D'APPALTO	
A1	Lavori a misura	€ 4.207.503,17
A2	Lavori a corpo	€ 5.699.150,35
	IMPORTO LAVORI A BASE D'APPALTO (A1+A2)	€ 9.906.653,52
A3	Oneri dei piani di sicurezza	€ 103.530,00
	TOTALE ONERI DELLA SICUREZZA NON SOGGETTI A RIBASSO D'ASTA (A3)	€ 103.530,00
	TOTALE LAVORI IN APPALTO (A1+A2+A3)	€ 10.010.183,52
B	SOMME A DISPOSIZIONE DELLA STAZIONE APPALTANTE	
B1	Rilievi, accertamenti e indagini	€ 8.196,72
B2	Allacciamenti ai pubblici servizi (Enel)	€ 14.334,87
B3	Imprevisti	€ 255.066,79
B4	Acquisizione aree o immobili e pertinenti indennizzi	
B4-a	Indennizzi per espropriazione aree	€ 743.136,00
B4-b	Indennizzi per occupazione temporanea aree	€ 67.994,54
B4-c	Indennizzi per servitù	€ 187.014,40
B5	Spese tecniche	
B5-a	Competenze per geologo	€ 29.786,89
B5-b	Competenze per architetto per modellazione vasca	€ 17.213,11
B5-c	Competenze per Studio Impatto Ambientale	€ 30.327,87
B5-d	Competenze per archeologo (V.I.Arch. e saggi)	€ 4.098,36
B5-e	Competenze agro-forestali	€ 3.688,52
B5-f	Coordinamento della sicurezza in fase di progettazione e esecuzione	€ 16.393,44
B5-g	Spese per progettazione interna all'ente (art. 24 c,1 lett.a) D.Lgs. 50/2016)	€ 14.000,00
B5-h	Incentivi per funzioni tecniche (art.113 c.3,4 D.Lgs. 50/2016)	€ 107.128,05
B6	Spese per attività tecnico amministrative di supporto al RUP	
B6-a	Consulenze legali e topografiche per espropri, occupazioni e servitù	€ 20.491,80
B6-b	Verifica e validazione del progetto	€ 13.114,75
B7	Spese per gara appalto e commissioni giudicatrici	€ 12.295,08
B8	Spese varie per pubblicità, ANAC, notifiche	€ 6.422,28
B9	Spese per analisi di laboratorio e per collaudi statico e tecnico amministrativo	€ 40.983,61
B10	IVA sui Lavori in Appalto	€ 2.202.240,37
B11	IVA sulle Spese Generali	€ 44.683,34
	TOTALE SOMME A DISPOSIZIONE (B1+B2+B3+B4+B5+B6+B7+B8+B9+B10+B11)	€ 3.838.610,79
	TOTALE PROGETTO	€ 13.848.794,31
	DI CUI IMPORTO A CARICO DEL CONSORZIO	€ 260.000,00
	DI CUI IMPORTO FINANZIAMENTO MIPAAF	€ 13.588.794,31

Tabella 4: quadro economico di progetto.

13 Formulazione prezzi e relativa congruità

Nella formulazione dei prezzi del presente progetto, per i quali si rimanda all'elaborato progettuale Elenco prezzi si è partiti da quelli determinati da:

- Prezzario Regionale delle opere pubbliche di Regione Lombardia del 07/2022;
- Prezzario Opere Edili della Provincia di Brescia n. 2/2022(redatto a cura della Camera di Commercio di Brescia);
- Prezzario dei lavori forestali di Regione Lombardia del 2019.

Per tutti quei prezzi infine non annoverati dai suddetti documenti si è provveduto a specifiche singole analisi sul mercato locale richiedendo preventivi di spesa per le singole forniture e ricavando in seguito i prezzi unitari per tipologie di opere similari. Tali prezzi comprensivi di spese generali e utili di impresa, per lavori e opere compiute, sono riferiti a lavori eseguiti secondo la migliore tecnica, con impiego di idonea manodopera e materiali di ottima qualità per dare i lavori compiuti e finiti a regola d'arte.

14 Convenienza economica dell'opera

La convenienza economica dell'opera non può prescindere dai consistenti benefici paesaggistico/ambientali, di questi tempi inestimabili secondo taluni, correlati:

- alla riqualificazione di aree degradate;
- al risparmio della risorsa idrica;

oltre ai benefici in termini di riduzione del rischio idrogeologico.

15 Espropri ed indennizzi

E' prevista l'acquisizione delle particelle che costituiscono l'area del bacino e l'apposita stipula di servitù di passaggio e occupazione temporanea per i tratti interessati dal passaggio delle tubazioni di adduzione. Si rimanda al piano particellare delle espropriazioni, delle servitù e delle occupazioni che prevede valori di indennizzo in linea con il mercato locale e con la più recente tabella della Commissione Provinciale Espropri della Provincia di Brescia.

Per quanto concerne l'occupazione temporanea è stato scelto di fissare dalla mezzeria di progetto della tubazione una fascia di lavoro di 3 m, sia in destra che in sinistra, mentre per le servitù di passaggio della tubazione è stata scelta una distanza misurata come sopra di 1 m per lato.

Per una visione del piano particellare di esproprio, di servitù e di occupazione temporanea si rimanda agli appositi elaborati progettuali, corredati dalle relative visure catastali.

16 Risoluzione delle interferenze

In fase di elaborazione progettuale è indispensabile una attenta verifica dell'attuale situazione delle condotte irrigue principali esistenti, delle loro caratteristiche idrauliche e dei manufatti esistenti, visionando contestualmente, grazie alla collaborazione con il Consorzio stesso, le problematiche sulle interferenze emerse nella realizzazione delle opere.

Fermo restando quanto sopra nella scelta dei tracciati, sono stati presi in considerazione aspetti di carattere funzionale simili a quelli utilizzati in altre opere di derivazione, andando inoltre ad individuare puntualmente tutte le infrastrutture esistenti e le problematiche connesse alle loro interferenze.

In particolare sono stati presi in esame:

- situazione delle nuove infrastrutture esistenti nel territorio quali viabilità, reti sotterranee, elettrodotti, reti fognarie ed acquedottistiche;
- rispetto delle prescrizioni delle normative vigenti per ciò che concerne le fasce di rispetto sia dalle aree urbanizzate che dalle infrastrutture esistenti;
- tracciati per quanto possibile limitrofi alle reti viarie secondarie per poter facilitare l'operatività in fase di cantiere e gli interventi di ispezione e manutenzione delle condotte;
- determinazione delle aree d'intervento basate sul rispetto dei confini di proprietà e della necessità di servizio a diverse utenze agricole limitrofi;
- ricerca delle soluzioni migliori, in particolare per gli attraversamenti stradali e di canali irrigui.

È necessario sottolineare che la realizzazione dei tracciamenti, in relazione soprattutto all'enorme mole di infrastrutture esistenti è risultato il momento fondamentale per l'impostazione strutturale di tutta la progettazione, come ad esempio l'imposizione del parallelismo della condotta di adduzione DN 400 con la tubazione SNAM.

Per una più approfondita trattazione sull'individuazione e la risoluzione delle interferenze si rimanda all'elaborato testuale 'RT7 - Relazione sulla modalità di risoluzione delle interferenze'.

17 Legge Regionale 23 marzo 1998, n. 8

Per il presente progetto di bacino è stato chiesto l'assoggettamento alla L.R. 23 marzo 1998, n. 8 in materia di costruzione, esercizio e vigilanza degli sbarramenti di ritenuta e dei bacini di accumulo di competenza regionale. Tale procedimento ha portato all'approvazione del progetto definitivo e della relativa convenzione con prescrizione di limitare a 100 000 m³ l'invaso fuori terra. Tale prescrizione ha imposto inoltre un franco 0,6 m per un evento di pioggia di Tr 200 anni e durata 1 ora.

Tali prescrizioni portano a una quota di massima regolazione (coincidente con la quota del ciglio sfiorante) di 133,58 m s.m.m. da una iniziale di progetto di 133,95 m s.m.m., portando il volume di invaso da 700 000 m³ a 680 000 m³.

18 Conferenza dei servizi decisoria

Al fine dell'ottenimento delle necessarie autorizzazioni con gli enti preposti è stata effettuata una conferenza dei servizi in forma simultanea e modalità sincrona (con due riunioni in presenza), ex art. 14-ter - Legge n. 241/1990 così come modificata dal D.Lgs. 30 giugno 2016, n. 127. Tale conferenza è stata conclusa con determinazione motivata di conclusione positiva, espressa con Atto Dirigenziale n. 35/2021 a firma del Responsabile del Procedimento il Vicedirettore Francesco Proserpi, con il recepimento di alcune prescrizioni/condizioni espresse dagli Enti interessati in materia di monitoraggio della filtrazione al di sotto del bacino e di coordinamento con gli stessi in fase di esecuzione dei lavori. Il documento sopra citato è parte integrante della presente progettazione esecutiva.

19 Finanziamento pubblico dell'opera

Il presente progetto è stato annoverato dal Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali (MIPAAF) tra le opere destinatarie al finanziamento tramite Legge 27 dicembre 2019, n. 160 "Fondo finalizzato al rilancio degli investimenti delle amministrazioni centrali dello Stato e allo sviluppo del Paese" con Decreto del 22 aprile 2022.

Successivamente con l'avvento del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) il progetto è stato rifinanziato nei capitoli di spesa M2C4 Investimento 4.3 "Investimenti per l'agrosistema irriguo per una migliore gestione delle risorse idriche". Su tale filone di finanziamento nel mese di settembre 2022 verrà chiesto l'accesso ai fondi di cui all'art. 26 comma 7 del D.Lgs. 17 maggio 2022, n. 50 "Fondo per l'avvio di opere indifferibili".

Calcinato, settembre 2022.

I PROGETTISTI





Allestimento in ex cava di ghiaia di bacino idrico per la laminazione delle acque di piena e lo stoccaggio di risorsa idrica ad utilizzo di un comparto agricolo soggetto a riconversione della pratica irrigua a sistemi ad alta efficienza e relative condotte di distribuzione



Progetto Esecutivo

Elaborato	Titolo
RT 1	Relazione tecnica (bacino idrico)

Rev. n.	Data	Motivo della revisione
1	09/2022	Aggiornamento prezzi Regione Lombardia luglio 2022
0	08/2021	Prima emissione

Progettazione	Consulenza
 <p>CONSORZIO DI BONIFICA CHIESE Ufficio Tecnico via Vittorio Emanuele II, 76 25011 Calcinato (BS) tel. 030 9637008 - fax 030 9637012 info@consorziochiese.it</p>	 <p>CADEOROSSO S.r.l. via Francesca, 83 25026 Pontevedo, loc. Chiesuola (BS) tel. 030 9930564 info@cadeorossi.it</p>

Il RdP	I progettisti	CUP E21B18000590001
per. agr. Francesco Proserpi	CADEOROSSO S.r.l.	



Regione Lombardia
Consorzio di bonifica Chiese
Compensorio n. 7



Allestimento in ex cava di ghiaia di bacino idrico per la laminazione delle acque di piena e lo stoccaggio di risorsa idrica ad utilizzo di un comparto agricolo soggetto a riconversione della pratica irrigua a sistemi ad alta efficienza e relative condotte di distribuzione



RELAZIONE TECNICA
(bacino idrico)

Settembre 2022

La necessità di intervenire nei processi irrigui delle aree agricole a sud est di Brescia, gestite in gran parte dal Consorzio Chiese, era presente da tempo tra gli operatori che potevano essere coinvolti: il Consorzio Chiese, gli agricoltori, la società civile dei comuni della Bassa orientale.

I problemi che si stanno riproponendo da anni, e negli ultimi tempi con maggiore accento, sono sostanzialmente due:

→ regimare, nei limiti del possibile, le acque meteoriche intensive che corrono spesso il rischio di esondare nelle aree dei Comuni meridionali;

→ riservare più acqua irrigua possibile per supplire alla cronica carenza che si manifesta nel periodo estivo, soprattutto in funzione delle colture intensive delle graminacee da foraggio.

Quando è stato proposto l'utilizzo di una cavità nell'ATE 26, ad ovest di Calcinatello, è stato subito evidente che, pur senza pretendere di risolvere i problemi suddetti in modo definitivo, un intervento di qualificazione della Cava dismessa avrebbe certamente contribuito in modo efficace a regolamentare usi ed eccessi delle acque meteoriche.

Le ragioni della idoneità della vasca sono state sostanzialmente:

- localizzazione lungo i rami di canali irrigui controllati dal consorzio ed indispensabili per l'approvvigionamento e la distribuzione;
- localizzazione nei pressi di aziende agricole disposte a collaborare con il Consorzio per una trasformazione della irrigazione dal tipo a scorrimento a quella del tipo a pioggia (torri semoventi);
- volumetria sufficiente a giustificare l'onere delle attrezzature idrauliche di raccolta e distribuzione;
- volumetria sufficiente a giustificare la trasformazione dell'azienda agraria, individuata come utilizzatrice principale, con l'adozione di sistemi ad alta efficienza;
- volumetria sufficiente a contribuire alla regimazione-laminazione delle ondate di piena.

CONDIZIONI PROGETTUALI

1. Raccolta idrica assolutamente isolata dalla falda freatica

Al fine del raggiungimento del primo obiettivo, si è deciso di utilizzare una impermeabilizzazione di inerte argilloso con caratteristiche di permeabilità $k \leq 5 \times 10^{-8}$ m/s, classi A6 e A7 della classificazione HRB AASHTO, valore utilizzato anche per le discariche di inerti, capace di garantire la tenuta della vasca. L'argilla verrà distribuita con spessore variabile: massimo al fondo (70 cm), dove la pressione idraulica è massima, minimo (30 cm) alla sommità.

Questa soluzione è ritenuta idonea anche per la sua sicura adattabilità ai minimi cedimenti che potrebbero ipoteticamente derivare dalla frequente variazione di pressione sulle pareti e soprattutto per il transito di mezzi d'opera che, periodicamente, nei momenti di “vuoto”, dovranno scendere al fondo per ripulire i depositi fangosi, se ritenuti in esubero.

L'impiego di membrane in HDPE è stato scartato, oltre che per il costo elevato, anche per la difficoltà a mantenere nel tempo una sua alta efficienza, in un contesto che, durante la gestione, potrebbe essere soggetto a transiti di mezzi pesanti.

2. Stabilità delle scarpate da impermeabilizzare

Per garantire la stabilità delle scarpate, soggette a frequenti escursioni del livello di invaso, si procederà con una rimodellazione del tipo *terre rinforzate*, utilizzando inerte, reso omogeneo soprattutto nella sua compattezza, e distribuito per strati a spessore limitato bagnati e compressi.

3. Dotazione di impiantistica idraulica, accesso al bacino e percorribilità perimetrale in fase di gestione e manutenzione dell'opera

Verrà utilizzato l'attuale accesso al lotto, posto lungo la strada vicinale Campagna di Mezzo. Il manufatto di regimazione verrà localizzato nei pressi della vicinale San Giacomo in posizione baricentrica, ovviamente lungo il canale di approvvigionamento e di scarico. Da lì si svilupperà anche la tubazione interrata, che porterà l'acqua alle aree da irrigare. Lungo il perimetro della vasca sarà possibile mantenere efficiente una viabilità interna di manutenzione. Da piano

campagna sarà possibile accedere al fondo vasca mediante idonea rampa di accesso.

Lungo tutto il perimetro è previsto un cordolo in materiale inerte, anch'esso impermeabilizzato e di altezza media pari a 2 metri, che, oltre a garantire la non accessibilità a visitatori non autorizzati, possa aumentare, in caso di necessità, la capienza della vasca.

4. Costo dell'Opera entro i limiti della sostenibilità in funzione di possibili finanziamenti

Si è cercato di evitare ogni spesa non direttamente funzionale allo scopo irriguo e di regimazione: anche le opere a verde recupereranno sostanzialmente quanto già esistente al perimetro della cava e la manutenzione finale si ridurrà a ben poca cosa.

SISTEMA DI MONITORAGGIO PROPOSTO

1. Premessa

Viene descritto il sistema di monitoraggio proposto nell'ambito dei lavori di realizzazione del bacino di laminazione e stoccaggio della risorsa idrica da parte del Consorzio di Bonifica Chiese.

In sintesi, il progetto prevede la realizzazione di un bacino di laminazione della superficie di circa 55.000 mq. (dimensioni di circa 420 metri per 130 metri) da realizzarsi in adiacenza alle due discariche di A2A poste sui confini sud ed est. Il bacino viene ricavato, mediante interventi di rimodellazione ed impermeabilizzazione da una cava dismessa avente una profondità media di circa m 20 dal p.c..

Di seguito viene riportata una vista aerea con l'indicazione dell'area d'intervento.



L'obiettivo del monitoraggio proposto è quello di rilevare in più punti, su tutto il confine del bacino di laminazione con le discariche, i moti di filtrazione

dell'acqua, in modo da poter monitorare, in qualsiasi momento, eventuali fenomeni di pressione idrica sui sistemi di impermeabilizzazione delle due vasche di discarica.

2. Descrizione generale del piano di monitoraggio

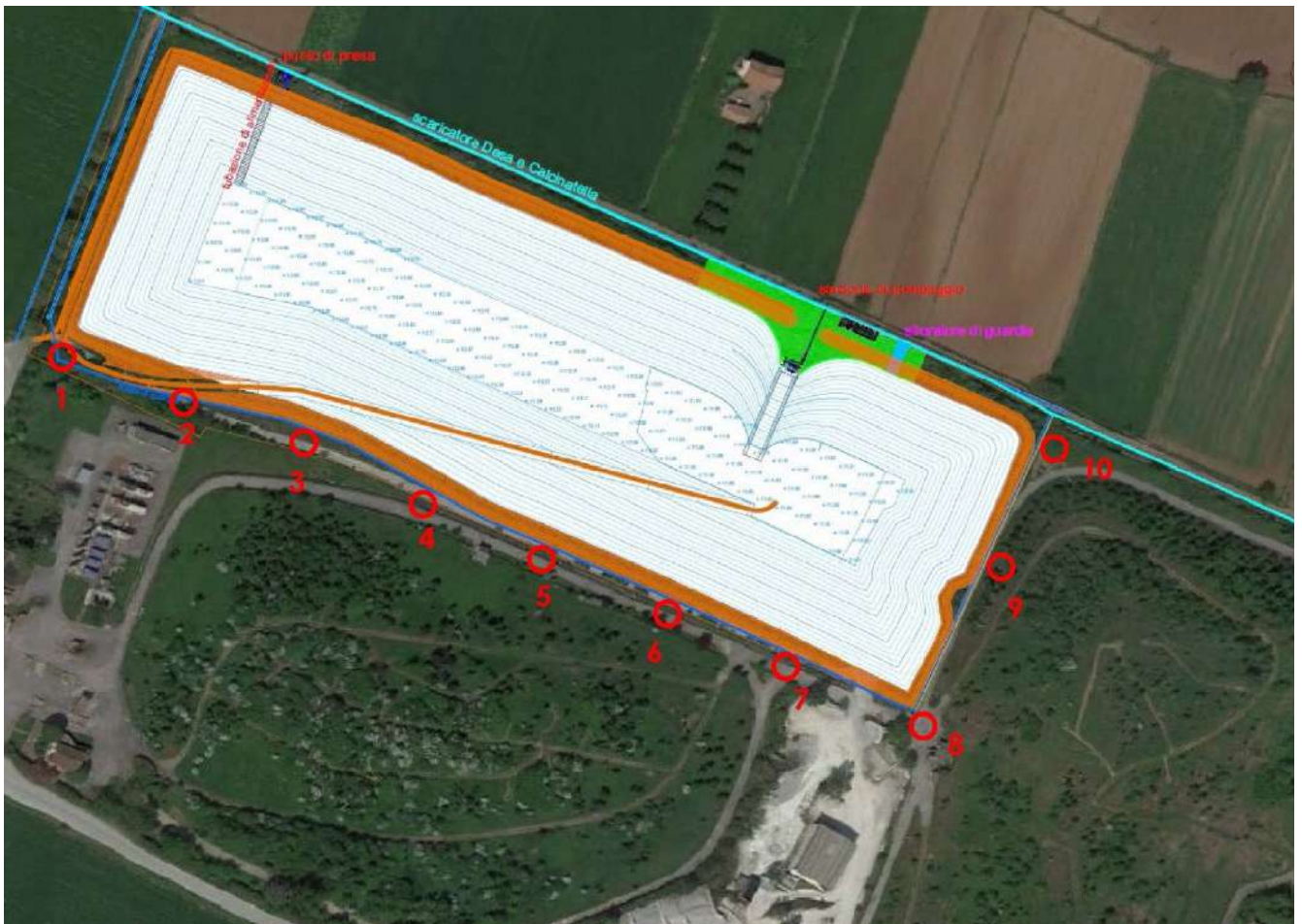
Per monitorare gli eventuali fenomeni di pressione idrica sui sistemi di impermeabilizzazione delle due vasche di discarica, profonde circa 25/28 m dal p.c., si propone di realizzare una rete piezometrica lungo i confini del bacino di laminazione in adiacenza alle due vasche di discarica.

Si propone la realizzazione di N° 10 perforazioni (a carotaggio continuo e/o a distruzione) in cui inserire N° 2 celle piezometriche per ogni perforazione. Le perforazioni verranno fatte orientativamente a distanze di 60-65 metri l'una dall'altra con profondità pari a m 25 dal p.c..

Le profondità di installazione presunte delle celle piezometriche saranno a -25 m e a -10 m da piano campagna. Eventuali modifiche alle profondità sopra indicate verranno meglio valutate in fase esecutiva.

Le celle piezometriche verranno poi cablate, quattro alla volta, in un nodo wireless a quattro canali alimentato a batteria. Ciascun nodo comunicherà in modalità wireless con un gateway che verrà installato nei locali tecnici del Consorzio di Bonifica Chiese.

Si riporta di seguito una vista aerea con la possibile ubicazione delle colonne piezometriche.



Posizione orientativa delle colonne piezometriche

3. *Strumentazione di misura*

Piezometri a corda vibrante

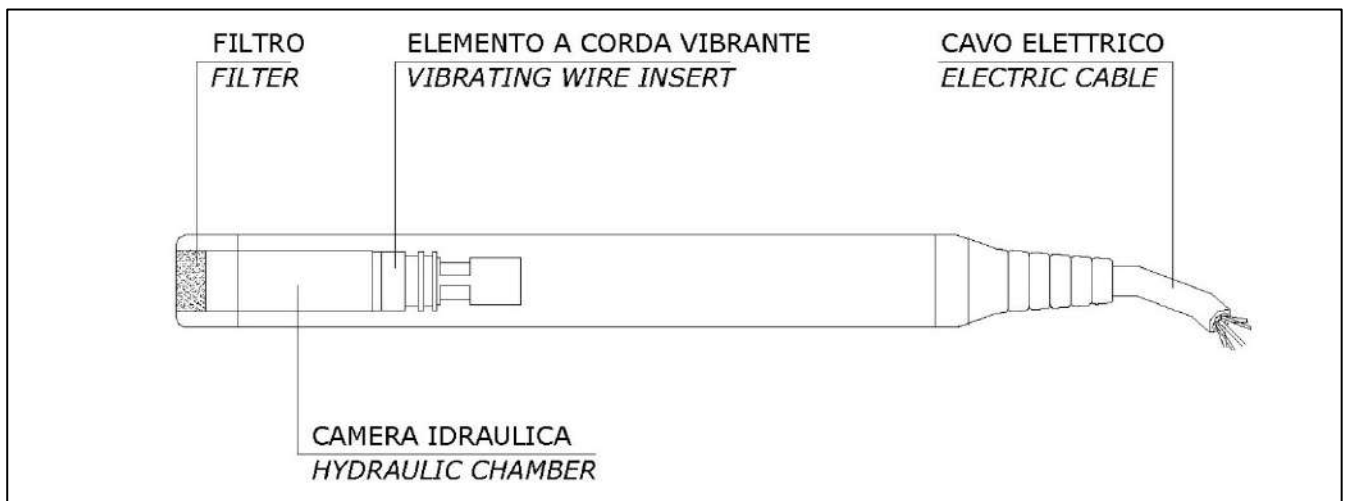
I piezometri a corda vibrante sono trasduttori di pressione assoluti, progettati ed ingegnerizzati per misurare pressioni interstiziali o livelli idraulici (con compensazione atmosferica). Le applicazioni di tale sistema includono, fra le altre, il controllo della permeabilità dei suoli, controllo delle pressioni idrauliche nelle dighe (corpo diga e fondazioni), verifica delle filtrazioni calcolate, etc..

Nei piezometri a corda vibrante (VW) la deformazione della membrana provoca una variazione della tensione di un filo di acciaio (la corda) teso fra la membrana stessa e il corpo dello strumento. La frequenza propria di vibrazione viene rilevata da uno strumento di misura. Questo tipo di strumenti, inoltre, incorpora un termistore per la misura della temperatura.

I piezometri e i trasduttori di pressione a corda vibrante possono essere facilmente automatizzati e le misure controllate da remoto.

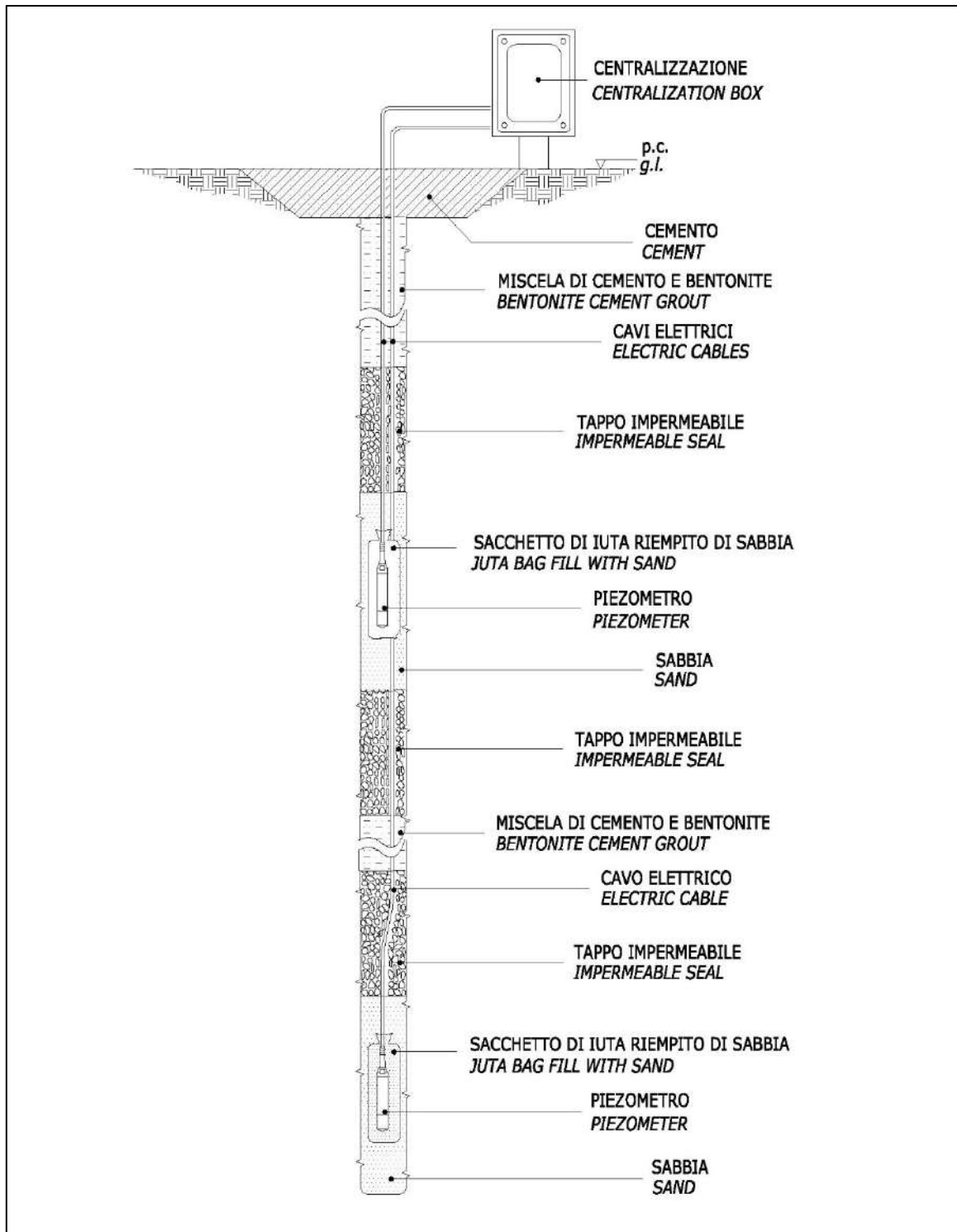
Il piezometro a corda vibrante si compone dei seguenti elementi:

- un corpo cilindrico in acciaio inossidabile contenente la camera idraulica, il sensore di misura, la protezione contro le sovratensioni, il termistore e la terminazione del cavo;
- un filtro, a forma di disco, realizzato in acciaio sinterizzato, ceramica o plastica, che mette in comunicazione la camera idraulica con l'ambiente esterno;
- un cavo elettrico di opportune caratteristiche realizza il collegamento dello strumento all'unità di lettura.



Il sensore è composto da un diaframma in acciaio inox al quale è connesso un filo in acciaio. La pressione provoca una flessione del diaframma che causa una variazione della tensione del filo e quindi della frequenza in proporzione alla pressione agente sul diaframma.

L'eccitazione e la misura della frequenza di vibrazione del filo sono fornite da 2 bobine di cui una con nucleo magnetico e l'altra con ferro dolce. Il filo viene posto in eccitazione da una breve serie di impulsi e quindi viene rilevata la frequenza di vibrazione durante lo smorzamento. La centralina di misura rileva questo valore.



4. Modalità di acquisizione

Come detto, le celle piezometriche possono essere cablate in un nodo wireless alimentato a batteria, che comunicherà in modalità wireless con un gateway che verrà installato nei locali tecnici del Consorzio di Bonifica Chiese.

Il gateway potrà anche essere configurato, oltre che per acquisire tutti i nodi ad esso collegati, per inviare i dati in uno spazio predisposto per una immediata fruizione e per renderli visibili su piattaforma per gli utenti abilitati.

Pontevico, Settembre 2022

I Progettisti



Allestimento in ex cava di ghiaia di bacino idrico per la laminazione delle acque di piena e lo stoccaggio di risorsa idrica ad utilizzo di un comparto agricolo soggetto a riconversione della pratica irrigua a sistemi ad alta efficienza e relative condotte di distribuzione



Progetto Esecutivo

Elaborato	Titolo
RT2	Relazione tecnica (opera di carico e impianto in pressione)

Rev. n.	Data	Motivo della revisione
1	09/2022	Aggiornamento prezzario Regione Lombardia luglio 2022
0	08/2021	Prima emissione

Progettazione	Consulenza
 <p>CONSORZIO DI BONIFICA CHIESE Ufficio Tecnico via Vittorio Emanuele II, 76 25011 Calcinato (BS) tel. 030 9637008 - fax 030 9637012 info@consorziochiese.it</p>	 <p>CADEOROSSO S.r.l. via Francesca, 83 25026 Pontevico, loc. Chiesuola (BS) tel. 030 9930564 - fax 030 9930577 info@cadeorossi.it</p>

Il RdP	I progettisti	CUP E21B18000590001
per. agr. Francesco Proserpi	ing. Luca Mondinelli ing. Davide Manzoni	ing. ir. Giovanni Terlera

Sommario

1	Introduzione	1
2	Il progetto	3
2.1	Opere previste per l'allestimento del bacino idrico	4
2.1.1	Riprofilatura	4
2.1.2	Impermeabilizzazione del bacino idrico	4
2.1.3	Opere di presa sul canale di adduzione e collegamento alla rete idraulica esistente (Scaricatore Desa - Calcinatella)	4
2.1.4	Opere di prelievo dell'acqua accumulata, stazione di pompaggio	6
2.1.5	Sfioratore di guardia idraulica	8
2.1.6	Cabina elettrica di trasformazione, consegna e comando degli organi elettromeccanici	9
2.2	L'utilizzo del bacino idrico di nuova costruzione	9
2.3	Sistema di distribuzione in pressione e irrigazione con sistema a pioggia.....	10

1 Introduzione

La presente relazione riguarda il progetto esecutivo di un bacino di raccolta e laminazione, della rete di distribuzione e del sistema di fornitura di acqua irrigua, per circa 166 ha, tramite sistema a pioggia in località Cerreto Basso a Calcinatello di Calcinato e in minima parte nei terreni agricoli posti a Nord della frazione Vighizzolo di Montichiari, come indicato in Fig. 1.

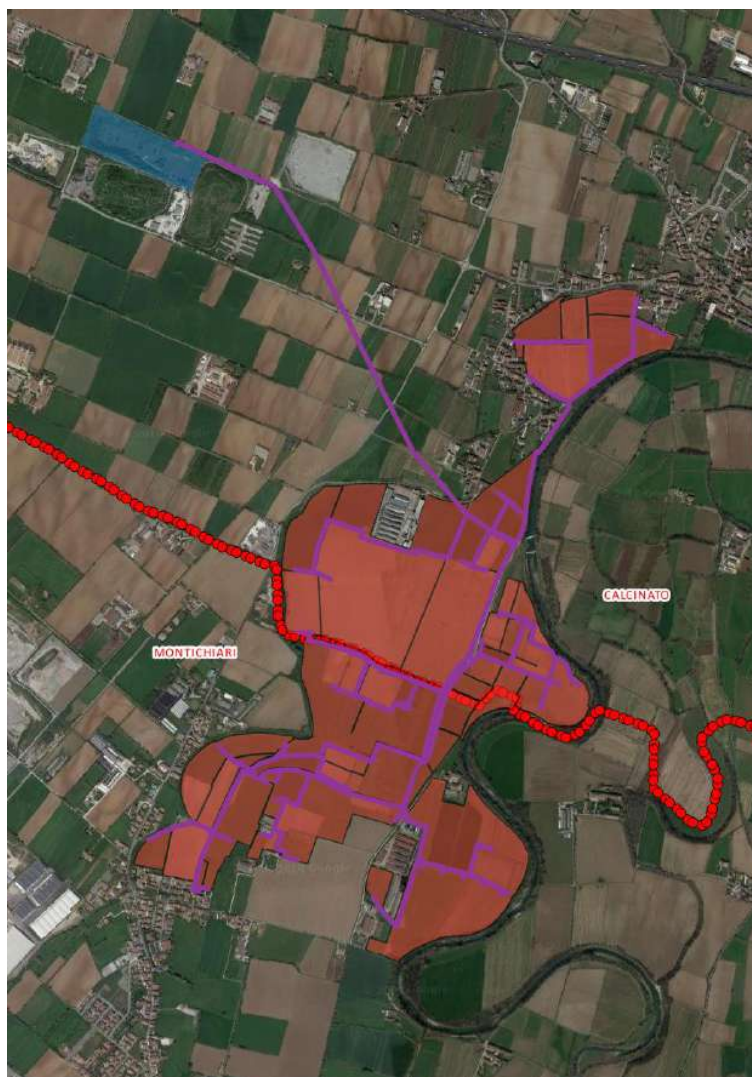


Figura 1: Planimetria generale del sistema di distribuzione e dell'area servita.

La risorsa irrigua è attinta tramite pompaggio dal bacino idrico di nuova realizzazione situato a poca distanza in località Pozzo Nuovo di Calcinatello.

Come mostrato in Fig. 2, i terreni agricoli della località Cerreto Basso di Calcinatello al momento sono serviti con irrigazione a scorrimento tramite il vaso Marina, canale facente parte del reticolo di bonifica e gestito dal Consorzio di bonifica Chiese.

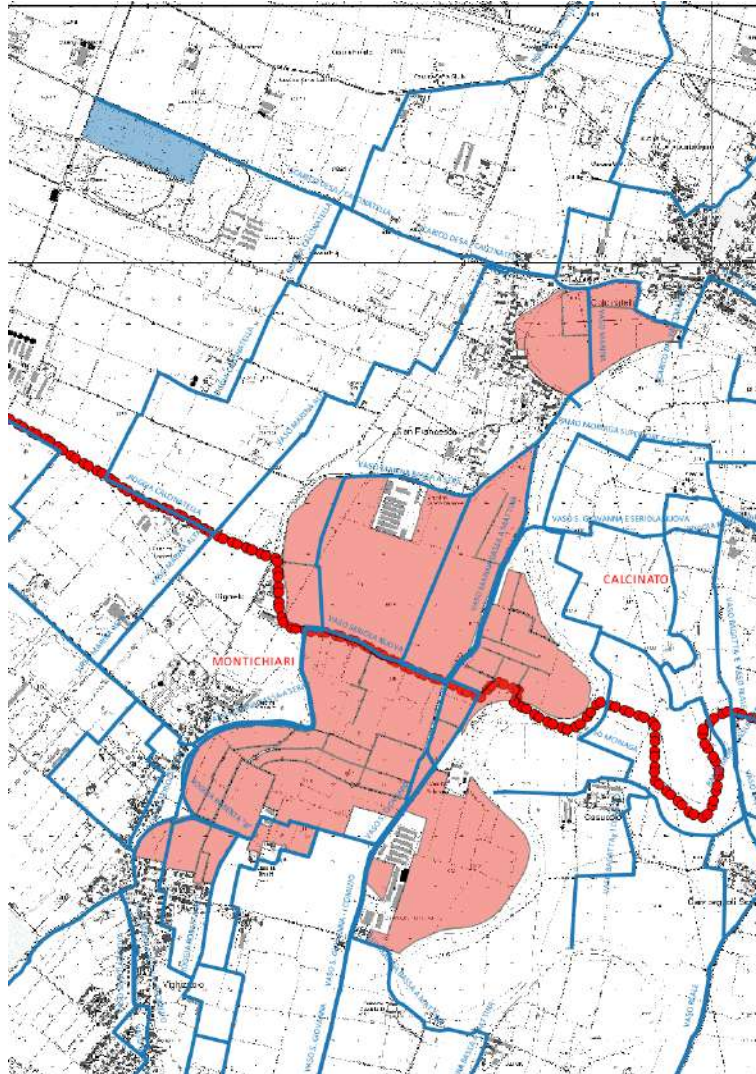


Figura 2: planimetria della rete canalizia consortile de dei terreni serviti dall'impianto in progetto.

Il sistema di fornitura d'acqua si compone di:

- sistema di pompaggio composto da n. 3 pompe centrifughe ad asse verticale;
- sistema di trasporto e distribuzione realizzato con tubazioni in ghisa sferoidale, per DN 400 e DN 300, e PVC-U per DN 225;
- sistema di contabilizzazione del consumo di ognuno degli 8 settori;
- sistema di idranti a servizio degli utenti agricoli direttamente al campo.

2 Il progetto

L'intervento previsto si inserisce in un contesto più generale e complesso di gestione ed utilizzo delle acque del lago d'Idro, mediante la sua regolazione e la derivazione dell'acqua per fini irrigui dal fiume Chiese.

Il lago d'Idro ha una capacità di invaso modesta rispetto al bacino idrografico che lo alimenta, pertanto i suoi livelli idrometrici possono subire oscillazioni repentine e consistenti in relazione agli afflussi (in parte regolati attraverso la gestione dei bacini idroelettrici) e ai deflussi (regolati). Il lago d'Idro defluisce le proprie acque verso valle mediante la galleria degli industriali (ENEL).

La regolazione del lago presenta grosse limitazioni derivanti dalla presenza di una paleofrana in sponda idrografica sinistra, immediatamente a valle dell'incile, e dall'ammaloramento delle esistenti opere di regolazione e messa in sicurezza del lago (sbarramento e galleria di scarico di fondo degli agricoltori), che le rende poco utilizzabili.

A monte del lago, in territorio trentino, vi sono bacini idroelettrici con capacità di invaso (di circa 70 Mm³), di tutto rilievo rispetto ai volumi ottenibili dalla regolazione dei livelli del lago. Esiste inoltre una regola di gestione coordinata del lago e dei bacini idroelettrici, i quali, durante la stagione irrigua, devono concorrere insieme al lago a soddisfare il fabbisogno idrico degli utilizzatori irrigui di valle, stimato in circa 50 Mm³. La limitazione all'escursione dei livelli idrometrici regolabili del lago, passata dai circa 7 m di dieci anni fa, ai 3,25 m del 2002, fino all'attuale 1,30 m circa in pendenza delle nuove opere di scarico, richiede il rilascio dai bacini idroelettrici del quantitativo di acqua necessario a raggiungere il volume di 50 Mm³, a compensazione dei minori volumi erogabili dal lago secondo una gestione coordinata del lago d'Idro e dei serbatoi dell'Alto Chiese.

Il territorio irrigato con le acque del fiume Chiese dispone di una dotazione irrigua di circa 1,4 l/s ha (più bassa di quella di altri comprensori irrigui) ed il metodo irriguo utilizzato è quello a scorrimento superficiale.

La riduzione della disponibilità d'acqua nel periodo di maggior fabbisogno per le colture unitamente alla crescente competizione per l'utilizzo della risorsa idrica da parte di componenti terze (turismo, produzione di energia elettrica, ambiente con il rilascio del DMV, ecc.) fanno in modo che:

1. si debbano creare nuove infrastrutture (vasche di accumulo) in grado di integrare la risorsa idrica disponibile, magari immagazzinandola quando in esubero per averla poi disponibile al bisogno;
2. si debbano razionalizzare ed ottimizzare l'utilizzo della risorsa anche mediante l'individuazione di aree idonee allo sviluppo di metodi irrigui alternativi ed innovativi rispetto al sistema scorrimento laddove ritenuti non lesivi del livello qualitativo e quantitativo delle acque sotterranee ed in termini di ricarica ed interscambio dell'acquifero.

L'area di intervento, della superficie planimetrica di circa 55000 m², è all'interno del comprensorio del Consorzio di bonifica Chiese, distretto Calcinata, in comune di Calcinato (BS), a nord della frazione Vighizzolo di Montichiari e ricade interamente l'**Ambito Territoriale Estrattivo G26**. Si caratterizza per essere senza interscambio con la falda sottostante (cava asciutta) e per il fatto che lungo tutto il lato nord, oltre alla presenza di una fascia di proprietà del Consorzio Chiese (ex Consorzio Medio Chiese), vi scorre il canale consortile scaricatore Desa - Calcinatella. Tale canale attualmente riceve le acque di scolo del canale Roggia Desa – Ramo Virla a mattina, che a sua volta veicola parte delle le acque prelevate dalla grande derivazione dal fiume Chiese del canale Naviglio Grande Bresciano a Gavardo (BS).

2.1 Opere previste per l'allestimento del bacino idrico

2.1.1 Riprofilatura

Regolarizzazione del fondo cava e delle scarpate con inclinazione pari a 25°, eseguito per approfondimenti successivi per ottenere un andamento privo di asperità. Formazione di rampa di accesso al fondo, con pendenza non superiore al 10% (5-6%).

2.1.2 Impermeabilizzazione del bacino idrico

Rivestimento con strato impermeabile di materiale argilloso TIPO A compattato dello spessore di 30-70 cm, crescente verso il fondo del bacino e opportunamente cadenzato verso la stazione di pompaggio, come indicati nella relazione RT1 – Relazione tecnica (bacino idrico) e mostrato in T4 - Planimetria e sezioni del progetto di rimodellazione del bacino. In corrispondenza delle opere murarie della stazione di pompaggio l'impermeabilizzazione verrà completata da telo in HDPE opportunamente fissato ai muri d'ala con profilati angolari metallici.

Per la verifica sulla stabilità delle scarpate, propedeutica alla progettazione dell'impermeabilizzazione, si rimanda alla relativa relazione specialistica: RT6 - Relazione sulla stabilità di pendio.

2.1.3 Opere di presa sul canale di adduzione e collegamento alla rete idraulica esistente (Scaricatore Desa - Calcinatella)

Il bacino idrico in progetto verrà approvvigionato, limitatamente al periodo non irriguo (ottobre – marzo), con acqua proveniente dal canale Naviglio Grande Bresciano, tramite alcuni canali in gestione al Consorzio di miglioramento fondiario Roggia, tra i quali il canale Roggia Desa – Ramo Virla a Mattina, i quali vanno a recapitare la risorsa idrica nello scaricatore Desa–Calcinatella. Tale derivazione dal Naviglio Grande Bresciano nel periodo invernale può garantire in modalità pressoché costante una portata pari a 400 l/s, come approfonditamente trattato in RT9 – Relazione sulla disponibilità e sulla regolazione della risorsa idrica. Con tale portata sarà possibile riempire il volume disponibile di circa 680000 m³ in circa 20 – 25 giorni, in assenza di fenomeni meteorici, che andrebbero comunque a diminuire tale lasso di tempo, garantendo un'ottimale laminazione delle piene della rete canalizia a monte dell'intervento.

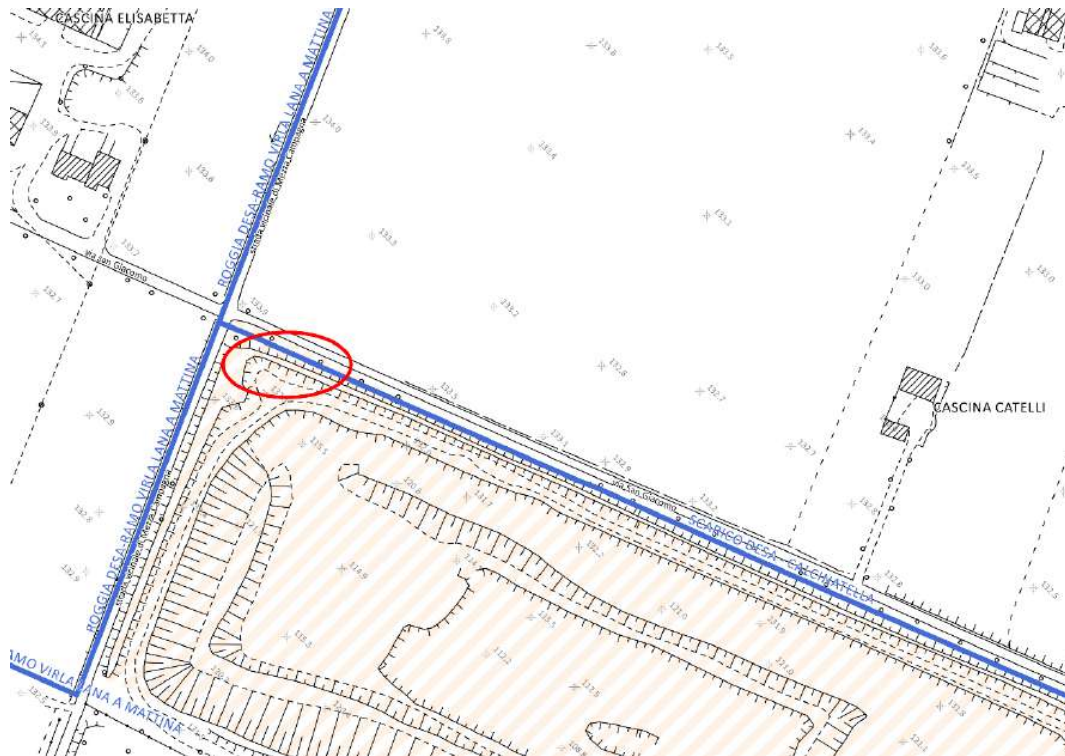


Figura 3: posizione dell'opera di carico del bacino idrico in progetto.

I manufatti di carico del bacino, posizionati a Nord-Ovest (come indicato in Fig. 3), consisteranno in un canale sgrigliatore a cielo aperto, che grazie a un sistema di paratoie riceverà le acque provenienti da monte, una tubazione scatolare in c.a.v. collegata con il suddetto canale, che riempirà a gravità il bacino direttamente dalla canaletta in c.a.v. dello scaricatore Desa-Calcinatella, fino alla quota di fondo del tubo stesso (131,93 m s.m.m.) e da una vasca di rilancio, con relativa **batteria di n. 2 pompe elicocentrifughe ad asse verticale** ad alta portata e bassa prevalenza, per l'innalzamento del livello del bacino fino alla quota di massima regolazione, corrispondente alla quota del ciglio sfiorante dello scaricatore di guardia del bacino stesso (133,58 m s.m.m.).

Il passaggio dal riempimento a gravità al pompaggio dalla vasca di rilancio avverrà in modo manuale, con chiusura del manufatto scatolare di adduzione in c.a.v. con una paratoia a tenuta stagna e contestuale accensione del sistema di alimentazione e controllo delle pompe.

Il riempimento del bacino oltre al fondo della tubazione di carico avverrà fino al raggiungimento della quota del ciglio sfiorante di uno sfioratore, posizionato nelle vicinanze della stazione di pompaggio e del canale scaricatore Desa-Calcinatella, che con dimensioni 1,15x1,00 m e una pendenza di 0,15% permette l'evacuazione di una portata maggiore di 1,2 m³/s.

Quest'ultimo, convogliando l'acqua nello scaricatore Desa-Calcinatella attraverso un piccolo canale, garantirà la sicurezza idraulica del bacino in caso di emergenza o di forti precipitazioni, con tempo di ritorno di 200 anni. Per il dimensionamento di tale dispositivo si rimanda alla RT3 -Relazione di dimensionamento delle opere idrauliche ed elettromeccaniche.

La sicurezza idraulica della vasca di rilancio sarà garantita dall'automazione della paratoia piana intercettante lo Scaricatore Desa-Calcinatella, con comando proveniente direttamente dal sistema di galleggianti di controllo delle pompe di rilancio. Nel caso il livello idrico nella vasca di rilancio ecceda quello di massimo invaso, il sistema invierà il comando di apertura di tale paratoia,

permettendo all'acqua di monte di defluire liberamente nello scaricatore, fino all'intervento dell'operatore consortile designato.

L'opera di carico del bacino idrico, in corrispondenza dello scarico della tubazione scatolare in c.a.v. e dalle bocche libere delle due condotte di rilancio delle pompe dal canale di carico, sarà completata con un paramento di protezione spondale in cls (Fig. 4) avente gradini opportunamente sagomati al fine di dissipare l'energia della corrente per non influire negativamente la stabilità del pendio sottostante.

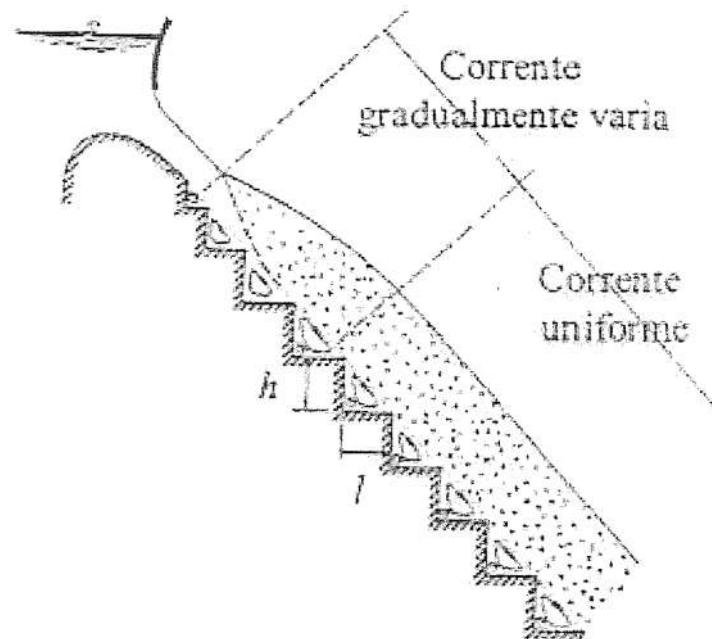


Figura 4: paramento dissipatore di protezione spondale a gradini (Becciu e Paoletti, 2010).

2.1.4 Opere di prelievo dell'acqua accumulata, stazione di pompaggio

Al fine di poter prelevare l'acqua accumulata nel bacino verrà realizzata una stazione di sollevamento con **batteria di n. 3 pompe centrifughe multistadio ad asse verticale** (con predisposizione per un'ulteriore pompa), con posizionamento indicato in Fig. 5. Tale stazione consisterà in una 'nicchia' in calcestruzzo armato incassata nella scarpata del lato nord del bacino, con fondo opportunamente sagomato, soletta di alloggiamento dei motori e vano contenente la condotta generale di mandata DN 500. In Figura 4 è indicata una sezione tipo della nicchia completa di pompa ad asse verticale CRMD.

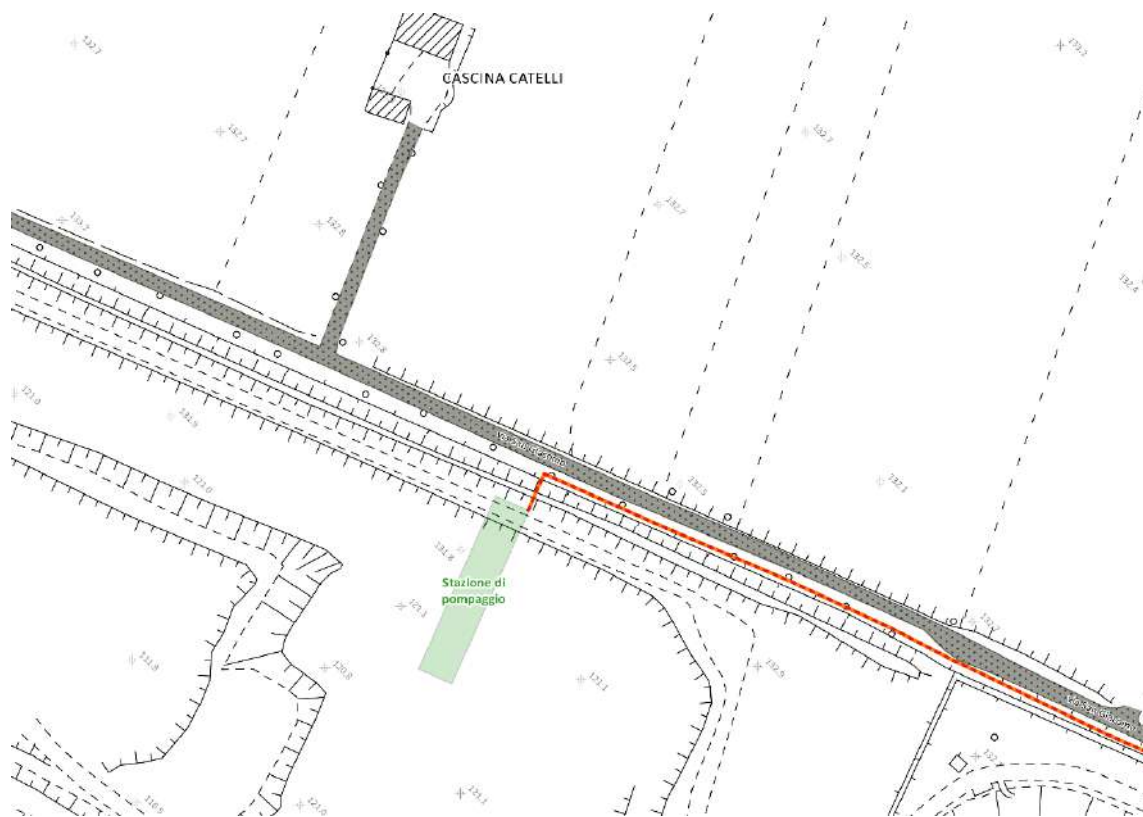


Figura 5: indicazione e posizionamento del sedime relativo alla stazione di pompaggio a servizio del bacino idrico.

Per il dimensionamento delle opere civili ed elettromeccaniche della stazione di pompaggio, di cui in Fig. 6 si indica una sezione, si rimanda alle relative relazioni specialistiche: RT3 - Relazione di dimensionamento delle opere idrauliche ed elettromeccaniche e RT4 - Relazione di calcolo sulla struttura di alloggiamento delle pompe.

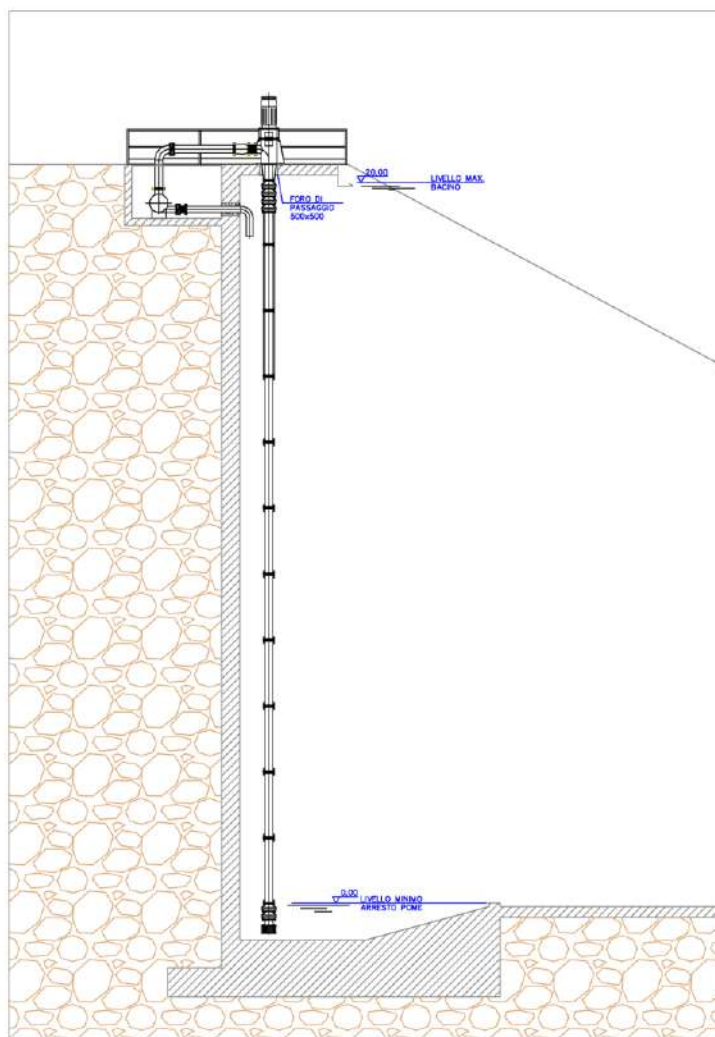


Figura 6: sezione qualitativa della stazione di sollevamento con pompa ad asse verticale.

2.1.5 Sfiatore di guardia idraulica

Il bacino idrico in progetto verrà dotato di uno sfioratore superficiale di guardia con il compito di immettere le portate derivanti da eventuali precipitazioni di grande entità, eccedenti il livello massimo di invaso del bacino, nello scaricatore Desa-Calcinatella.

Le portate sfiorate verranno immesse nel suddetto scaricatore tramite un canale in cls ricoperto con ghiaia annegata nel getto del calcestruzzo stesso, come rappresentato nella tavola T24 - Pianta e sezioni di progetto dello sfioratore di guardia.

Per il dimensionamento dello sfioratore di guardia idraulica a servizio del bacino si rimanda alla relazione specialistica RT3 - Relazione di dimensionamento delle opere idrauliche ed elettromeccaniche.

2.1.6 Cabina elettrica di trasformazione, consegna e comando degli organi elettromeccanici

In prossimità della stazione di pompaggio, come indicato in Fig. 7, verrà installata una cabina elettrica di trasformazione e consegna in media tensione (MT) prefabbricata, completa di linea di terra. Essa sarà costituita da:

- locale e-distribuzione;
- locale contatori;
- locale trasformatore;
- locale inverter;
- locale tecnico a disposizione.

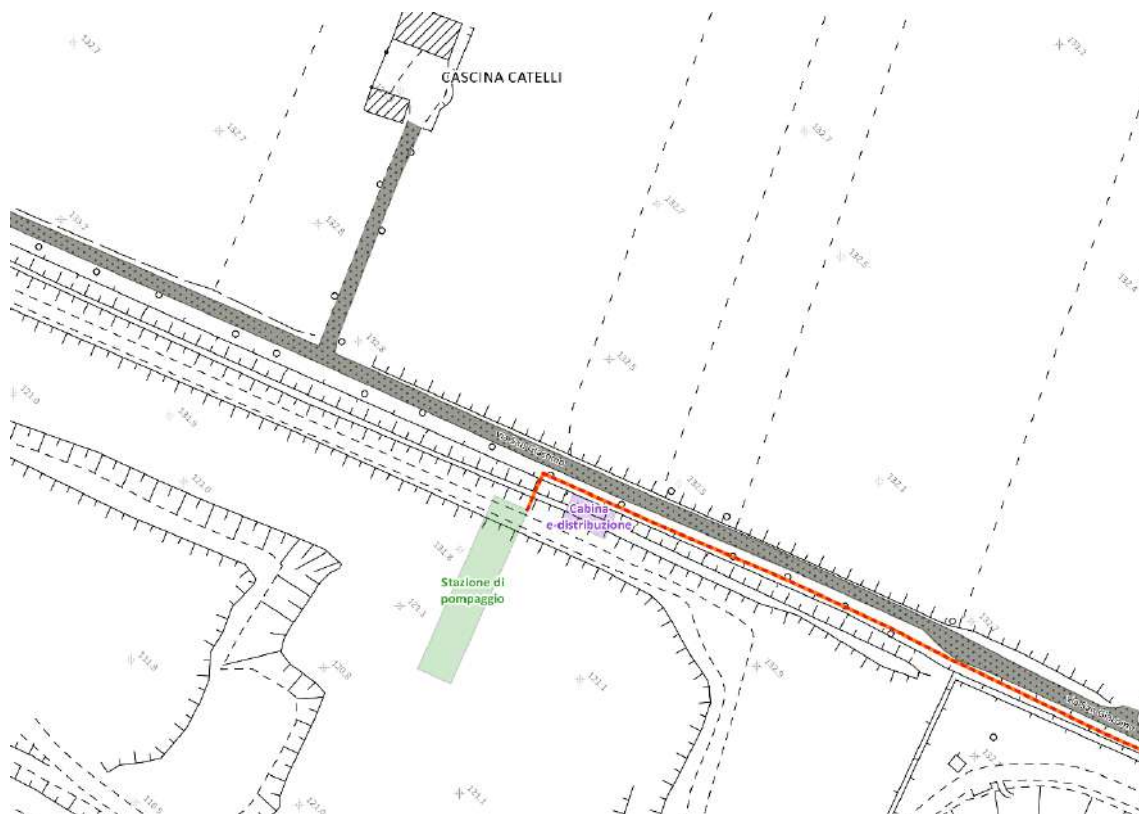


Figura 7: posizionamento della cabina di trasformazione e-distribuzione prefabbricata.

Per una trattazione più approfondita sulle caratteristiche della cabina di trasformazione e consegna in media tensione si rimanda all'apposito capitolo contenuto nella RT3 - Relazione di dimensionamento delle opere idrauliche ed elettromeccaniche.

2.2 L'utilizzo del bacino idrico di nuova costruzione

Si otterrà così un nuovo bacino di accumulo idrico della capacità di stoccaggio di circa 680000 m³, opportunamente regolarizzato nelle sponde, impermeabilizzato ed attrezzato di tutte le opere ad esso correlate per il carico, il pompaggio e l'estrazione dell'acqua, collocando in un punto strategico del comprensorio consortile un invaso perfettamente integrato con la rete canalizia esistente in grado di ricevere e stoccare acque meteoriche o di scorrimento superficiale potenzialmente

veicolabili, attraverso la rete, nei territori irrigui nei particolari momenti di crisi idrica. In alternativa l'invaso potrà costituire la fonte di approvvigionamento idrico esclusivo per uno specifico sotto ambito comprensoriale, individuato a circa 2 km di distanza dallo stesso in località Cerreto Basso di Calcinatello, nella piana alluvionale del fiume Chiese, dell'estensione di circa 166 ha, attualmente irrigato mediante scorrimento superficiale, potenzialmente riconvertibile al sistema irriguo ad aspersione, con servizio a richiesta in sostituzione della turnazione fissa, ritenendo tale riconversione non lesiva del livello qualitativo e quantitativo delle acque sotterranee, in termini di ricarica ed interscambio dell'acquifero.

Il passaggio da un sistema di irrigazione a scorrimento a uno ad aspersione permetterebbe un risparmio di risorsa idrica, quantificabile come da *Tabella 1*.

Tabella 1: calcolo del risparmio idrico.

	<i>Irrigazione per scorrimento</i>	<i>Irrigazione ad aspersione</i>
Superficie [ha]	166	166
dotazione [l/(s ha)]	1,4	0,7
turnazione [gg, hh]	8,6	8,6
Volume per adacquata [m ³]	165655	82827
Volume per 1 stagione (10 adacquate) [m ³]	1656550	828270
Risparmio idrico [m³]		828280

2.3 Sistema di distribuzione in pressione e irrigazione con sistema a pioggia

A valle del sistema di sollevamento si realizzerà un sistema di condotte di adduzione in ghisa sferoidale, relativamente ai diametri DN 400, 300, e di distribuzione in PVC-U di diametro DN 225, con un estensione complessiva di circa 15 km, come indicato nell'immagine seguente.

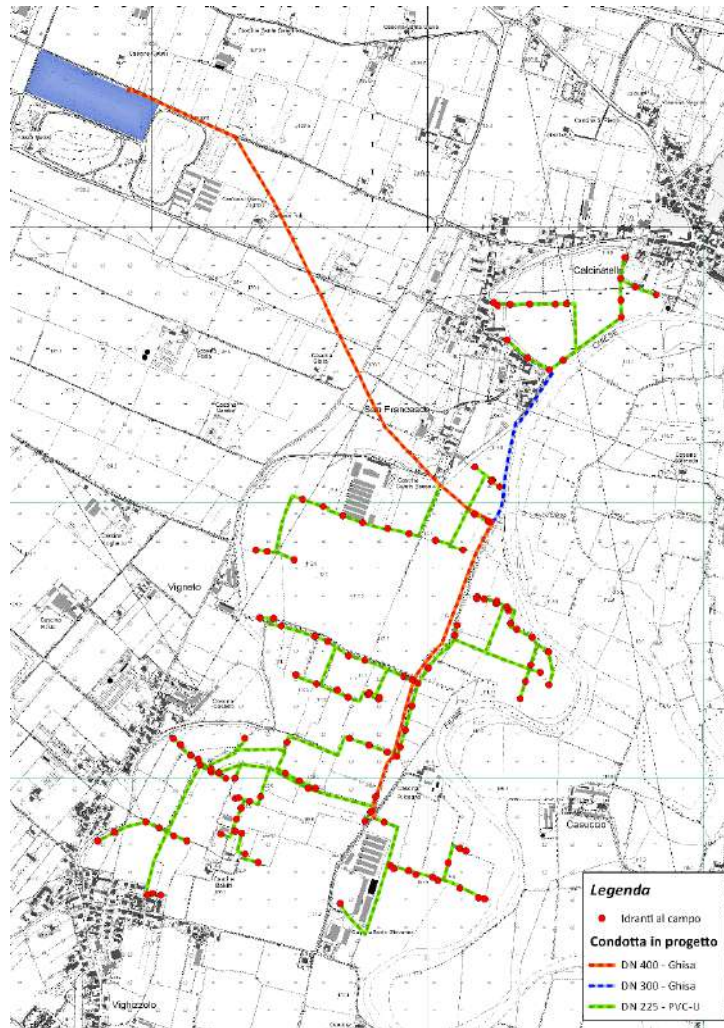


Figura 8: sistema di distribuzione in pressione.

Questa rete di condotte in pressione trasporterà e distribuirà la risorsa idrica prelevata dal bacino fino alla suddetta località Cerreto Basso. La scelta della ghisa sferoidale per la condotta di adduzione, rispetto a tubazioni in materiale plastico (ad esempio HDPE, PVC e PRFV), è dovuta principalmente all'estrema durabilità e resistenza di tale materiale e alla relativa economicità, soprattutto per i diametri più grandi.

La posa delle tubazioni avverrà, dopo aver regolarizzato il fondo con pietrischetto, a profondità di scavo differenti, come indicato in tabella:

Tabella 2: materiali delle condotte e caratteristiche della trincea di scavo.

Posa tubazioni			
DN tubazione [mm]	Materiale	Profondità trincea di scavo [cm]	Angolo al centro di posa 2α [°]
400	Ghisa sferoidale	160	90
300	Ghisa sferoidale	150	90
225	PVC-U	140	90

La trincea di scavo sarà a sezione trapezia non supportata per l'attraversamento dei terreni agricoli (comprese le strade capezzagne), mentre sarà supportata per gli attraversamenti di strade comunali asfaltate o bianche. La larghezza di scavo, a seconda del diametro, è riassunta nella tabella sottostante:

Tabella 3: conformazione geometrica delle trincee di scavo.

DN [mm]	Trincea non supportata [mm] - $\beta = 60^\circ$	Trincea supportata [mm]
≤ 225	DN [mm] + 400	DN [mm] + 400
$> 225, \leq 350$	DN [mm] + 500	DN [mm] + 500
$> 350, \leq 700$	DN [mm] + 700	DN [mm] + 700

N.B. Larghezza minima trincea per profondità di scavo da $\geq 1,00$ a $\leq 1,75$ m = 0,90 m

In corrispondenza dello stacco di ogni singolo settore dalla condotta principale sarà posizionata una colonnina contabilizzatrice manovrabile da remoto tramite sistema a telecomando o attraverso modalità analoghe concordate con l'utenza. Questa, oltre ad aprire la valvola generale di settore, sarà in grado di contabilizzare i consumi del singolo utente. I dati di consumo verranno registrati nelle centraline stesse e inviati a un concentratore, che sua volta li invierà al centro di raccolta dati consortile.

Ogni singolo utente avrà un certo numero di idranti al campo fissi nel terreno (a seconda dell'estensione e della geometria del mappale) e, predisponendo opportuni sistemi di erogazione ad alta efficienza collegati all'idrante stesso e con la corretta apertura delle valvole, potrà svolgere le operazioni di adacquamento (contemporaneamente in tutti i settori, ma con un solo irrigatore attivo per settore) con un semplice impulso da telecomando, con tessera o altra modalità simile.

Per il dimensionamento idraulico e la verifica del sistema di condotte si rimanda alla relativa relazione specialistica: RT3 - Relazione di dimensionamento delle opere idrauliche ed elettromeccaniche.

Calcinato, settembre 2022.

I Progettisti



Regione Lombardia
Consorzio di bonifica Chiese
Comprensorio n. 7





Allestimento in ex cava di ghiaia di bacino idrico per la laminazione delle acque di piena e lo stoccaggio di risorsa idrica ad utilizzo di un comparto agricolo soggetto a riconversione della pratica irrigua a sistemi ad alta efficienza e relative condotte di distribuzione



Progetto Esecutivo

Elaborato	Titolo
RT3	Relazione di dimensionamento delle opere idrauliche ed elettromeccaniche

Rev. n.	Data	Motivo della revisione
1	09/2022	Aggiornamento prezzario Regione Lombardia luglio 2022
0	08/2021	Prima emissione

Progettazione	Consulenza
 <p>CONSORZIO DI BONIFICA CHIESE Ufficio Tecnico via Vittorio Emanuele II, 76 25011 Calcinato (BS) tel. 030 9637008 - fax 030 9637012 info@consorziochiese.it</p>	 <p>CADEOROSSI S.r.l. via Francesca, 83 25026 Pontevico, loc. Chiesuola (BS) tel. 030 9930564 - fax 030 9930577 info@cadeorossi.it</p> <p>arch. Alessandro Rossi dott. geol. Guido Cadeo</p>

Il RdP	I progettisti	CUP E21B18000590001
per. agr. Francesco Proserpi	ing. Luca Mondinelli ing. Davide Manzoni	ing. ir. Giovanni Terlera

Sommario

1	Introduzione	1
2	Dimensionamento dell'opera di carico del bacino	2
2.1	Descrizione della rete idrografica di monte e della connessione alla rete esistente	2
2.2	Dimensionamento della vasca e delle pompe di rilancio	4
3	Dimensionamento dello sfioratore superficiale di guardia del bacino	6
3.1	Calcolo delle piogge di progetto	6
3.2	Calcolo della portata di progetto	9
4	Dimensionamento e verifica della rete di distribuzione	11
4.1	Descrizione della rete di condotte	11
4.2	Verifica idraulica della rete di condotte	13
4.3	Dimensionamento della stazione di pompaggio	15
4.4	Verifica statica delle condotte	18
4.5	Dimensionamento e verifica dei blocchi di ancoraggio delle condotte	24
5	Cabina elettrica di trasformazione e consegna MT/BT	30

1 Introduzione

La presente relazione riguarda il dimensionamento e la verifica della rete di distribuzione che costituisce l'impianto di irrigazione "a pioggia" con la relativa stazione di sollevamento.

La rete di distribuzione dovrà servire l'acqua per l'irrigazione a pioggia che interessa una superficie di 166 ha.

La zona interessata dall'impianto è situata in località Cerreto Basso a Calcinatello di Calcinato e in minima parte nei terreni agricoli posti a Nord della frazione Vighizzolo di Montichiari, come indicato in Fig. 1.

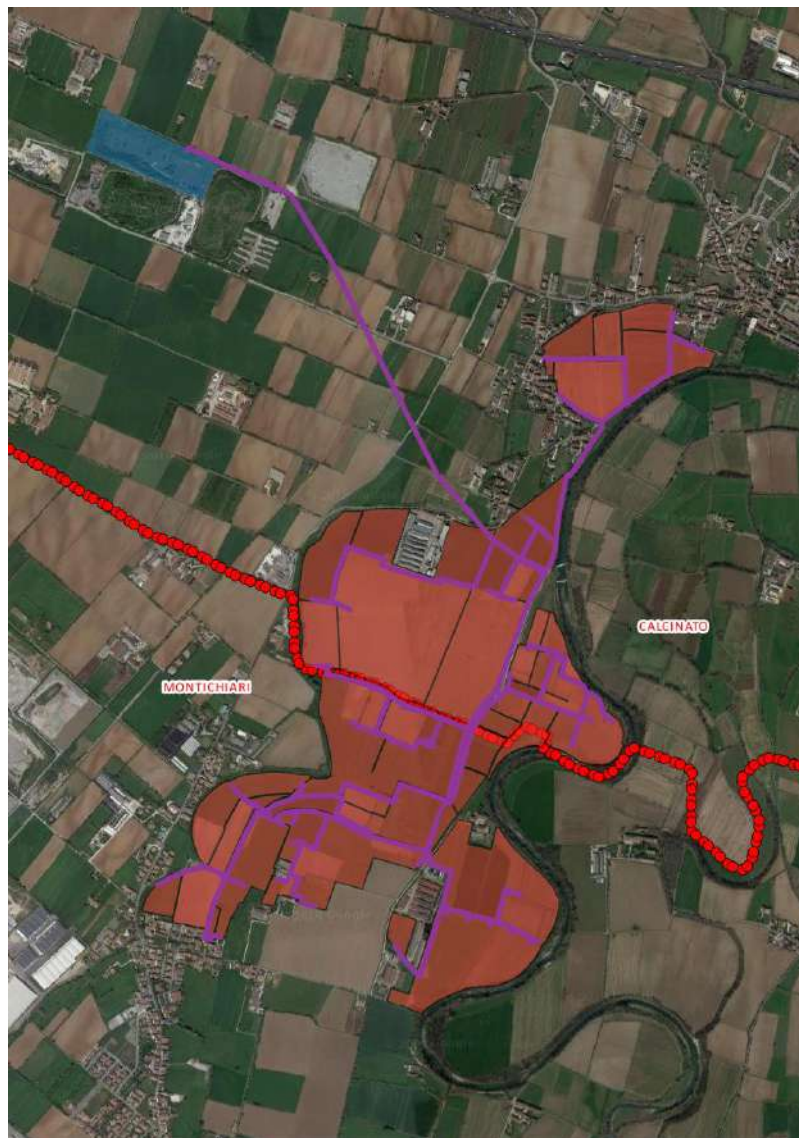


Figura 1: Planimetria generale del sistema di distribuzione e dell'area servita.

2 Dimensionamento dell'opera di carico del bacino

2.1 Descrizione della rete idrografica di monte e della connessione alla rete esistente

Il bacino idrico in progetto verrà rimpinguato, limitatamente al periodo non irriguo (ottobre – marzo), dal canale scaricatore Desa–Calcinatella, che sarà a sua volta alimentato dalle acque di scarico della canaletta in c.a.v. Roggia Desa–Ramo Virla a mattina, che, avendo una larghezza di 0,9 m e pendenza dello 0,11%, può garantire con un buon margine di sicurezza idraulica il transito della portata di progetto di 400 l/s, come approfonditamente trattato in RT9 – Relazione sulla disponibilità e sulla gestione della risorsa idrica. L'acqua in arrivo dalla Roggia Desa–Ramo Virla a Mattina deriverà, attraverso alcuni canali in gestione al Consorzio di miglioramento fondiario Roggia Desa, dalla risorsa idrica prelevata a Gavardo dalla grande derivazione del canale Naviglio Grande Bresciano. Tale derivazione dal Naviglio Grande Bresciano nel periodo invernale può garantire in modalità pressoché costante una portata pari a 400 l/s. Con tale portata sarà possibile riempire il volume disponibile di 680000 m³ in circa 20 – 25 giorni, in assenza di fenomeni meteorici, che andrebbero comunque a diminuire tale lasso di tempo, garantendo un'ottimale laminazione delle piene della rete canalizia a monte dell'intervento.

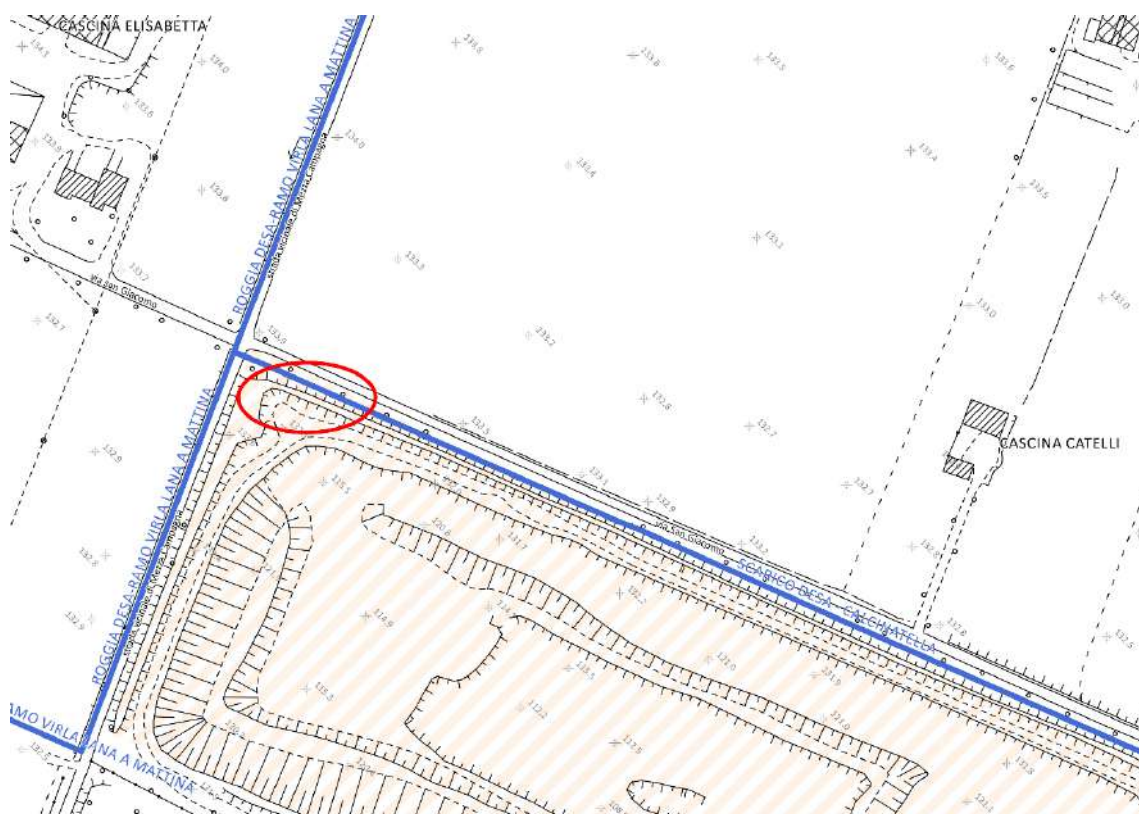


Figura 2: posizionamento dell'opera di carico del bacino idrico in progetto.

I manufatti di carico del bacino, posizionati a Nord Ovest di quest'ultimo (Fig. 2), come indicato nella tavola T22 - Pianta e sezioni di progetto della stazione di carico e rilancio, consistono in un canale, a cielo aperto, in una condotta e in una vasca di rilancio, attivata da uno sfioratore laterale.

Il canale a gravità dell'opera di presa riceverà le acque di monte grazie a un sistema di paratoie. Successivamente una tubazione costituita da uno scatolare interrato in cls con dimensioni interne

80x125 cm, collegata con il suddetto canale, riempirà a gravità il bacino fino alla quota di fondo dello scatolare stesso (131,93 m s.m.m.). Al fine di garantire il massimo riempimento possibile a gravità si dovrà effettuare una riprofilatura del piano campagna, limitatamente al sedime della stazione di carico, fino a raggiungere le quote di progetto indicate nella tavola T22 - Pianta e sezioni di progetto della stazione di carico e rilancio.

Per il riempimento del bacino oltre la quota 131,93 m s.m.m. è presente una vasca di rilancio, alimentata da uno sfioratore laterale, con relativa batteria di **n. 2 pompe elicocentrifughe ad asse verticale** ad alta portata e bassa prevalenza, operanti in parallelo. L'innalzamento del bacino avverrà fino alla quota di massima regolazione, corrispondente alla quota del ciglio sfiorante dello scaricatore di guardia del bacino stesso (133,58 m s.m.m., così come indicato nel disciplinare di assoggettamento alla L.R. n. 8/98).

Il passaggio dal riempimento a gravità al riempimento tramite pompaggio dalla vasca di rilancio avverrà in modo manuale, con chiusura della tubazione scatolare in cls di adduzione tramite paratoia, attivando così automaticamente la soglia sfiorante con l'innalzamento del livello nella tubazione e nel canale sgrigliatore di monte, con contestuale accensione automatica del sistema di alimentazione e controllo delle pompe tramite galleggianti e opportune logiche di funzionamento.

La sicurezza idraulica della vasca di rilancio sarà garantita dall'automazione della paratoia piana intercettante lo Scaricatore Desa-Calcinatella, con comando proveniente direttamente dal sistema di galleggianti di controllo delle pompe di rilancio. Nel caso il livello idrico nella vasca di rilancio ecceda quello di massimo invaso, il sistema invierà il comando di apertura di tale paratoia, permettendo all'acqua di monte di defluire liberamente nello scaricatore, fino all'intervento dell'operatore consortile designato.

L'opera di carico del bacino idrico, in corrispondenza dello scarico della tubazione scatolare in cls e dalla bocca libera della condotta delle pompe dalla vasca di rilancio, sarà completata con un paramento di protezione spondale in cls (*Fig. 3*) avente gradini opportunamente sagomati al fine di dissipare l'energia della corrente per non influire negativamente sulla stabilità del pendio sottostante.

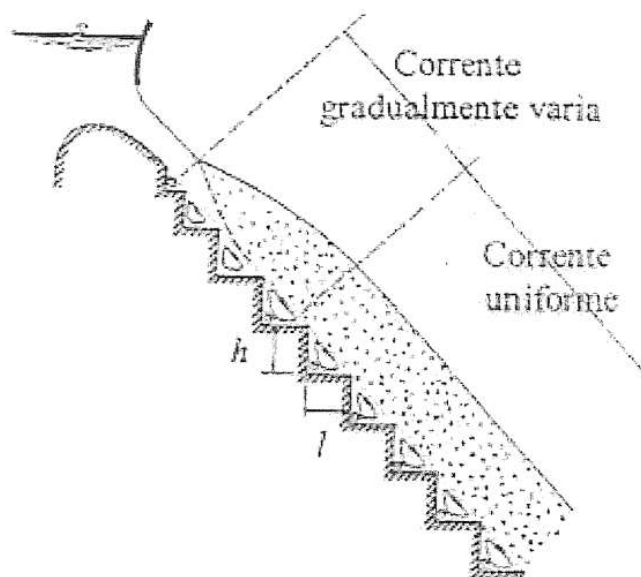


Figura 3: esempio di paramento dissipatore di protezione spondale a gradini (Becciu e Paoletti, 2010).

Come già anticipato, la sicurezza idraulica dell'intero bacino è garantita da uno sfioratore, opportunamente dimensionato nei paragrafi successivi, che andrà a restituire le eventuali acque eccedenti la quota di massimo invaso allo scaricatore in c.a.v. Desa–Calcinatella, che con una larghezza di 1,15 m e una pendenza di circa 0,2%, permetterebbe l'evacuazione in tutta sicurezza di una portata maggiore di 1,5 m³/s. Per il dimensionamento del suddetto sfioratore si è ipotizzato una quota di partenza del livello idrico del bacino pari a quello di massimo invaso e un evento di pioggia con tempo di ritorno pari a 500 anni.

2.2 Dimensionamento della vasca e delle pompe di rilancio

La portata di progetto che da monte arriva all'opera di carico è quantificata in 400 l/s, mentre per la batteria di pompe di rilancio si è optato per **n. 2 pompe elicentriche ad asse verticale** operanti in parallelo (Fig. 4), con capacità di 250 l/s ciascuna e 10 m di prevalenza.

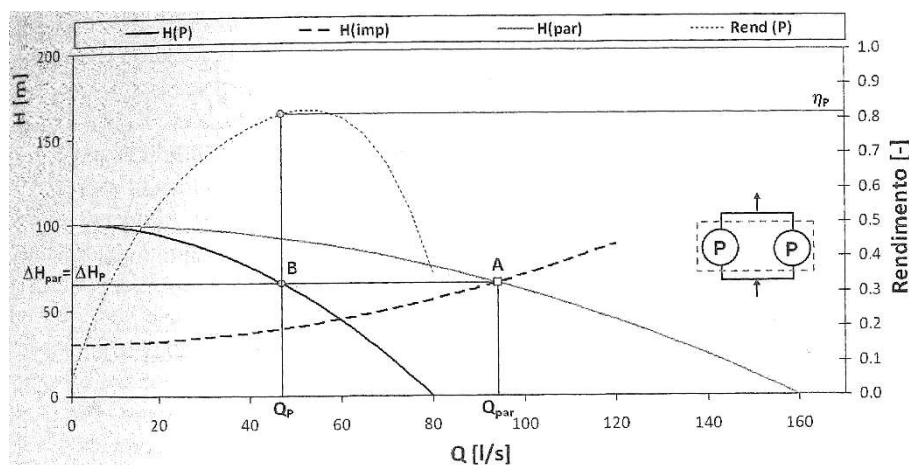


Figura 4: curve caratteristiche e di rendimento tipo di due pompe uguali in parallelo (Becciu e Paoletti, 2010).

La potenza elettrica richiesta dal sistema di rilancio può essere calcolata tramite:

$$P = \frac{\gamma_{H_2O} Q_P H_{tot}}{\eta} \approx 45 \text{ kW}$$

dove:

- $\gamma_{H_2O} = 9790 \text{ N/m}^3$ il peso specifico dell'acqua;
- $Q_P = 400 \text{ l/s}$ la portata di progetto dell'impianto;
- $H_{tot} = 8 \text{ m}$ la prevalenza complessiva dell'impianto di sollevamento;
- $\eta \approx 70\%$ il rendimento globale della stazione di pompaggio.

In generale il volume utile V_n della vasca di rilancio, cioè quello tra i livelli di attacco e stacco della n -esima pompa (come indicato in Fig. 5), è calcolato tramite la portata critica $(q_c)_n$, cioè quella che minimizza il tempo di ciclo $(t_c)_n$, al fine di preservare la vita utile della n -esima pompa e quindi dell'intera batteria.

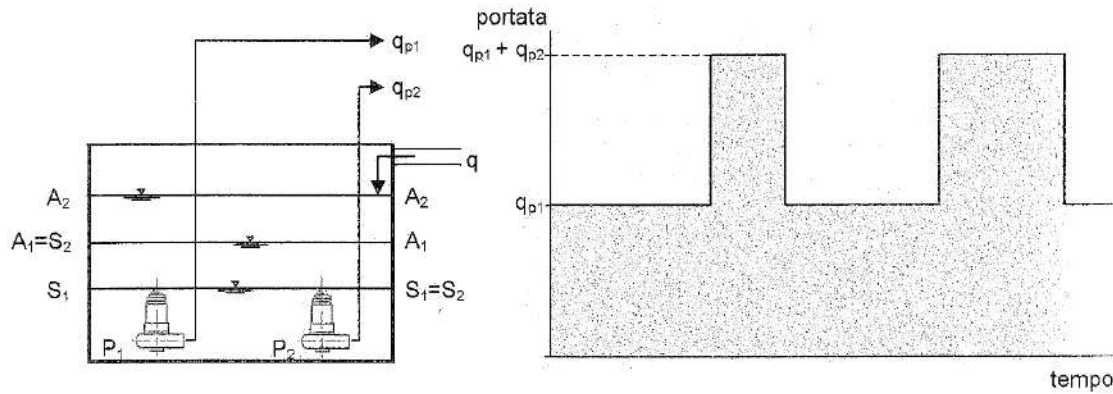


Figura 5: schema di funzionamento attacco-stacco per una batteria di n. 2 pompe, con A = livello di attacco, S = livello di stacco (Bonomo, 2008).

Il tempo di ciclo $(t_c)_n$ relativo alla n-esima pompa di una batteria si può calcolare come:

$$(t_c)_n = \frac{V_n}{q - q_{p\Sigma(n-1)}} + \frac{V_n}{q_{p\Sigma(n-1)} + q_{pn} - q}$$

con:

- V_n il volume utile della vasca di rilancio compreso tra i livelli di attacco e stacco della pompa n-esima;
- $q = 400$ l/s la portata di progetto dell'opera;
- $q_{p\Sigma(n-1)}$ portata effettivamente sollevata dalle n-1 pompe asservite ai livelli inferiori;
- $q_{pn} = 250$ l/s portata della singola pompa n-esima che entra in funzione quando la portata in arrivo supera $q_{p\Sigma(n-1)}$.

Il minimo del tempo di ciclo della n-esima pompa si ottiene tramite:

$$\frac{d(t_c)_n}{dq} = 0 \rightarrow (q_c)_n = \frac{1}{2} q_{pn} + q_{p\Sigma(n-1)}$$

Imponendo quindi una **batteria di n = 2 pompe** con un massimo di **15 accensioni/ora** (valore consigliato dal costruttore), si ricava:

$$V_n \geq \frac{q_{pn}}{4 (t_c)_n} \xrightarrow{\text{per } n=2} V_2 \geq \frac{0,25 \text{ m}^3/\text{s}}{4 \cdot 15 \text{ avvii}/\text{h}} = 15 \text{ m}^3$$

A favore di sicurezza, il volume utile complessivo calcolato precedentemente è stato incrementato, portandolo a circa **20 m³**.

Per la rappresentazione grafica e i particolari costruttivi relativi alla stazione di carico e rilancio del bacino si rimanda alla tavola T24 - Pianta e sezioni di progetto della stazione di carico e rilancio.

3 Dimensionamento dello sfioratore superficiale di guardia del bacino

Il bacino idrico in progetto verrà dotato di uno sfioratore superficiale di guardia con il compito di immettere le portate derivanti da eventuali precipitazioni di grande entità, eccedenti il livello massimo di invaso del bacino, nello Scaricatore Desa–Calcinatella.

Le portate sfiorate verranno immesse nel suddetto scaricatore tramite un canale in cls rivestito con ghiaia annegata nel getto del calcestruzzo stesso.

3.1 Calcolo delle piogge di progetto

Nel presente paragrafo si riportano i criteri utilizzati per il calcolo delle altezze di pioggia associate ad assegnati tempi di ritorno **T**.

Per la stima degli apporti di piena al bacino in progetto, ricostruiti per via indiretta, risultano significative le sole informazioni relative a precipitazioni meteoriche di breve durata e forte intensità, disponibili esclusivamente per le stazioni pluviografiche; per questo sono stati elaborati i dati pluviografici della stazione di rilevamento presso Brescia, la località più vicina alla zona di interesse.

L'analisi probabilistica delle precipitazioni si basa sulla determinazione delle curve di possibilità pluviometrica, indicate anche con l'acronimo CPP, sia puntuali che areali; esse consistono essenzialmente in funzioni matematiche che pongono in relazione le caratteristiche integrali delle precipitazioni massime (cioè i valori dell'altezza di pioggia $h_{(\theta,T)}$, di durata θ e tempo di ritorno **T**, dell'intensità media **i** e della durata θ stessa), con la stessa probabilità di accadimento.

L'altezza di pioggia **h** è crescente con la durata θ secondo una relazione che viene approssimata usualmente con l'equazione di potenza:

$$h = a(T)\theta^n$$

dove l'esponente **n** è inferiore all'unità ed **a = a(T)** è un parametro caratteristico della stazione e dipende dal tempo di ritorno **T**. Questa equazione definisce la curva di probabilità pluviometrica per un certo tempo di ritorno; l'equazione sopra esprime un legame lineare tra le trasformate logaritmiche di **h** e θ .

Il corrispondente legame tra l'intensità di pioggia **i** e la durata θ , dato il tempo di ritorno **T**, è quindi:

$$i(T) = \frac{h(T)}{\theta} = \frac{a(T)\theta^n}{\theta} = a(T)\theta^{n-1}$$

Nel caso in esame la distribuzione di probabilità delle altezze di pioggia **h** è quella ricavata dall'applicazione della legge di Gumbel alle informazioni campionarie per tutte le durate disponibili;

è quindi possibile scrivere una relazione diretta che esprime **h** (altezza di pioggia) in funzione della durata **θ** e del tempo di ritorno **T**:

$$h(\theta, T) = \mu(\theta, T) (1 + V K_\theta)$$

dove:

- $V = \sigma/\mu$ è il coefficiente di variazione di **h**;
- K_θ il fattore di frequenza delle durate **θ**, funzione del tempo di ritorno **T**;
- μ la media dei logaritmi della variabile **h**;
- σ = scarto quadratico medio di **h**.

Per quanto riguarda il secondo problema, relativo all'estensione delle precipitazioni puntuali all'area di studio, è legato alla variabilità della precipitazione nello spazio la quale spesso risulta alta anche in aree limitate e quindi difficilmente valutabile. L'obiettivo è quello di stimare il rapporto:

$$r = \frac{h_A(\theta, T)}{h(\theta, T)}$$

tra l'altezza di precipitazione media **h_A** nell'area **A** e la corrispondente altezza puntuale **h**, entrambe riferite ad una durata **θ** ed un tempo di ritorno **T**.

L'ipotesi che normalmente sta alla base dei metodi per la stima di **r** è che il valore puntuale **h** corrisponda al massimo valore dell'altezza di pioggia nell'area **A**, cioè che il cosiddetto centro di scroscio della precipitazione si trovi in corrispondenza del pluviografo; ciò significa imporre un fattore di ragguglio $r < 1$, con **r** che è tanto minore quanto maggiore è l'area del bacino.

Questa ipotesi è abbastanza attendibile se si tiene conto che ci si riferisce ai massimi valori misurati dallo strumento, ma la rete di monitoraggio presente nell'area non permette di verificare in assoluto questa condizione.

Dall'elaborazione dei dati di pioggia di breve durata e forte intensità relativi alla stazione pluviografica di BRESCIA, sono state determinate le curve di probabilità pluviometrica di tempo di ritorno **T = 100 e 200 anni**.

Per tale stima si è ipotizzato che il campione di dati fosse distribuito secondo, come già detto, la distribuzione di probabilità di Gumbel. La funzione di probabilità di Gumbel è di tipo doppio esponenziale:

$$P(h_\theta) = e^{-e^{-\alpha_\theta(h_\theta - u_\theta)}}$$

in cui **P(h_θ)** è la probabilità di non superamento della variabile idrologica **h_θ** mentre **α_θ** e **u_θ** sono due parametri legati alla media e alla deviazione standard della variabile **h_θ** stessa.

Dai valori così ottenuti sono stati tracciate le curve di probabilità pluviometrica rappresentate nella figura seguente.

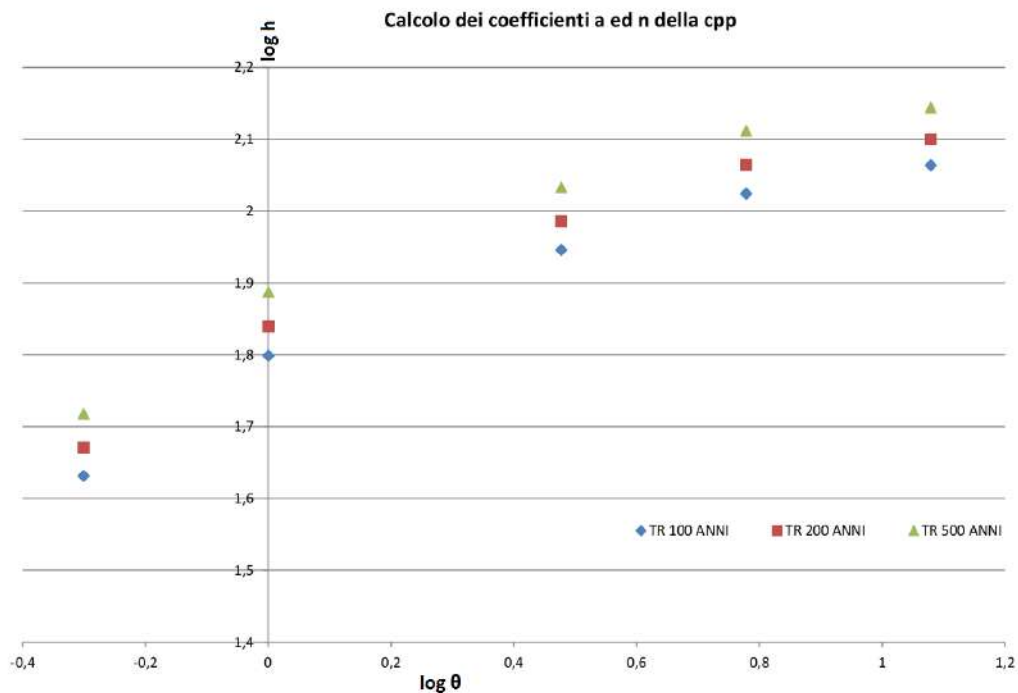


Figura 6: Calcolo coefficienti a e n della CPP.

I parametri della curva di possibilità pluviometrica ottenuti sono:

$$a = 58,45 \text{ mm/h}^n$$

$$n = 0,310$$

per tempo di ritorno T pari a 100 anni;

$$a = 64,07 \text{ mm/h}^n$$

$$n = 0,308$$

per tempo di ritorno T pari a 200 anni;

$$a = 71,50 \text{ mm/h}^n$$

$$n = 0,305$$

per tempo di ritorno T pari a 500 anni.

I parametri della CPP sono stati determinati anche consultando il sito ARPA Lombardia che fornisce, per ogni punto della superficie regionale, i valori di tali coefficienti.

I dati riportati nel sito derivano da interpolazioni spaziali di dati provenienti da stazioni pluviografiche ubicate sul territorio regionale.

Inoltre non è possibile ricavare il dato di pioggia per tempo di ritorno $T = 500$ anni.

I valori dei parametri a e n della curva di possibilità pluviometrica desunti dal sito ARPA Lombardia sono quindi:

$$\begin{aligned} a &= 61,20 \text{ mm/h}^n \\ n &= 0,27 \end{aligned}$$

per tempo di ritorno T pari a 100;

$$\begin{aligned} a &= 67,60 \text{ mm/h}^n \\ n &= 0,27 \end{aligned}$$

per tempo di ritorno T pari a 200 anni.

Rispetto ai dati ricavati dall'analisi statistica dei dati effettivamente registrati alla stazione di Brescia, i valori di a ed n ricavati dal sito di ARPA Lombardia sono leggermente differenti.

In particolare il valore del coefficiente a fornito dal sito risulta di poco superiore a quello calcolato dall'analisi statistica, mentre il valore del coefficiente n fornito dal sito risulta costante per ogni tempo di ritorno ed è inferiore a quello ricavato dall'analisi statistica.

In termini di valori di altezza di pioggia, per una durata di un'ora, si ha una differenza, valore maggiore è quello fornito dal sito di ARPA Lombardia, di 2,75 mm.

Tale differenza si annulla per una durata di pioggia θ di 3 ore. Oltre la durata di tre ore i valori di altezza di pioggia maggiori sono quelli forniti dall'analisi statistica.

3.2 Calcolo della portata di progetto

Dati i valori dei coefficienti a e n delle CPP calcolati in precedenza si è scelto un tempo di ritorno T **di progetto di 200 anni**, compatibile con la capacità di evacuazione della rete di valle, nello specifico del canale scaricatore Desa-Calcinatella:

$$\left\{ \begin{array}{l} T = 200 \text{ anni} \\ a = 64,07 \text{ mm/h}^n \\ n = 0,308 \end{array} \right.$$

Un evento di pioggia, di durata critica $\theta_c = 1$ ora, avente coefficienti a e n indicati in precedenza, contribuirebbe a generare una portata da evacuare di:

$$Q_c = \varphi S a \theta_c^{n-1} = 1,0 \frac{m^3}{s}$$

con:

- $\varphi = 1$ il coefficiente di deflusso;
- $S = 55000 \text{ m}^2$ la superficie del bacino;
- $a = 64,07 \text{ mm/h}^n$ ($T = 200$ anni);
- $\theta_c = 1$ ora la durata ipotizzata per l'evento;
- $n = 0,308$ ($T = 200$ anni).

Per il dimensionamento dello sfioratore di superficie in parete larga, a favore di sicurezza, si è ipotizzato cautelativamente che la portata critica Q_c venga scaricata istantaneamente al termine dell'evento di pioggia di durata critica θ_c . Fissando il ciglio della soglia di sfioro a quota 133,58 m s.m.m., di larghezza $B = 5 \text{ m}$, con coefficiente di efflusso $\mu = 0,385$, si può calcolare il tirante critico h_c tale per cui venga evacuata la portata critica $Q_c = 1 \text{ m}^3/\text{s}$, come:

$$h_c = \left(\frac{Q_c}{\mu B \sqrt{2g}} \right)^{2/3} \approx 0,25 \text{ m}$$

In realtà un evento di pioggia con tempo di ritorno $T_R = 200$ anni e durata 1 ora, ipotizzato a scarico di superficie chiuso, **innalzerebbe il livello del bacino di soli 6,3 cm, ampiamente al di sotto del tirante critico $h_c = 25 \text{ cm}$ utilizzato per il dimensionamento dei manufatti di sfioro.**

Il tirante sopra indicato di 6,3 cm causerebbe comunque l'evacuazione di una portata molto inferiore a quella utilizzata per il dimensionamento dei manufatti di sfioro:

$$Q = \mu B h \sqrt{2gh} = 0,135 \frac{m^3}{s} \ll Q_c = 1,0 \frac{m^3}{s}$$

Sempre a favore di sicurezza, la portata massima evacuabile dello sfioratore $Q_c = 1 \text{ m}^3/\text{s}$, inoltre, risulta circa l'80% della portata transitabile in condizioni di colmo nella canaletta in c.a.v. dello Scaricatore Desa–Calcinatella, che con una pendenza rilevata di circa 0,15% e dimensioni di 1,15x1,00 m, permetterebbe il transito di:

$$Q_{MAX}^{SDC} = K_S R_h^{2/3} \sqrt{i} = 1,2 \frac{m^3}{s}$$

con:

- $K_S = 75 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ il coefficiente di Gauckler–Stickler per cls usurato;
- R_h il raggio idraulico della canaletta a $h = 1,15 \text{ m}$ (livello 0,95 m);
- $i = 0,15\%$ la pendenza del canale scaricatore.

Come mostrato nella tavola T24 – Pianta e sezioni sfioratore di guardia, lo sfioratore di superficie sarà completato da un canale in cls con larghezza pari a quella dello sfioratore stesso (5 m), con sponde alte 30 cm e con fondo ricoperto da ciottoli (con $d_{50} = 70$ mm) annegati nel calcestruzzo, per una migliore dissipazione dell'energia cinetica della corrente.

Lo sbocco del canale così realizzato sarà direttamente raccordato con il ciglio superiore della canaletta in c.a.v. del canale scaricatore Desa–Calcinatella.

4 Dimensionamento e verifica della rete di distribuzione

4.1 Descrizione della rete di condotte

La rete di distribuzione è costituita da una condotta principale, detta dorsale, dalla quale si staccano i rami secondari sui quali sono collocati gli idranti ai quali si collegheranno i dispositivi per l'irrigazione a pioggia, come rappresentato nella tavola T10 - Planimetria generale impianto pluvirriquo.

La superficie irrigua complessiva è di 166 h, distribuita, omogeneamente per proprietari ed estensione, in 8 settori.

A ciascun settore è stata attribuita una portata di competenza in funzione della sua superficie e della dotazione idrica assegnata all'intero comparto, che è pari a **0,7 l/(s·ha)**.

In *Tabella 1* si riporta l'elenco dei settori che costituiscono l'intero comparto irriguo con relative superfici e portate di competenza.

Tabella 1: elenco settori con relativi valori delle superfici e delle portate di competenza.

SETTORE	SUPERFICIE [ha]	PORTATA DI COMPETENZA [l/s]
A	16,3	11,42
B	29,7	20,79
C	18,4	12,88
D	20,4	14,28
E	19,4	13,58
F	22,9	16,03
G	24,4	17,08
H	14,6	10,22
TOTALE	166,1	116,28

La risorsa da distribuire proviene dal bacino idrico, la cui realizzazione è oggetto del presente progetto, situato in a poca distanza in località Pozzo Nuovo di Calcinatello (*Fig. 6*).

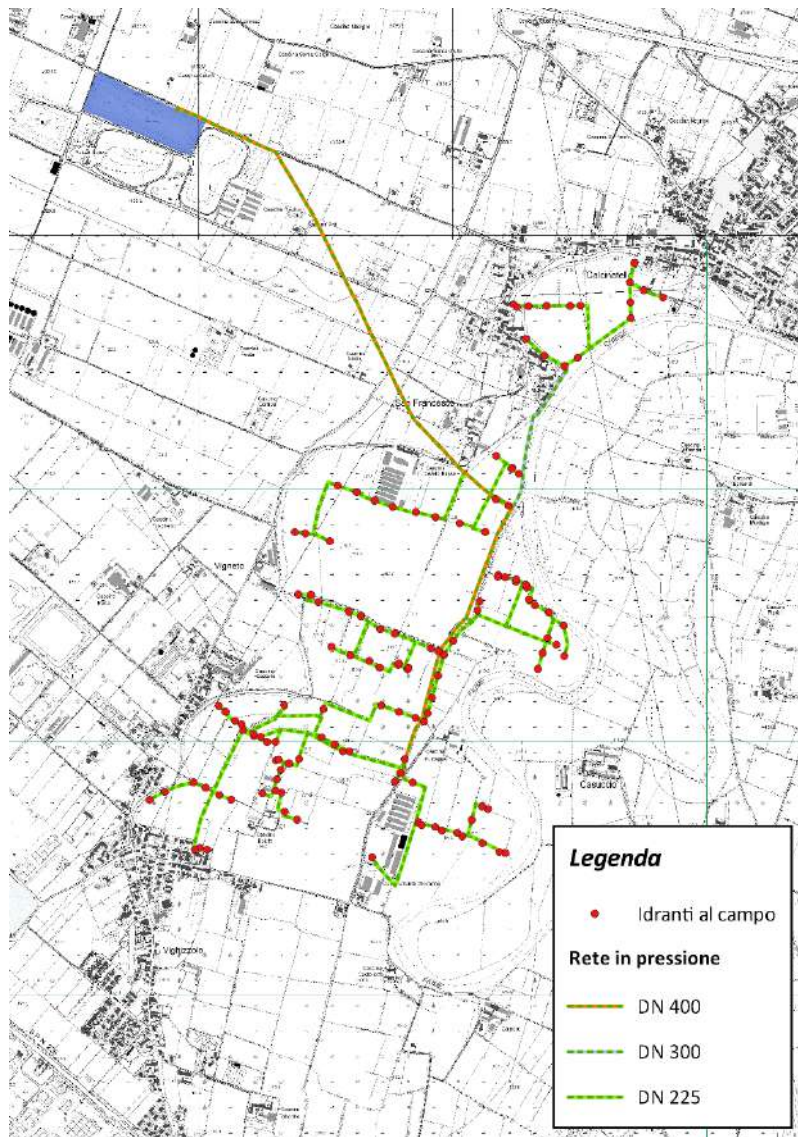


Figura 6: caratteristiche rete di distribuzione.

La dorsale principale, costituita da tubi in ghisa sferoidale di diametro DN 400, ha come inizio una stazione di pompaggio, ubicata nel sopra citato bacino idrico di nuova realizzazione. La tubazione DN 400, dopo avere attraversato una serie di appezzamenti agricoli, arriva al punto B', dal quale si stacca il ramo secondario B'-H in PVC-U, di DN 225, che serve per l'irrigazione del Settore B.

Presso il punto B'' della condotta principale si stacca il ramo secondario B''-O in PVC-U, sempre di diametro DN 225, che serve il Settore C.

In corrispondenza del punto B della rete principale parte la tubazione di adduzione B-C in ghisa, di diametro DN 300, che serve per l'alimentazione del Settore A, servito dalla rete di distribuzione C-G, realizzata con tubazioni in PVC-U di diametro DN 225.

In corrispondenza del punto D' della dorsale principale si stacca il ramo D'-P, sempre DN 225 in PVC-U, che serve il Settore E.

Dal punto D della dorsale principale parte il ramo D-I, sempre DN 225 in PVC-U, che serve il settore D.

In E si stacca dalla dorsale principale il ramo E-L per l'irrigazione del settore H ed in F i rami F-M ed F-N che servono rispettivamente i settori F e G. Per tutti e tre questi settori la rete di distribuzione è in PVC-U DN 225.

Le reti secondarie, ossia quelle che distribuiscono la portata, sono ramificate e nella descrizione di cui sopra i punti di estremità identificati sono quelli più distanti dal punto di stacco dalla dorsale principale.

La dorsale principale in ghisa di DN 400 ha una lunghezza di 3322 m, il tratto B-C di DN 300, sempre in ghisa, una lunghezza di 610 m mentre la rete secondaria in PVC-U di DN 225, comprensiva di tutte le sue ramificazioni, ha una lunghezza pari a 11340 m.

In *Tabella 2* si riportano le caratteristiche della rete sopra descritta.

Tabella 2: caratteristiche geometriche tubazioni.

TRATTO	TIPO CONDOTTA	SETTORE SERVITO	DN [mm]	LUNGHEZZA [m]
A-B'	I		400	1915
B'-H	II	B	225	1033
B'-B''	I		400	120
B''-O	II	C	225	360
B''-B	I		400	103
B-C	III		300	610
C-G	II	A	225	591
B-D'	I		400	480
D'-P	II	E	225	600
D'-D	I		400	174
D-I	II	D	225	625
D-E	I		400	280
E-L	II	H	225	950
E-F	I		400	250
F-M	II	F	225	1250
F-N	II	G	225	605

4.2 Verifica idraulica della rete di condotte

All'interno delle tubazioni che di ogni settore in cui è stato diviso l'impianto deve circolare una portata pari alla dotazione idrica complessiva, pari a 0,7 l/(s·ha), per la superficie del settore.

Mediante l'equazione di continuità dei nodi sulla dorsale principale, partendo dal nodo F e risalendo verso monte, si sono ricavati i valori di portata transitanti nei vari tratti della condotta principale.

Le perdite di carico in ciascun tratto della rete principale, ad anche della rete secondaria, sono state calcolate applicando la seguente equazione del moto:

$$J = \frac{2 Q^2}{\pi^2 g D^5} \cdot \frac{1}{\log^2 \left[\frac{\varepsilon}{3,71 D} + 3,61 \left(\frac{D u}{Q} \right)^{\frac{7}{8}} \right]}$$

dove:

- Q la portata di progetto della condotta;
- $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ l'accelerazione di gravità;
- D il diametro della condotta in progetto;
- ε la scabrezza assoluta della condotta;
- $u = 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ la viscosità cinematica dell'acqua in condizioni standard.

La rete sarà realizzata con tubazioni in ghisa con rivestimento interno cementizio applicato per centrifugazione, relativamente ai DN 400 e 300, mentre in PVC-U (polivinilcloruro non plastificato) PN 16 al DN 225.

Per le tubazioni in ghisa sferoidale, si è adottato un valore di scabrezza assoluta ε costante e pari a 0,2 mm, mentre per le tubazioni in PVC-U si è adottato un valore di scabrezza assoluta ε pari a 0,02 mm. Per ognuna delle due tipologie di tubazioni, i valori di scabrezza considerati sono cautelativi e già tengono conto della condizione di tubazione usata.

Partendo, con l'applicazione dell'equazione del moto sopra riportata, dal tronco A-B' si determinano le perdite di carico nei vari tratti della rete e, quindi, le quote piezometriche nei nodi dell'arteria principali e nelle estremità delle reti secondarie.

Affinché i dispositivi per l'irrigazione a pioggia possano funzionare, è necessario garantire, sulla rete secondaria, una quota piezometrica superiore a 60 m.

La quota piezometrica al nodo di partenza è pari a 70 m (7 bar) e sarà garantita dalla stazione di sollevamento, per il cui dimensionamento si rimanda al relativo paragrafo.

In *Tabella 3* si riporta il calcolo sopra descritto con il valore della portata transitante in ciascun tronco di rete e delle quote piezometriche nei nodi della rete e nei punti di estremità.

Tabella 3: verifica rete di adduzione e distribuzione.

TRATTO	TIPO CONDOTTA	SETTORE SERVITO	DN [mm]	LUNGH. [m]	Q [l/s]	PERDITA CARICO [m]	CARICO MONTE [m]	CARICO VALLE [m]
A-B'	I		400	1915	116	3,87	70	66,13
B'-H	II	B	225	1033	20,8	2,14	66,13	64,00
B'-B''	I		400	120	95,5	0,17	66,13	65,97
B''-O	II	C	225	360	12,88	0,31	65,97	65,65
B''-B	I		400	103	82,6	0,11	65,97	65,86
B-C	III		300	610	11,42	0,07	65,86	65,79
C-G	II	A	225	591	11,42	0,41	65,79	65,38
B-D'	I		400	480	71,2	0,38	65,86	65,48
D'-P	II	E	225	600	13,58	0,57	65,48	64,91
D'-D	I		400	174	57,6	0,09	65,86	65,77
D-I	II	D	225	625	14,28	0,65	65,77	65,11
D-E	I		400	280	43,3	0,09	65,77	65,68
E-L	II	H	225	950	10,2	0,55	65,68	65,14
E-F	I		400	250	33,1	0,05	65,68	65,6
F-M	II	F	225	1250	16	1,61	65,63	64,02
F-N	II	G	225	605	17,1	1,04	65,63	64,59

Come si evince da *Tabella 3* in ogni nodo è garantita la quota piezometrica minima necessaria al funzionamento degli idranti per l'irrigazione.

4.3 Dimensionamento della stazione di pompaggio

Al fine di garantire nel punto della rete di distribuzione più lontano dal bacino idrico, è necessario che il valore della quota piezometrica subito a valle della stazione di sollevamento sia pari a 70 m (7 bar).

La prevalenza complessiva che dovrà avere il sistema di sollevamento dovrà, quindi, essere pari a:

$$H_{tot} = 70 \text{ m} + 20 \text{ m} + \Delta H_{man} = 105 \text{ m}$$

Essendo 20 m la massima escursione del livello idrico all'interno del bacino e ΔH_{man} le perdite di carico nella condotta di mandata.

La potenza necessaria al sollevamento della portata di progetto Q_p , pari a 116 l/s, è quindi:

$$P[W] = \frac{\gamma_{H_2O} Q_p H_{tot}}{\eta}$$

dove:

- $\gamma_{H_2O} = 9790 \text{ N/m}^3$ il peso specifico dell'acqua
- Q_p la portata di progetto dell'impianto;
- H_{tot} la prevalenza complessiva dell'impianto di sollevamento;
- η il rendimento globale della stazione di pompaggio.

Per sopperire all'alta variabilità di prevalenze e portate che si dovranno ottenere si è deciso di dotare la stazione di pompaggio di un set di tre pompe ad asse verticale, modello CRMD, idonee per funzionare con il corpo immerso nell'acqua da sollevare (Fig. 8).

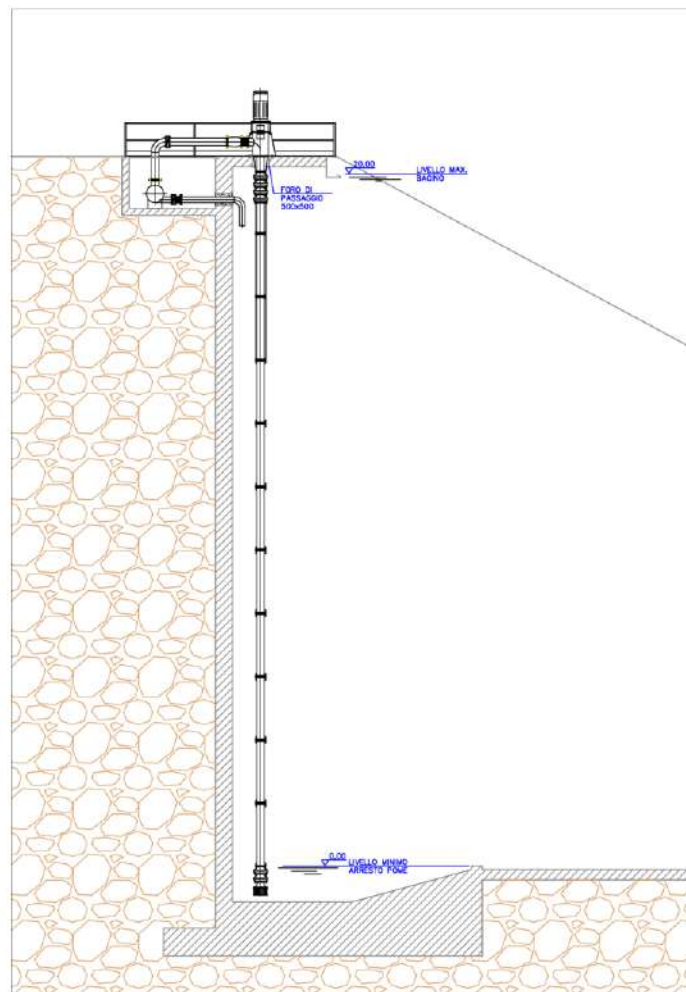


Figura 8: pompa di sollevamento multistadio ad asse verticale CRMD.

Le pompe CRMD si distinguono dalle normali pompe verticali con motore in superficie e girante azionata a mezzo di linea d'assi, essendo costituite da due veri e propri corpi di pompa funzionanti in serie.

Il primo corpo è posto sotto la linea d'assi, immerso nell'acqua, e fornisce una prevalenza tale da spingere l'acqua fino al secondo corpo, posto appena sotto il piano di appoggio e immediatamente sotto il motore. Questo secondo corpo di pompa fornisce la rimanente parte della prevalenza totale della pompa.

Con questo accorgimento costruttivo si ottengono tre fondamentali vantaggi:

- trasmissione lungo la linea d'assi della sola potenza assorbita dal corpo di pompa inferiore;
- scelta del tipo e delle dimensioni del corpo di pompa superiore per un elevato rendimento, senza vincoli dovute alle profondità del pozzo;
- grande stabilità e sicurezza di funzionamento, difficilmente ottenibili con le normali pompe verticali a elevata prevalenza, nelle quali il baricentro delle parti rotanti deve trovarsi all'estremità inferiore della linea d'assi.

Ciascuna pompa sarà dotata di motore elettrico asincrono trifase con rotore in corto circuito, costruzione chiusa con grado di protezione IP55, forma costruttiva V1, adatto per luoghi umidi – rotore con gabbia pressofusa bilanciato dinamicamente, avvolgimento isolato in classe F realizzato con materiali di qualità a forte spessore, sopporti con cuscinetti lubrificati a grasso, raffreddamento con ventola radiale bidirezionale montata esternamente sull'albero motore, caratteristiche conformi alle Norme UNI EN.

Le caratteristiche di funzionamento della singola pompa sono le seguenti:

• Funzionamento		continuo		
• Liquido da sollevare		acqua da fiume grigliata		
• Portata	[l/s]	50	75	100
• Prevalenza tot. (alla bocca di mandata)	[m]	105	90	54
• Rendimento (senza tolleranza)	[%]	74	83	73
• Potenza assorbita	[kW]	69,55	79,73	72,52
• Pressione al chiuso	[m]	129		
• Velocità di rotazione	[giri/min]	1480		
• NPSHr per tutti i punti garantiti	[m]	≤ 6		

Le caratteristiche di funzionamento del motore relativo alla singola pompa sono le seguenti

• Potenza	[kW]	110
• Rendimento a 4/4 del carico	[%]	95,4 (IE3)
• Cosφ a 4/4 del carico		0,85
• Tensione / frequenza	[V/Hz]	400/50
• Velocità di rotazione	[giri/min]	1480

La portata da sollevare può variare da un minimo di 50 l/s ad un massimo di 116 l/s con qualsiasi valore della prevalenza, la cui variazione dipende dalle condizioni di riempimento del bacino idrico.

Le tre pompe, quindi, non funzioneranno sempre in contemporanea, ma il numero di pompe funzionanti contemporaneamente dipenderà dal valore della portata da sollevare e dalla prevalenza richieste in quel momento.

Come anticipato la potenza richiesta per il sollevamento della portata di progetto Q_P è fornita dalla seguente relazione:

$$P = \frac{\gamma_{H_2O} Q_P H_{tot}}{\eta} = 176 \text{ kW}$$

Il rendimento della pompa η da considerare è quello specifico delle condizioni di funzionamento della singola pompa che solleva 50 l/s (Q'_P) con prevalenza massima H_{tot} di 105 m, che è pari a 74%, mentre il rendimento del motore è generalmente pari a 95%. Il rendimento complessivo del sistema è quindi assunto pari a 68%.

La potenza complessiva necessaria per il funzionamento della stazione di sollevamento è pertanto di 176 kW.

Al fine di tenere conto di ogni ulteriore necessità impiantistica, compresa la stazione di carico e rilancio da circa 45 kW, la potenza che si richiederà al gestore della linea elettrica è di 250 kW.

Per una rappresentazione grafica della 'nicchia' della stazione di pompaggio a servizio del bacino idrico e dei relativi apparati elettromeccanici si rimanda alla tavola T16 - Pianta e sezioni di progetto della stazione di pompaggio.

A completamento delle opere accessorie alla stazione di pompaggio, immediatamente a monte dell'intersezione con il canale scaricatore Desa-Calcinatella, verrà posizionata sulla condotta di carico dell'impianto di distribuzione un opportuno sistema adatto all'eventuale scarico nel canale dell'acqua prelevata in caso di svuotamento del bacino.

4.4 Verifica statica delle condotte

La rete di adduzione sarà realizzata con tubi in ghisa sferoidale conforme alla norma **UNI EN 545**, aventi diametri DN 400 e 300 (C 30), in funzione del tipo di condotta, con giunto elastico automatico e guarnizione in mescola EPDM conforme alla norma **UNI EN 681** e conforme al **D.M. 6 aprile 2004, n. 174** con rivestimento interno in malta cementizia d'altoforno conforme alla norma **UNI EN 545**. La rete di distribuzione al campo sarà realizzata invece con tubi DN 225 in PVC-U (PN 16), conformi alla norma **UNI EN 1452**.

Per determinare lo stato di sollecitazione, quindi di tensione, nella parete della tubazione è necessario determinare l'entità delle varie azioni esterne.

Le azioni esterne sono dovute al terreno di ricoprimento ed al sovraccarico accidentale causato dal transito di automezzi sopra il terreno di ricoprimento della tubazione.

Al fine di determinare l'azione dovuta al terreno di ricoprimento è necessario stabilire se la posa delle tubazioni avviene in trincea stretta o in trincea larga.

La condizioni di posa in trincea stretta si ha quando è verificata una delle seguenti relazioni:

$$H \geq 1,5 B \text{ per } B \leq 2 D$$

$$H \geq 3,5 B \text{ per } 2 D \leq B \leq 3 D$$

Essendo:

- D il diametro esterno della tubazione;
- B la larghezza della trincea di scavo in corrispondenza della generatrice superiore del tubo;
- H l'altezza del ricoprimento sopra tale generatrice.

Il presente progetto prevede tre diversi diametri di tubazione per ciascuno dei quali sono previste due tipologie di scavo differenti: lo scavo in sezione obbligata (intersezione con strade) e lo scavo in sezione trapezia.

In tutti i casi risulta una posa in trincea larga (si veda *Tabella 4*).

Tabella 4: verifica modalità di posa per i tre diametri di tubazioni previsti in progetto in funzione della tipologia di sezione di scavo.

SCAVO IN SEZIONE OBBLIGATA			
D	400	mm	diámetro nominale
B	0,8	m	larghezza trincea
H	1,1	m	ricoprimento
H _{lim}	1,2	m	valore limite per trincea stretta
→ TRINCEA LARGA			
D	300	mm	diámetro nominale
B	0,8	m	larghezza trincea
H	1,1	m	ricoprimento
H _{lim}	1,2	m	valore limite per trincea stretta
→ TRINCEA LARGA			
D	225	mm	diámetro nominale
B	0,8	m	larghezza trincea
H	1,1	m	ricoprimento
H _{lim}	1,2	m	valore limite per trincea stretta
→ TRINCEA LARGA			
SCAVO IN SEZIONE TRAPEZIA			
D	400	mm	diámetro nominale
B	1,6	m	larghezza trincea
H	1,1	m	ricoprimento
H _{lim}	2,4	m	valore limite per trincea stretta
→ TRINCEA LARGA			
D	300	mm	diámetro nominale
B	1,25	m	larghezza trincea
H	1,4	m	ricoprimento
H _{lim}	1,88	m	valore limite per trincea stretta
→ TRINCEA LARGA			
D	225	mm	diámetro nominale
B	1,0	m	larghezza trincea
H	1,1	m	ricoprimento
H _{lim}	1,5	m	valore limite per trincea stretta
→ TRINCEA LARGA			

La modalità della posa della tubazione serve per calcolare il valore dell'azione verticale P_v che il terreno di ricoprimento esercita sulla tubazione.

Per tubazioni con modalità di posa in trincea larga tale valore è pari a:

$$p_v = c \gamma_t D^2$$

essendo:

- $\gamma_{terr} = 18 \text{ kN/m}^3$ il peso specifico del terreno;
- D il diametro della tubazione in progetto;
- c il coefficiente di Marston che è funzione, nel caso di terreni ben stabilizzati, del rapporto H/D .

Il carico P_v si distribuisce uniformemente sulla corda superiore della tubazione che sottende un angolo di 180° determinando così un valore uniforme di pressione verticale p_v .

All'azione del terreno di ricoprimento è necessario sommare l'azione dovuta ai carichi accidentali in particolare quelli stradali.

Si è considerato un valore di carico concentrato pari a 30000 kg che agisce sulla superficie del terreno di ricoprimento sopra l'asse del tubo.

Per un tubo interrato, per effetto della deformazione secondo la direzione orizzontale dovuta alla pressione p_v verticale, sorge una reazione orizzontale del terreno di intensità q che riduce tale deformazione.

Il valore di q è dato da:

$$q = \frac{p_v}{1,07 + 13,70 \frac{E J}{K R^2}}$$

Essendo:

- ✓ K la rigidezza del terreno assunta pari a 5 volte il valore dell'altezza di ricoprimento rispetto all'asse della tubazione;
- ✓ E il modulo di elasticità della ghisa sferoidale e/o del PVC-U;
- ✓ J il momento di inerzia della parete della tubazione;
- ✓ R il raggio della tubazione in progetto.

Il valore del momento flettente nella sezione della parete del tubo è pari a:

$$M = (p_v - q) 0,25 R^2$$

Il momento assume valore positivo massimo alle estremi superiori del tubo e valore negativo massimo alle estremità laterali.

È stata infine eseguita la verifica ad ovalizzazione della tubazione.

Per effetto della pressione verticale uniformemente distribuita p_v , l'allungamento complessivo del diametro orizzontale è fornito da:

$$\Delta x = \frac{1}{K} \left(\frac{p_v}{1,07 + 13,70 \frac{EJ}{KR^4}} \right)$$

Per le tubazioni in ghisa sferoidale con rivestimento interno in malta cementizia l'allungamento del diametro deve essere inferiore a **0,04 D_o** , mentre per le tubazioni in PVC-U deve essere inferiore a **0,05 D_o** .

Nelle *Tablelle* seguenti si riportano i calcoli sopra descritti per le tre tipologie di tubazioni.

Tabella 5: calcolo della pressione verticale su corda superiore della tubazione di DN 400.

PRESSIONE DOVUTA AL CARICO ACCIDENTALE CONCENTRATO DN 400			
P	300	kN	carico concentrato
b	30	cm	dimensione lato area di contatto
a	900	cm ²	area di contatto
Ps	333,3	N/cm ²	pressione da carico in superficie
H	110	cm	ricoprimento
α	45	°	angolo di diffusione del carico
b'	250	cm	dimensione lato superficie di scarico
a'	62412	cm ²	area sottesa al carico
P's	4,81	N/cm	pressione alla profondità H
PRESSIONE DOVUTA AL TERRENO SOPRA LA TUBAZIONE			
D	0,4	m	diametro nominale
B	1,6	m	larghezza trincea
H	1,1	m	ricoprimento
H _{lim}	2,4	m	valore limite per trincea stretta
→ TRINCEA LARGA			
p _j	1,0	-	rapporto h/D (a favore di sicurezza)
H/D	2,75	m	rapporto di ricoprimento/diametro tubazione
c	5	-	coefficiente di Martson
P _{terr}	14,4	kN	peso terreno sovrastante
p _{terr}	36,0	kN/m	pressione lineare terreno sopra tubazione

Tabella 6: verifica statica tubazione di DN 400.

VERIFICA TUBAZIONE DN 400 IN GHISA SFEROIDALE			
R	0,2	m	diametro tubazione
p_v	10,4	N/cm	peso lineare carico accidentale + terreno
z	150	cm	profondità di posa del tubo
E	12000	kN/cm ²	modulo di elasticità ghisa sferoidale
K	7,5	N/cm ³	rigidezza terreno
s	0,77	cm	spessore tubazione
J	0,038044	cm ⁴	momento di inerzia concio di tubazione da 1 cm
q	1,7	N/cm	pressione orizzontale
SOLLECITAZIONI			
M	87	kg·cm	momento sollecitante sulla parete del tubo
N	0,68	kg	azione assiale nella parete del tubo
VERIFICA TENSIONALE			
W	0,0988	cm ³	modulo di resistenza sezione parete tubo
A	0,77	cm ²	area sezione parete tubo
σ	8,66	kN/cm ²	tensione trazione e compressione sezione parete tubo
σ_{amm}	17,7	kN/cm ²	tensione ammissibile per la ghisa sferoidale
VERIFICA OVALIZZAZIONE			
ΔD_o	0,22	cm	variazione diametro orizzontale
$\Delta D_o/D_o$	0,006	-	rapporto di variazione diametro
ΔD_o_{amm}	3,2	cm	variazione ammissibile diametro orizzontale ($\leq 0,04 D_o$)

Tabella 7: calcolo della pressione verticale su corda superiore della tubazione di DN 300.

PRESSIONE DOVUTA AL CARICO ACCIDENTALE CONCENTRATO DN 300			
P	300	kN	carico concentrato
b	30	cm	dimensione lato area di contatto
a	900	cm ²	area di contatto
P_s	333,3	N/cm ²	pressione da carico in superficie
H	140	cm	ricoprimento
α	45	°	angolo di diffusione del carico
b'	310	cm	dimensione lato superficie di scarico
a'	95962	cm ²	area sottesa al carico
$P's$	3,13	N/cm	pressione alla profondità H
PRESSIONE DOVUTA AL TERRENO SOPRA LA TUBAZIONE			
D	0,3	m	diametro nominale
B	1,6	m	larghezza trincea
H	1,4	m	ricoprimento
H_{lim}	2,4	m	valore limite per trincea stretta
→ TRINCEA LARGA			
p_j	1,0	-	rapporto h/D (a favore di sicurezza)
H/D	4,67	m	rapporto di ricoprimento/diametro tubazione
c	7,5	-	coefficiente di Martson
P_{terr}	12,15	kN	peso terreno sovrastante
p_{terr}	40,5	kN/m	pressione lineare terreno sopra tubazione

Tabella 8: verifica statica tubazione di DN 300.

VERIFICA TUBAZIONE DN 300 IN GHISA SFEROIDALE			
R	0,15	m	diametro tubazione
p_v	18,1	N/cm	peso lineare carico accidentale + terreno
z	160	cm	profondità di posa del tubo
E	12000	kN/cm ²	modulo di elasticità ghisa sferoidale
K	8	N/cm ³	rigidezza terreno
s	0,73	cm	spessore tubazione
J	0,032418	cm ⁴	momento di inerzia concio di tubazione da 1 cm
q	0,6	N/cm	pressione orizzontale
SOLLECITAZIONI			
M	420	N·cm	momento sollecitante sulla parete del tubo
N	5,6	N	azione assiale nella parete del tubo
VERIFICA TENSIONALE			
W	0,0888	cm ³	modulo di resistenza sezione parete tubo
A	0,73	cm ²	area sezione parete tubo
σ	4,79	kN/cm ²	tensione trazione e compressione sezione parete tubo
σ_{amm}	17,7	kN/cm ²	tensione ammissibile per la ghisa sferoidale
VERIFICA OVALIZZAZIONE			
ΔD_o	0,07	cm	variazione diametro orizzontale
$\Delta D_o/D_o$	0,002	-	rapporto di variazione diametro
ΔD_o_{amm}	2,4	cm	variazione ammissibile diametro orizzontale ($\leq 0,04 D_o$)

Tabella 9: calcolo della pressione verticale su corda superiore della tubazione di DN 225.

PRESSIONE DOVUTA AL CARICO ACCIDENTALE CONCENTRATO DN 225			
P	300	kN	carico concentrato
b	20	cm	dimensione lato area di contatto
a	400	cm ²	area di contatto
P_s	333,3	N/cm ²	pressione da carico in superficie
H	110	cm	ricoprimento
α	45	°	angolo di diffusione del carico
b'	240	cm	dimensione lato superficie di scarico
a'	57516	cm ²	area sottesa al carico
$P's$	5,22	N/cm	pressione alla profondità H
PRESSIONE DOVUTA AL TERRENO SOPRA LA TUBAZIONE			
D	225	mm	diametro nominale
B	1,6	m	larghezza trincea
H	1,1	m	ricoprimento
H_{lim}	2,4	m	valore limite per trincea stretta
→ TRINCEA LARGA			
p_j	1,0	-	rapporto h/D (a favore di sicurezza)
H/D	4,89	m	rapporto di ricoprimento/diametro tubazione
c	7,5	-	coefficiente di Martson
P_{terr}	6,83	kN	peso terreno sovrastante
p_{terr}	30,38	kN/m	pressione lineare terreno sopra tubazione

Tabella 10: calcolo della pressione verticale su corda superiore della tubazione di DN 225.

VERIFICA TUBAZIONE DN 225 IN PVC-U			
R	0,10	m	diametro tubazione
p _v	10,1	N/cm	peso lineare carico accidentale + terreno
z	130	cm	profondità di posa del tubo
E	30	kN/cm ²	modulo di elasticità PVC-U
K	6,5	N/cm ³	rigidezza terreno
s	1,32	cm	spessore tubazione
J	0,191664	cm ⁴	momento di inerzia concio di tubazione da 1 cm
q	4,4	N/cm	pressione orizzontale
SOLLECITAZIONI			
M	140	N·cm	momento sollecitante sulla parete del tubo
N	3,8	N	azione assiale nella parete del tubo
VERIFICA TENSIONALE			
W	0,2904	cm ³	modulo di resistenza sezione parete tubo
A	1,32	cm ²	area sezione parete tubo
σ	0,49	kN/cm ²	tensione trazione e compressione sezione parete tubo
σ _{amm}	4,62	kN/cm ²	tensione ammissibile per il PVC-U
VERIFICA OVALIZZAZIONE			
ΔD _o	0,68	cm	variazione diametro orizzontale
ΔD _o /D _o	0,034	-	rapporto di variazione diametro
ΔD _{o amm}	1,0	cm	variazione ammissibile diametro orizzontale (≤ 0,05 D _o)

4.5 Dimensionamento e verifica dei blocchi di ancoraggio delle condotte

In prossimità dei punti singolari della rete, in particolare in prossimità dei cambiamenti di direzione planimetrica, si realizzeranno dei blocchi di ancoraggio all'interno dello scavo.

La spinta orizzontale esercitata sul blocco dalla tubazione è pari a:

$$S_o = \gamma_{H_2O} h \frac{\pi D^2}{4} 2 \operatorname{sen} \frac{\alpha}{2}$$

essendo:

- γ_{H_2O} il peso per unità di volume dell'acqua;
- h il carico idraulico;
- D il diametro della tubazione;
- α l'angolo di deviazione planimetrica o altimetrica della tubazione.

Tale spinta è diretta perpendicolarmente alla parete esterna dello scavo e può essere contrastata in parte mediante la forza di attrito che nasce alla base di appoggio del blocco ed in parte per mezzo della spinta passiva della parete dello scavo al contatto con il blocco.

A favore di sicurezza la prima ipotesi viene scartata.

Le verifiche che devono essere soddisfatte sono le seguenti:

- Verifica a scorrimento del blocco;
- Verifica a ribaltamento del blocco;
- Verifica di resistenza del calcestruzzo del blocco agli sforzi massimi cui è sottoposto;
- Verifica di resistenza del terreno a sopportare le pressioni massime trasmesse dal blocco.

La **verifica a scorrimento** si effettua calcolando il coefficiente di sicurezza a scorrimento fornito da:

$$f_s = \frac{S_p}{S_o}$$

essendo S_p la spinta passiva esplicata dal terreno attraverso la parete verticale del blocco ed avendo, come precedentemente detto, trascurato a favore di sicurezza la forza di attrito che nasce alla base di appoggio del blocco.

Il valore di S_p è dato da:

$$S_p = \frac{1}{2} \gamma_{terr} k_p (H^2 - H_t^2) L$$

essendo k_p il coefficiente di spinta passiva fornito da:

$$k_p = \tan^2 \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi_{terr}}{2} \right);$$

Dove:

- ✓ γ_{terr} il peso specifico del terreno;
- ✓ φ_{terr} l'angolo di attrito del terreno;
- ✓ H il valore della profondità dello scavo;
- ✓ H_t il ricoprimento sopra il blocco;
- ✓ L la lunghezza della parete del blocco a contatto con il terreno esterno.

Il valore del coefficiente di sicurezza f_s dovrà essere superiore a 1,5.

La **verifica a ribaltamento**, si effettua verificando che il coefficiente di sicurezza a ribaltamento f_r fornito da:

$$f_r = \frac{M_{stab}}{M_{rib}}$$

sia superiore a 1,5.

La **verifica di resistenza del calcestruzzo** consiste nel verificare che nella sezione di contatto blocco – tubazione, di area pari a $(l \cdot D)$, essendo l la lunghezza del contatto tubo – blocco, risulti:

$$\sigma = \frac{S_o}{l \cdot D} < \sigma_{amm}$$

Si ritiene ammissibile un valore della pressione di contatto tubo-blocco pari a 200 N/cm^2 .

La **verifica di resistenza del terreno** riguarda la pressione trasmessa a questo dal blocco che deve essere compatibile con le caratteristiche meccaniche del terreno stesso.

Si realizzeranno solo tre tipologie di blocchi di ancoraggio, una per ogni diametro di tubazione e di forma parallelepipedica, considerando sempre, a favore di sicurezza, una deviazione planimetrica di 90° .

Nelle tabelle seguenti si riportano i calcoli dei blocchi di ancoraggio con riferimento alle dimensioni del blocco riportate in *Fig. 9*.

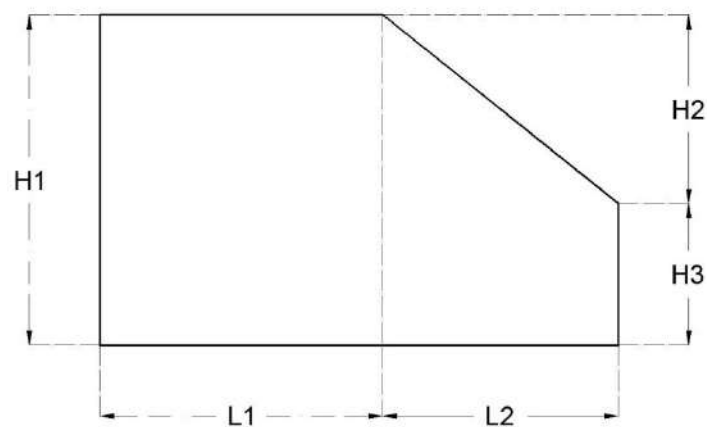


Figura 9: sezione tipo del blocco di ancoraggio.

Tabella 11: verifica blocco ancoraggio per tubazione di DN 400.

BLOCCHI DI ANCORAGGIO PER DN 400					
Diametro interno condotta (DN)			0,4	m	
α			90	°	
Pressione di esercizio (70 m) + 10% FS			80 (8)	m (bar)	
Area condotta			0,1256	m ²	
γ_{H_2O}			98,1	kN/m ³	
Pressione			78480	kg/m ²	
S_o			139,34	kN	
H (profondità di scavo)			1,6	m	
H_t (altezza ricoprimento sopra blocco)			0,1	m	
DATI GEOMETRICI BLOCCO			VERIFICA ALLO SCORRIMENTO		
L_1	1,3	m	γ_{TERR}	18,00	kN/m ³
L_2	1,3	m	ϕ_{TERR}	35,00	°
H_1	1,3	m	Coefficiente di attrito	0,70	-
H_2	0	m	S_o	139,34	kN
H_3	1,3	m	S_p	98,17	kN
Spessore	1,2	m	Forza resistente	166,29	kN
γ_{cls}	24	kN/m ³	f_s (fattore di sicurezza)	1,19	-
CALCOLO PESI PORZIONI BLOCCO			VERIFICA AL RIBALTAMENTO		
W_1	48,7	kN	DN	0,40	m
W_2	0	kN	M_{rib}	55,74	kN·m
W_3	48,7	kN	M_{stab}	178,91	kN·m
W_{TOT}	97,3	kN	f_r (fattore di sicurezza)	3,21	-
CALCOLO BARICENTRO BLOCCO			VERIFICA RESISTENZA CALCESTRUZZO		
XG_1	0,65	m	Proiez. tubo sul blocco	1,2	m
XG_2	1,73	m	σ	29,0	N/cm ²
XG_3	1,95	m	σ_{amm}	200	N/cm ²
XG	1,30	m	VERIFICA DI RESISTENZA DEL TERRENO		
YG_1	0,65	m	Eccentricità carico	0,57	m
YG_2	1,30	m	u	1,27	m
YG_3	0,65	m	e	0,03	m
YG	0,65	m	σ_{valle}	3,40	N/cm ²
			σ_{monte}	2,90	N/cm ²

Tabella 12: verifica blocco ancoraggio per tubazione di DN 300.

BLOCCHI DI ANCORAGGIO PER DN 300					
Diametro interno condotta (DN)			0,3	m	
Angolo curva			90	°	
Pressione di esercizio (70 m) + 10% FS			80 (8)	m (bar)	
Area condotta			0,07065	m ²	
γ_{H_2O}			98,1	kN/m ³	
Pressione			78480	kg/m ²	
S_o			78,38	kN	
H (profondità di scavo)			1,6	m	
H_t (altezza ricoprimento sopra blocco)			0,9	m	
DATI GEOMETRICI BLOCCO			VERIFICA ALLO SCORRIMENTO		
L_1	0,7	m	γ_{TERR}	18,00	kN/m ³
L_2	0,7	m	φ_{TERR}	35,00	°
H_1	0,7	m	Coefficiente di attrito	0,70	-
H_2	0,0	m	S_o	78,38	kN
H_3	0,7	m	S_p	69,56	kN
Spessore	1,2	m	Forza resistente	89,31	kN
γ_{cls}	24,0	kN/m ³	f_s (fattore di sicurezza)	1,14	-
CALCOLO PESI PORZIONI BLOCCO			VERIFICA AL RIBALTAMENTO		
W_1	14,11	kN	DN	0,30	m
W_2	0,0	kN	M_{rib}	23,51	kN·m
W_3	14,11	kN	M_{stab}	56,85	kN·m
W_{TOT}	28,22	kN	f_r (fattore di sicurezza)	2,42	-
CALCOLO BARICENTRO BLOCCO			VERIFICA RESISTENZA CALCESTRUZZO		
XG_1	0,35	m	Proiez. tubo sul blocco	1,0	m
XG_2	0,93	m	σ	26,1	N/cm ²
XG_3	1,05	m	σ_{amm}	200,0	N/cm ²
XG	0,70	m	VERIFICA DI RESISTENZA DEL TERRENO		
YG_1	0,35	m	Eccentricità carico	0,83	m
YG_2	0,70	m	u	1,18	m
YG_3	0,35	m	e	-0,48	m
YG	0,35	m	σ_{valle}	-0,18	N/cm ²
			σ_{monte}	5,1	N/cm ²

Tabella 13: verifica blocco ancoraggio per tubazione di DN 225.

BLOCCHI DI ANCORAGGIO PER DN 225					
Diametro interno condotta (DN)			0,2	m	
Angolo curva			90	°	
Pressione di esercizio (70 m) + 10% FS			80 (8)	m (bar)	
Area condotta			0,0314	m ²	
γ_{H_2O}			98,1	kN/m ³	
Pressione			78480	kg/m ²	
S_o			34,84	kN	
H (profondità di scavo)			1,6	m	
H_t (altezza ricoprimento sopra blocco)			1,1	m	
DATI GEOMETRICI BLOCCO			VERIFICA ALLO SCORRIMENTO		
L_1	0,5	m	γ_{TERR}	18,00	kN/m ³
L_2	0,5	m	ϕ_{TERR}	38,00	°
H_1	0,5	m	Coefficiente di attrito	0,74	-
H_2	0,0	m	S_o	34,84	kN
H_3	0,5	m	S_p	35,65	kN
Spessore	0,7	m	Forza resistente	42,21	kN
γ_{cls}	24,0	kN/m ³	f_s (fattore di sicurezza)	1,21	-
CALCOLO PESI PORZIONI BLOCCO			VERIFICA AL RIBALTAMENTO		
W_1	42,0	kN	DN	0,2	m
W_2	0,0	kN	M_{rib}	6,97	kN·m
W_3	4,2	kN	M_{stab}	23,21	kN·m
W_{TOT}	8,4	kN	f_r (fattore di sicurezza)	3,33	-
CALCOLO BARICENTRO BLOCCO			VERIFICA RESISTENZA CALCESTRUZZO		
XG_1	0,50	m	Proiez. tubo sul blocco	0,7	m
XG_2	0,67	m	σ	2,49	kg/cm ²
XG_3	0,75	m	σ_{amm}	20,0	kg/cm ²
XG	0,50	m	VERIFICA DI RESISTENZA DEL TERRENO		
YG_1	0,25	m	Eccentricità carico	0,83	m
YG_2	0,50	m	u	1,93	m
YG_3	0,25	m	e	-1,43	m
YG	0,25	m	σ_{valle}	-9,10	N/cm ²
			σ_{monte}	11,50	N/cm ²

A favore di sicurezza le dimensioni relative ai blocchi di ancoraggio nel caso di cambio di pendenza, di diramazione e di flangia cieca sono fissate pari a quelle di curva a 90°.

5 Cabina elettrica di trasformazione e consegna MT/BT

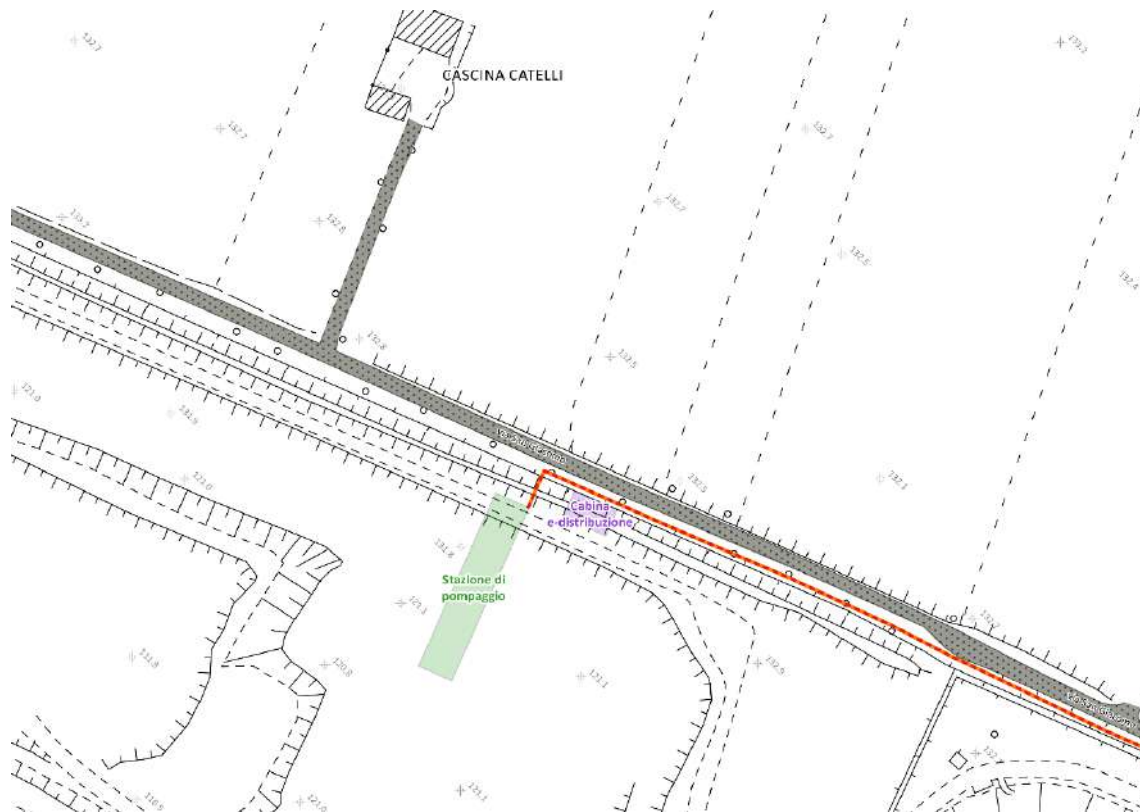
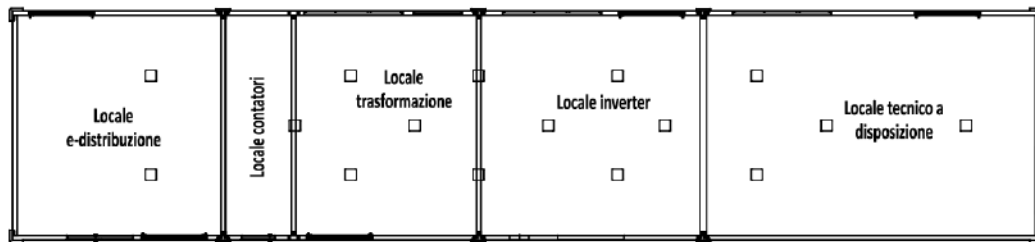


Figura 10: posizionamento della stazione di pompaggio e della relativa cabina MT.

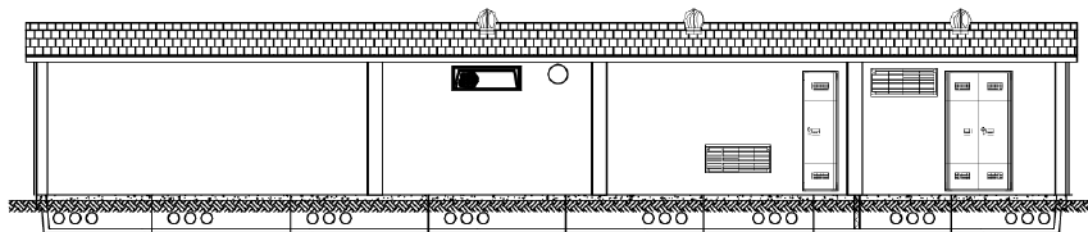
In prossimità della stazione di pompaggio, come indicato in Fig. 10, verrà installata una cabina elettrica di trasformazione e consegna in media tensione (MT) prefabbricata, completa di linea di terra e rappresentata in Fig. 11. Essa, come indicato in T20 – Pianta, sezioni e particolari costruttivi della cabina MT/BT, sarà costituita da:

- locale e-distribuzione;
- locale contatori;
- locale trasformatore;
- locale inverter;
- locale tecnico a disposizione.

PIANTA CABINA



PROSPETTO SUD



PROSPETTO NORD

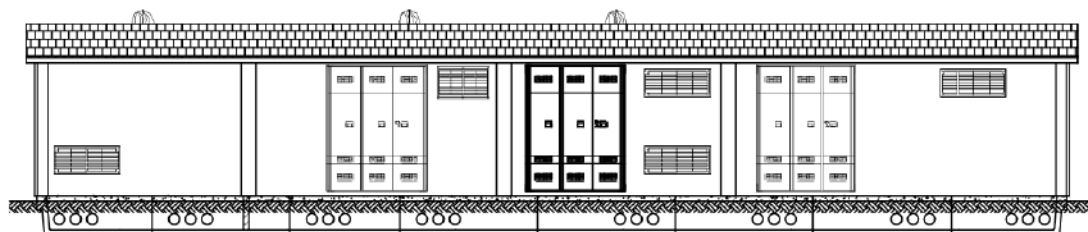


Figura 11: cabina di trasformazione e consegna MT prefabbricata.

La cabina di trasformazione dovrà essere di superficie e rispettare le prescrizioni di cui alla **ENEL DG 10061** "Prescrizioni per la costruzione di box prefabbricati per apparecchiature elettriche".

Calcinato, settembre 2022.

I Progettisti



Regione Lombardia
Consorzio di bonifica Chiese
Comprensorio n. 7





Allestimento in ex cava di ghiaia di bacino idrico per la laminazione delle acque di piena e lo stoccaggio di risorsa idrica ad utilizzo di un comparto agricolo soggetto a riconversione della pratica irrigua a sistemi ad alta efficienza e relative condotte di distribuzione



Progetto Esecutivo

Elaborato	Titolo
RT5	Relazione geologica

Rev. n.	Data	Motivo della revisione
1	09/2022	Aggiornamento prezzario Regione Lombardia luglio 2022
0	08/2021	Prima emissione

Progettazione	Consulenza
 <p>CONSORZIO DI BONIFICA CHIESE Ufficio Tecnico via Vittorio Emanuele II, 76 25011 Calcinato (BS) tel. 030 9637008 - fax 030 9637012 info@consorziochiese.it</p>	 <p>CADEOROSI S.r.l. via Francesca, 83 25026 Pontevico, loc. Chiesuola (BS) tel. 030 9930564 - fax 030 9930577 info@cadeorossi.it</p>

Il RdP	Il geologo	CUP E21B18000590001
per. agr. Francesco Proserpi	gott. geol. Guido Cadeo	

INDICE

1	PREMESSA	2
2	INDAGINI IN SITU	5
2.1	Scavi Esplorativi.....	7
2.2	Indagini sismiche passive	11
2.2.1	Inquadramento generale.....	11
2.2.2	Cenni metodologici.....	12
2.2.3	Sintesi dei risultati e conclusioni	13
3	CARATTERIZZAZIONE E MODELLO GEOTECNICO DEL VOLUME SIGNIFICATIVO	21
2.1	Caratterizzazione dei terreni	21
4	MODELLO GEOTECNICO DEL VOLUME SIGNIFICATIVO	23
5	RELAZIONE SULLA PERICOLOSITÀ SISMICA.....	25
5.1	Valore di PGA e Magnitudo attesa.....	25
5.2	Classe di sottosuolo e condizioni topografiche.	28
5.3	Verifica a liquefazione.....	30
5.4	Pericolosità Sismica Locale	32
5.4.1	Considerazioni generali	32
5.4.2	Analisi 1° livello.....	34
5.4.3	Analisi 2° livello.....	35
6	VERIFICHE DI STABILITÀ FINALIZZATE ALLA VALIDAZIONE DEL MODELLO GEOTECNICO	38
6.1	Verifiche di sicurezza scarpate attuali (stato di fatto) e rimodellate (stato di progetto).....	41
7	CONCLUSIONI.....	25

Elenco allegati:

- Allegato n. 1 - CARATTERIZZAZIONE DELLE SCARPATE E DEL FONDO DEL CATINO MEDIANTE METODICHE NON INVASIVE DI NATURA GEOFISICA - Dr. Geol. Tomas Garbari

1 PREMESSA

Il Consorzio di Bonifica Chiese – Comprensorio n. 7 – nel contesto della L.R. n. 34/2017 - Nuove norme per la mitigazione degli effetti delle crisi idriche nel settore agricolo, per la difesa idrogeologica e per la riqualificazione territoriale - ha l'obiettivo di realizzare, in una ex cava di ghiaia in Comune di Calcinato (BS), un bacino idrico per la laminazione delle acque di piena e lo stoccaggio di risorsa idrica.

Nello specifico, l'area individuata per la realizzazione del bacino idrico è cartografata nella Sezione D6d2 della Carta Tecnica Regionale ed è inserita nella perimetrazione dell'ATEg26 in Comune di Calcinato.

In figura 1 si riporta un estratto della CTR in scala 1:10.000 con indicata l'area in oggetto (linea rossa tratteggiata) e il perimetro dell'ATEg26 (linea blu continua).

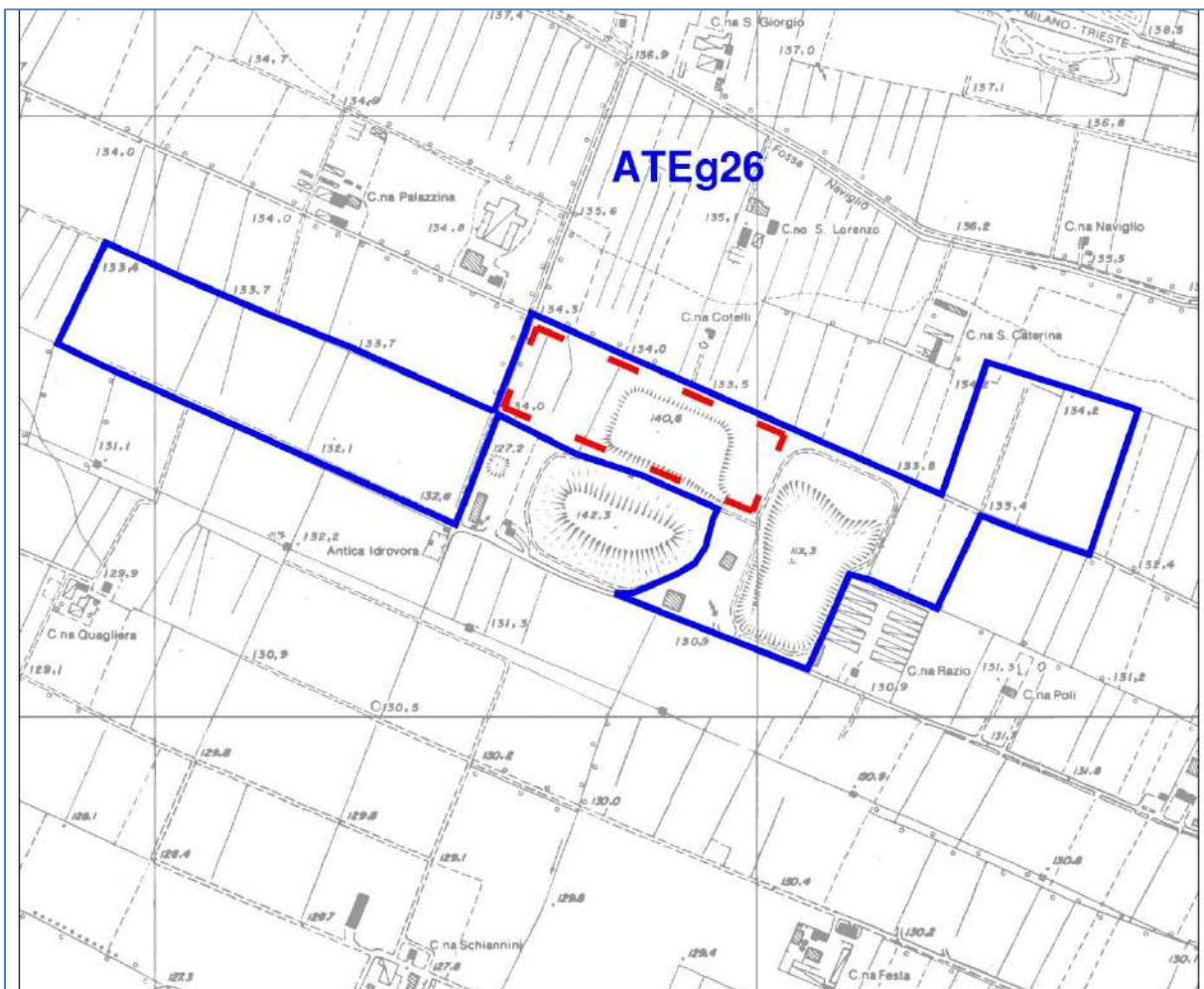


Figura 1 – Estratto CTR

L'area in oggetto si trova nella porzione sud-occidentale del territorio comunale di Calcinato (BS), all'interno del perimetro dell'Ambito Territoriale Estrattivo del vigente Piano Cave provinciale identificato con la sigla "G26".

Il sito in oggetto è stato interessato in passato da attività estrattiva, ormai esaurita, cui sono seguiti interventi di recupero ambientale sulle scarpate e sul fondo della ex cava.

Attualmente l'area si presenta ribassata dal p.c. circostante di circa 20 metri, con scarpate e fondo rinverditi.

Il fondo della fossa è collegato alla viabilità esistente mediante una rampa posta sul lato meridionale.

La fossa presenta una forma pressoché rettangolare e si sviluppa in direzione est-ovest; la superficie del fondo è pari a circa mq 24.000, la superficie a p.c. è pari a mq 58.000 circa mentre la superficie complessiva del lotto (comprese le fasce di rispetto) è pari a mq 79.000.

La volumetria del cavo riferita al p.c. è pari a mc 775.000 circa.

Allo stato attuale il fondo cava si presenta libero da impianti e manufatti riconducibili all'attività svolta (fatta eccezione per la citata rampa di collegamento con il p.c.).

I depositi alluvionali che caratterizzano il settore occidentale e quello orientale di Calcinato, di origine fluvioglaciale e fluviale, sono costituiti prevalentemente da ghiaie con ciottoli e trovanti di diversa natura immersi in una matrice sabbiosa e sabbioso-limoso, caratterizzate da alta permeabilità.

A partire da 35-40 m di profondità le ghiaie risultano più o meno cementate, fino a passare all'"Unità conglomeratica", costituita da materiali conglomeratici, sabbiosi ed arenacei con intercalazioni argillose e ghiaiose. Lo spessore complessivo delle due unità idrogeologiche supera i 100 m nell'area in esame.

Nell'area in oggetto la falda dovrebbe attestarsi ad una quota di circa 91-91.5 m s.l.m., ovvero circa 40 metri dal p.c. originario.

Come di seguito illustrato, gli scavi realizzati hanno consentito di verificare la presenza di materiali inerti impiegati per il recupero della ex fossa di cava, costituiti in prevalenza da depositi grossolani (probabilmente "scarto grossolano di cava") e da limi di lavaggio (almeno nella porzione orientale dell'area), che occasionalmente includono elementi di origine antropica (frammenti di laterizi, asfalto, cellophane, ferri di armatura).

Concludendo:

- l'area individuata si presenta ormai recuperata sul fondo della cava e lungo le scarpate, caratterizzate da due gradoni di altezza pari a circa 10 metri ciascuno.
- gli scavi esplorativi effettuati hanno evidenziato la presenza di depositi grossolani (probabilmente riferibili a "scarto grossolano di cava") e di limi di lavaggio (almeno nella porzione orientale dell'area), che occasionalmente includono elementi di origine antropica.

Quanto sopra premesso, si procede ad illustrare le fasi esperite per giungere alla caratterizzazione e modellazione geotecnica dei terreni che costituiscono i fianchi e il fondo della cavità; si illustrano, inoltre, i risultati di verifiche di stabilità condotte con lo scopo principale di validare i suddetti dati ottenuti in fase di modellazione geotecnica.

2 INDAGINI IN SITU

La caratterizzazione geotecnica dei terreni presenti all'interno del volume significativo è stata effettuata sulla base dei dati acquisiti mediante le seguenti indagini:

- indagini dirette (n.6 scavi esplorativi);
- indagini sismiche (n. 12 profili ReMi L= 46m)

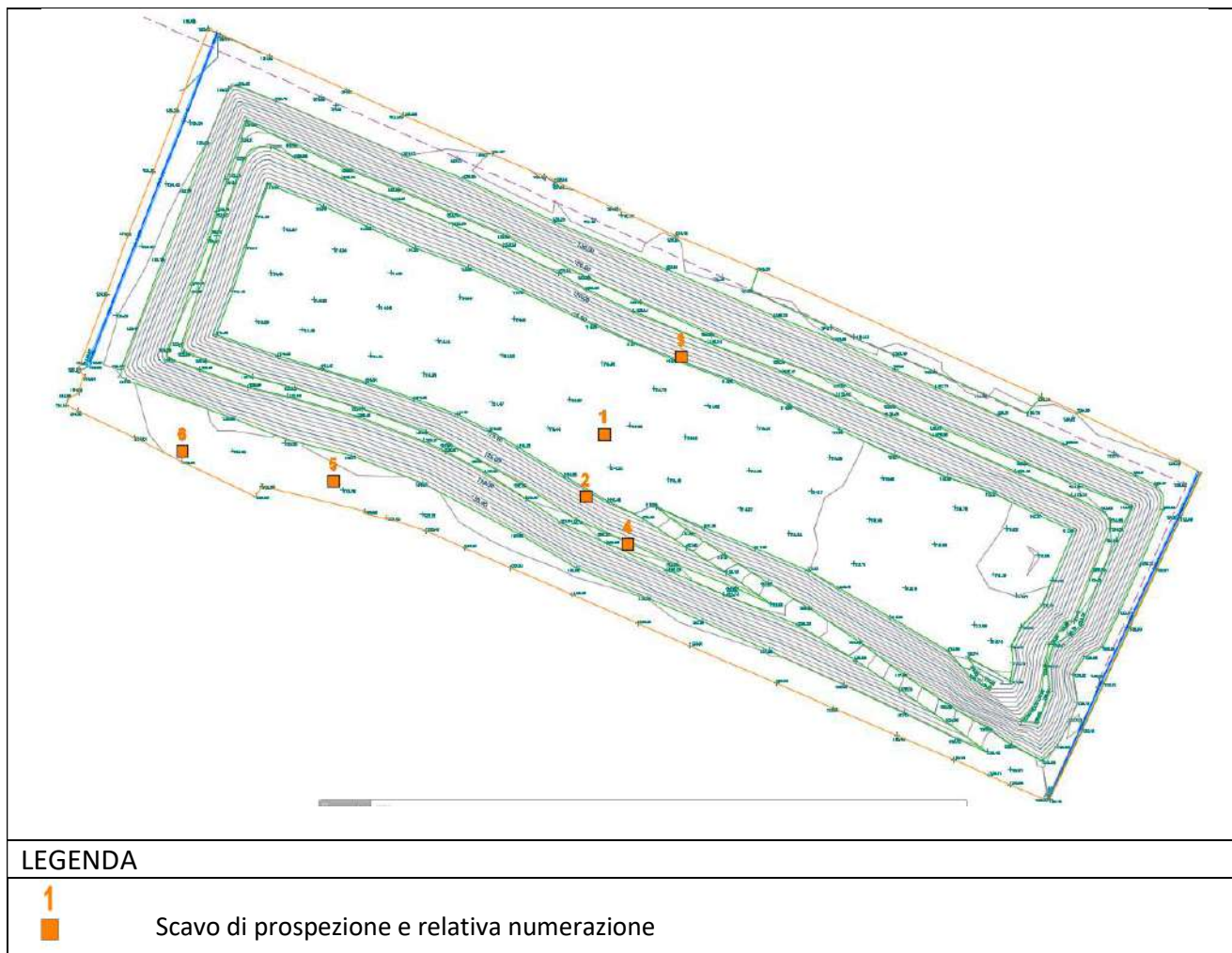


Figura 2 – Ubicazione scavi di prospezione




Figura 3 - Ubicazione indagini sismiche

Nelle pagine seguenti si riportano le risultanze delle suddette indagini.


2.1 Scavi Esplorativi

Nell'ambito del presente lavoro sono stati realizzati n. 6 scavi esplorativi allo scopo di caratterizzare la sequenza litologica relativa alla porzione superficiale di terreno presente nella zona delimitata dal perimetro di cava.

Si riporta una descrizione schematica con le indicazioni delle principali caratteristiche riscontrate in corrispondenza di ciascun punto di indagine: profondità, caratteristiche litologico-stratigrafiche e colore dei materiali riscontrati, spessore e documentazione fotografica.


SCAVO N. 1 (eseguito a fondo cavità)		
PROFONDITA'	DESCRIZIONE	FOTOGRAFIA
0,0 – 0.10	Terreno vegetale color bruno rossiccio	
0.10 - 0.90	Materiale di riporto misto	
0.90 – 4.70	Limo color grigio-ocra con rari elementi di origine antropica (frammenti di laterizi)	

SCAVO N. 2 (eseguito alla base della scarpata sud)		
PROFONDITA'	DESCRIZIONE	FOTOGRAFIA
0,0 – 0.70	Materiale di riporto misto utilizzato per la ricostruzione della scarpata	

SCAVO N. 3 (eseguito alla base della scarpata nord)		
PROFONDITA'	DESCRIZIONE	FOTOGRAFIA
0,0 – 0.2	Terreno vegetale color bruno rossiccio	
0.2 – 0.80	Materiale di riporto misto utilizzato per la ricostruzione della scarpata	

SCAVO N. 4 (eseguito sulla banca intermedia presente in scarpata sud)		
PROFONDITA'	DESCRIZIONE	FOTOGRAFIA
0,0 – 2.7	Materiale di riporto misto utilizzato per la ricostruzione della scarpata	
2.7 – 3	Ghaia e sabbia naturale	

SCAVO N. 5 (eseguito al margine della stradina perimetrale sud)		
PROFONDITA'	DESCRIZIONE	FOTOGRAFIA
0,0 – 2.8	Materiale di riporto misto utilizzato per la ricostruzione della scarpata	

SCAVO N. 6 (eseguito fra stradina perimetrale sud e recinzione)		
PROFONDITA'	DESCRIZIONE	FOTOGRAFIA
0,0 – 0.60	Ghiaia e sabbia naturale	

2.2 Indagini sismiche passive

2.2.1 Inquadramento generale

Nell'area di intervento è stata eseguita una campagna di indagine di sismica passiva (ReMi), finalizzata alla caratterizzazione dei terreni che costituiscono i fianchi e il fondo della cavità esistente e che, in passato, hanno costituito il "minerale" oggetto di estrazione. In particolare, **lo scopo dell'indagine è quello di ricavare i valori da assegnare ai principali parametri geotecnici del terreno studiando l'andamento delle Vs.**

La stima dei valori di Vs è stata effettuata mediante l'esecuzione di complessivi n. 12 profili di sismica passiva, condotti adottando la tecnica di analisi del sottosuolo mediante l'uso dei micro-tremori (ReMi); le indagini sono state eseguite dalla *GG Service s.a.s.*, con sede Torbole s/G (TN) che dispone di personale con esperienza pluriennale nell'applicazione del metodo.

Per una descrizione dettagliata della metodologia d'indagine, della strumentazione utilizzata per l'esecuzione, l'acquisizione e l'elaborazione dei dati e per una disamina dei risultati integrali ottenuti mediante le sopraccitate indagini sismiche, si rimanda all'Allegato n. 1 della presente relazione.

In sintesi, le prove realizzate sono le seguenti.

In fase iniziale:

- n. 02 prove Remi (R1-R2) sul fondo della cavità esistente, che attualmente si presenta ad una quota subpianeggiante pari circa 114.35 m s.l.m (quota media da rilievo Topcom data-to novembre 2011).
- n. 03 profili ReMi (R3-R4-R5) di lunghezza pari a m 46 ciascuno, effettuati lungo la stradina che corre lungo il ciglio meridionale della cavità (quota da rilievo Topcom = 133 m circa s.l.m.)

Successivamente è stato deciso di interessare anche il fianco settentrionale della cavità eseguendo:

- n. 05 profili ReMi (R6-R7-R8 in corrispondenza della stradina che delimita il lato settentrionale della cavità – R9-R10 a fondo cavità); dei suddetti profili, in particolare, i ReMi 6 e 9 in-

teressano la zona di intervento in cui saranno realizzate le opere funzionali alla gestione del futuro bacino idraulico.

N. 2 prove di bianco (T1 e T2) sono state eseguite per verificare le velocità rilevabili per le ghiaie naturali.

In corrispondenza del fianco sudoccidentale della cavità, area in cui è stata eseguita la prova R5, si indica che l'asfalto della strada perimetrale risulta interessato da superfici di rottura e detensionamento probabilmente innescate dalla pendenza della scarpata abbandonata da alcuni anni.

L'ubicazione dei suddetti profili è rappresentata nella figura di seguito proposta



Figura 4 - Ubicazione indagini sismiche

2.2.2 Cenni metodologici

Il profilo verticale delle Vs può essere ricavato per inversione monodimensionale o per modellizzazione diretta della velocità di fase delle onde di superficie (Rayleigh e/o Love) (Dorman e Ewing, 1962) registrate attraverso arrays sismici lineari. Le onde di Rayleigh (1885) costituiscono un particolare tipo di onde di superficie che si trasmettono sulla superficie libera di un mezzo isotropo e omogeneo e sono il risultato dell'interferenza tra onde di pressione (P-waves) e di taglio verticali (Sv-waves). Tali onde sono presenti in natura e sono conosciute con il termine di microtremiti. Possono venire accuratamente captate ed analizzate nei loro contenuti cromatici ed energetici con

un array geometrico lineare simile a quelli utilizzati nella prospezione sismica classica. In un mezzo stratificato queste onde sono di tipo guidato e dispersivo e vengono definite pseudo-Rayleigh. La dispersione è un fenomeno indotto dalla deformazione del treno d'onda che produce una variazione di propagazione di velocità con la frequenza. Le componenti a frequenza minore penetrano più in profondità rispetto a quelle a frequenza maggiore, per un dato modo, e presentano normalmente più elevate velocità di fase. Un apposito grafico (spettro di potenza p-f) in cui è diagrammato in ascissa la frequenza f (Hz) ed in ordinata lo slowness, che altro non è che l'inverso della velocità di fase (m/s), consente agevolmente di individuare il trend dispersivo che contraddistingue il sito sottoposto ad indagine. Dalla curva di dispersione si passa al profilo di velocità verticale mediante modellazione diretta. Viene cioè costruito il modello teorico la cui curva di dispersione calcolata presenta il minor errore rispetto alla curva sperimentale. Il processo di modellazione diretta soffre delle limitazioni prodotte dal principio dell'equivalenza secondo il quale possono esistere più modelli che soddisfano la medesima curva di dispersione. In questo caso quindi diventa importante avere dei punti di calibrazione per una ricostruzione "litologica" della struttura sismica del sottosuolo. Tuttavia, questa limitazione non inficia la correttezza della determinazione dei valori di V_{s30} che rappresentano una relazione tra spessori e velocità dei singoli strati. Per il trattamento di questo tipo di dati è stato utilizzato il software ReMi® aggiornato alla sua ultima versione V.5 e commercializzato dalla Optim LLC (Reno, Nevada -USA). L'approccio analitico si basa sugli studi condotti da J. Louie presso la Nevada University.

2.2.3 Sintesi dei risultati e conclusioni

Si riporta di seguito una sintesi dei risultati ottenuti, estrapolati dalla relazione "CARATTERIZZAZIONE DELLE SCARPATE E DEL FONDO DEL CATINO MEDIANTE METODICHE NON INVASIVE DI NATURA GEOFISICA" redatta a cura del Dr. Geol. Tomas Garbari.

- 1) Le n. 03 prove eseguite lungo il ciglio meridionale della cavità (R3, R4 e R5 a quota pari a circa 133 m s.l.m.) indicano una sismostratigrafia abbastanza omogenea lateralmente in quanto per tutti e tre i profili eseguiti la porzione a bassa frequenza è ben espressa da un modello a V_s costante (**Figura 5**): esso prevede a circa 66 m la presenza di un contrasto sismico che potrebbe indicare il contatto con il bedrock ($V_s > 800$ m/s).

In superficie i 3 modelli differiscono esclusivamente nella porzione al di sopra dei 10 m per cui si nota un leggero miglioramento nelle Vs procedendo verso est: la copertura superficiale, procedendo da ovest verso est (da R5 a R3), passa, infatti, da valori di Vs di 240 a 300m/s.

L'orizzonte ghiaioso sottostante presenta una velocità costante $V_s=440\text{m/s}$ e uno spessore omogeneo che si mantiene pari a circa 4 m in tutte e tre le sismostratigrafie.

Prima di rintracciare i terreni ben addensati con $V_s>600\text{m/s}$ si registra una leggera inversione di velocità con Vs che scendono a 360-400m/s. Anche per questo orizzonte si nota un miglioramento delle proprietà geotecniche procedendo da R5 a R3 ed inoltre si ha anche una riduzione di spessore (da 6 m in R5 a 4 m in R4 e R3).

Ricordando che la zona colpita da leggera deformazione è quella in corrispondenza dello spigolo sudoccidentale (R5), è possibile trovare una giustificazione nel fatto che in quest'area si sono registrati gli spessori maggiori di terreni normalconsolidati e le velocità più basse.

- 2) Le prove ReMi 1 e ReMi 2 eseguite al fondo cavità individuano l'orizzonte ben addensato, oggetto di probabile coltivazione, a profondità pari a circa 6 m in ReMi1 e a 2 m in ReMi 2 (**Figura 6**). E' opportuno evidenziare che, confrontando il rilievo comunale e il rilievo effettuato da Topcom in data 2011, in corrispondenza del punto ReMi1 si riscontrano quote nettamente differenti (m 108.8 rilievo comunale – 114.5 rilievo Topcom). Il fatto che in Remi 1 siano stati individuati almeno 6m di terreni normalconsolidati con $V_s=320\text{m/s}$ potrebbe far ipotizzare che, in tale zona, esista un riempimento di materiale più recente. È infatti interessante verificare che sottraendo a 114,5 m-6 m per arrivare ai terreni naturali compatti oggetto di coltivazione si otterrebbe proprio quota 108.5, prossima a quella indicata nel rilievo comunale.
- 3) Le prove ReMi 6 – 7 – 8 condotte sul fianco nord ad altezza strada confermano la sismostratigrafia rilevata a sud con una leggera riduzione della porzione superficiale meno addensata: dai 10-12 m rilevati in lato sud si passa ai 7-8 m del lato Nord (**Figura 7**).
- 4) Le 2 prove R9 e R10 eseguite sul fondo cavità evidenziano la presenza di ghiaie compatte a circa m 3,5-4 da quota attuale (**Figura 8**).

- 5) Le ghiaie naturali misurano sempre valori elevati di velocità compresi tra 600 e 700m/s.
- 6) Le 2 misure “di bianco” T1 e T2 (eseguite in posizione prossima ma esterna alla cava) indicano una sismostratigrafia con individuazione dell’interfaccia delle ghiaie compatte tra 5 e max 10m, a seconda della velocità alla quale si voglia ipotizzare il passaggio. La natura dei sedimenti superficiali normalconsolidati, che è ciò che si distingue molto bene rispetto ai valori forniti per i primissimi metri dell’esito delle prove interne alla cava, mostrano Vs omogenee e maggiori di 300m/s ed a 5-10 m di profondità l’orizzonte indisturbato indicherebbe Vs >550-600 m/s (**Figura 9**).

CORRELAZIONE LATERALE MODELLI Vs CIGLIO SCARPATA LATO SUD

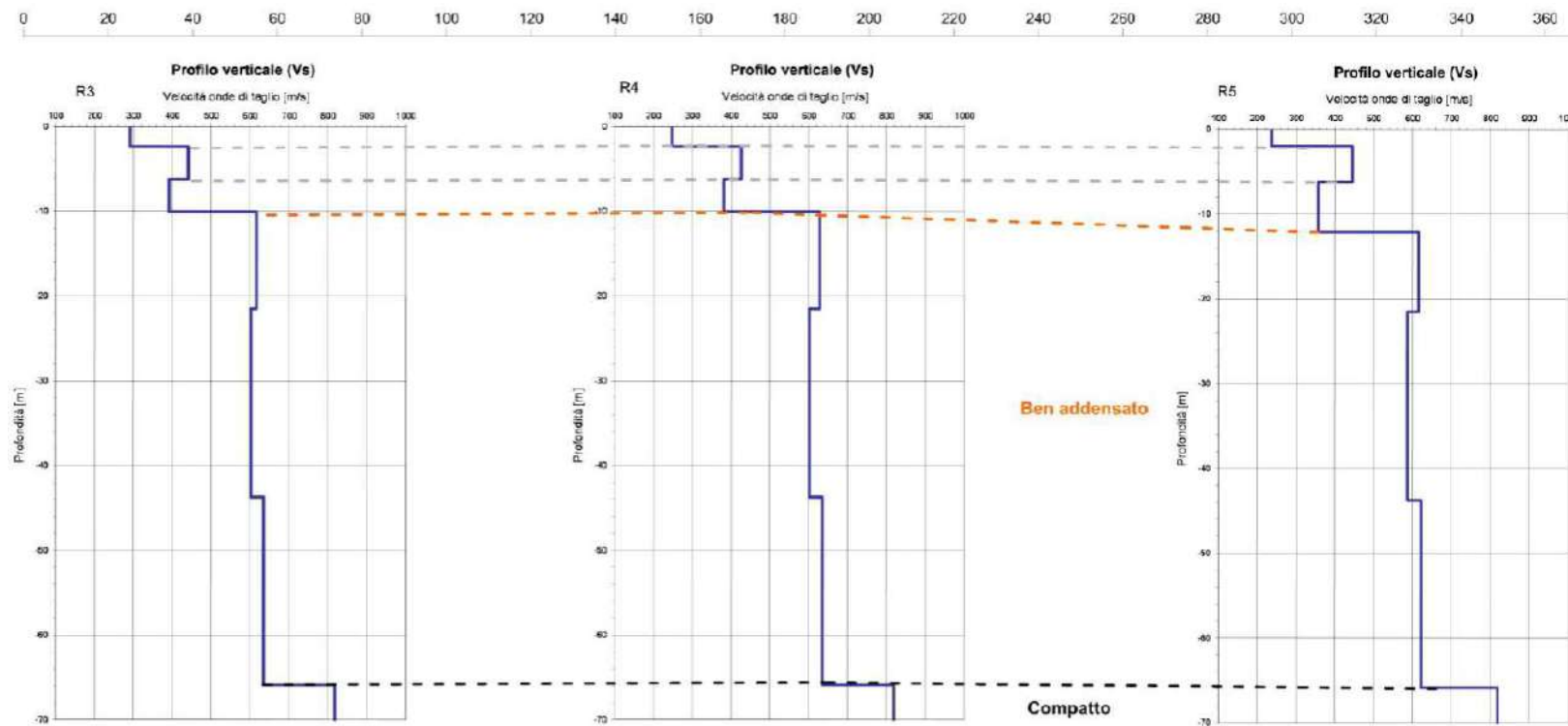


Figura 5- Correlazione laterale modelli Vs ciglio scarpata (lato sud) – ReMi 3 – 4 -5

CORRELAZIONE LATERALE MODELLI Vs BASE SCARPATA LATO SUD

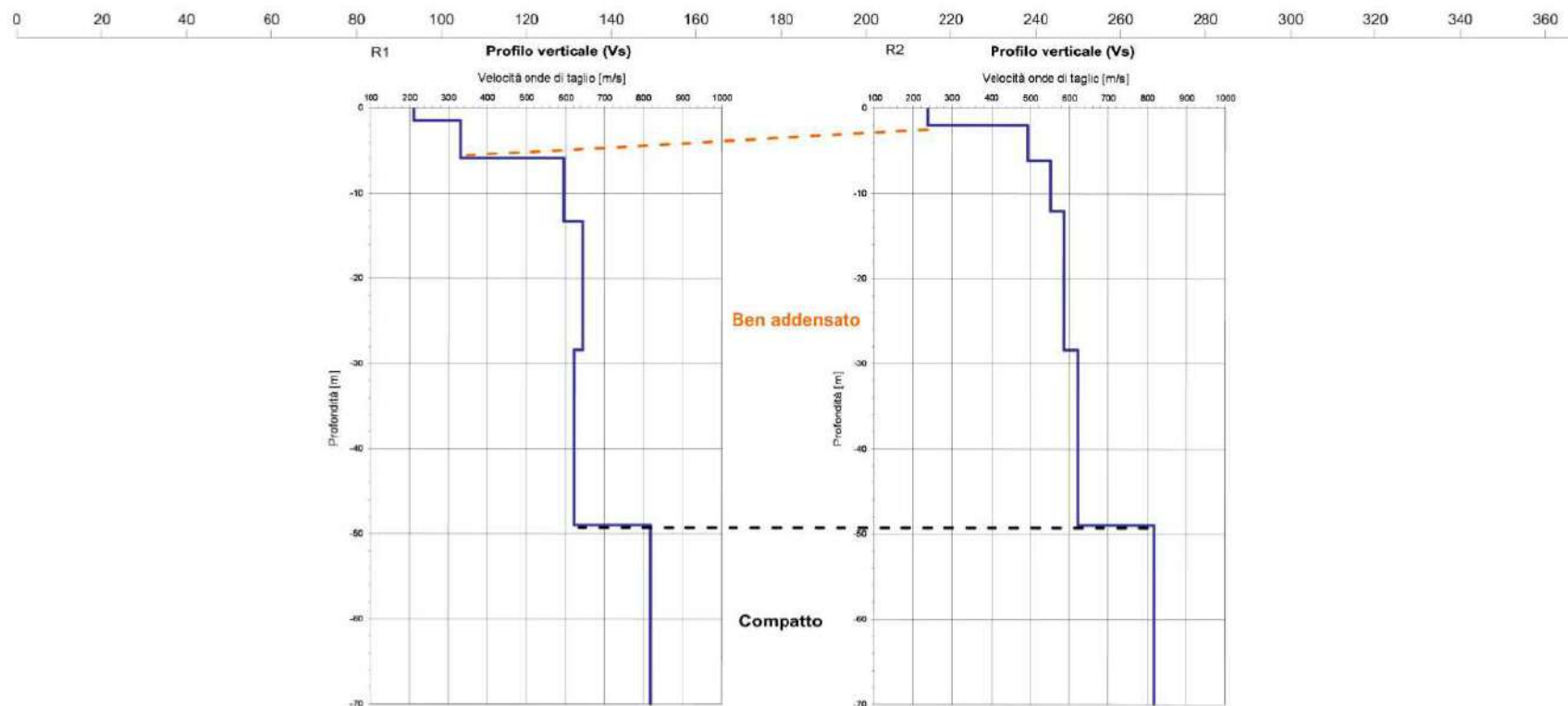


Figura 6 - Correlazione laterale modelli Vs base scarpata (lato sud) – ReMi 1 -2

CORRELAZIONE LATERALE MODELLI Vs CIGLIO SCARPATA LATO NORD

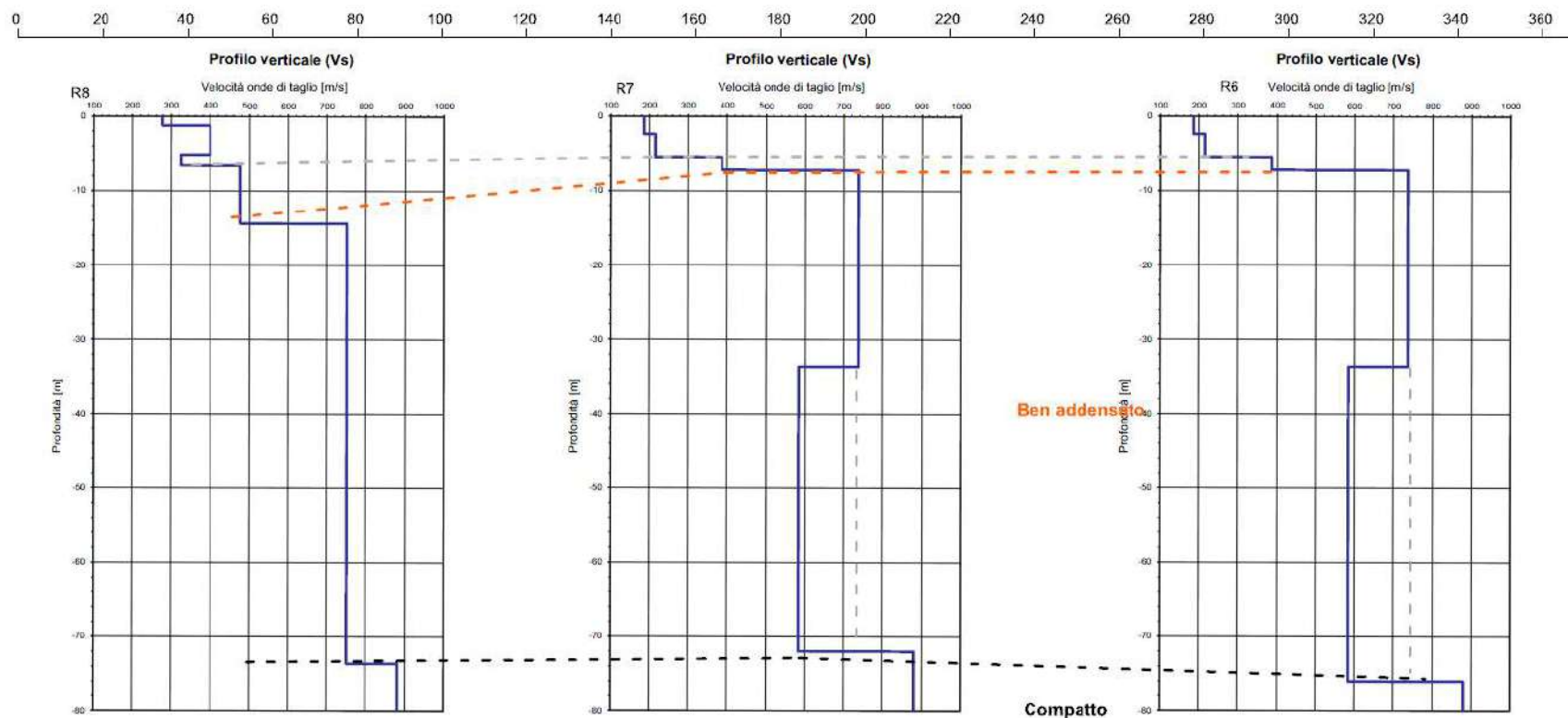


Figura 7 - Correlazione laterale modelli Vs ciglio scarpata (lato nord) – ReMi 6-7-8

CORRELAZIONE LATERALE MODELLI Vs BASE SCARPATA LATO NORD

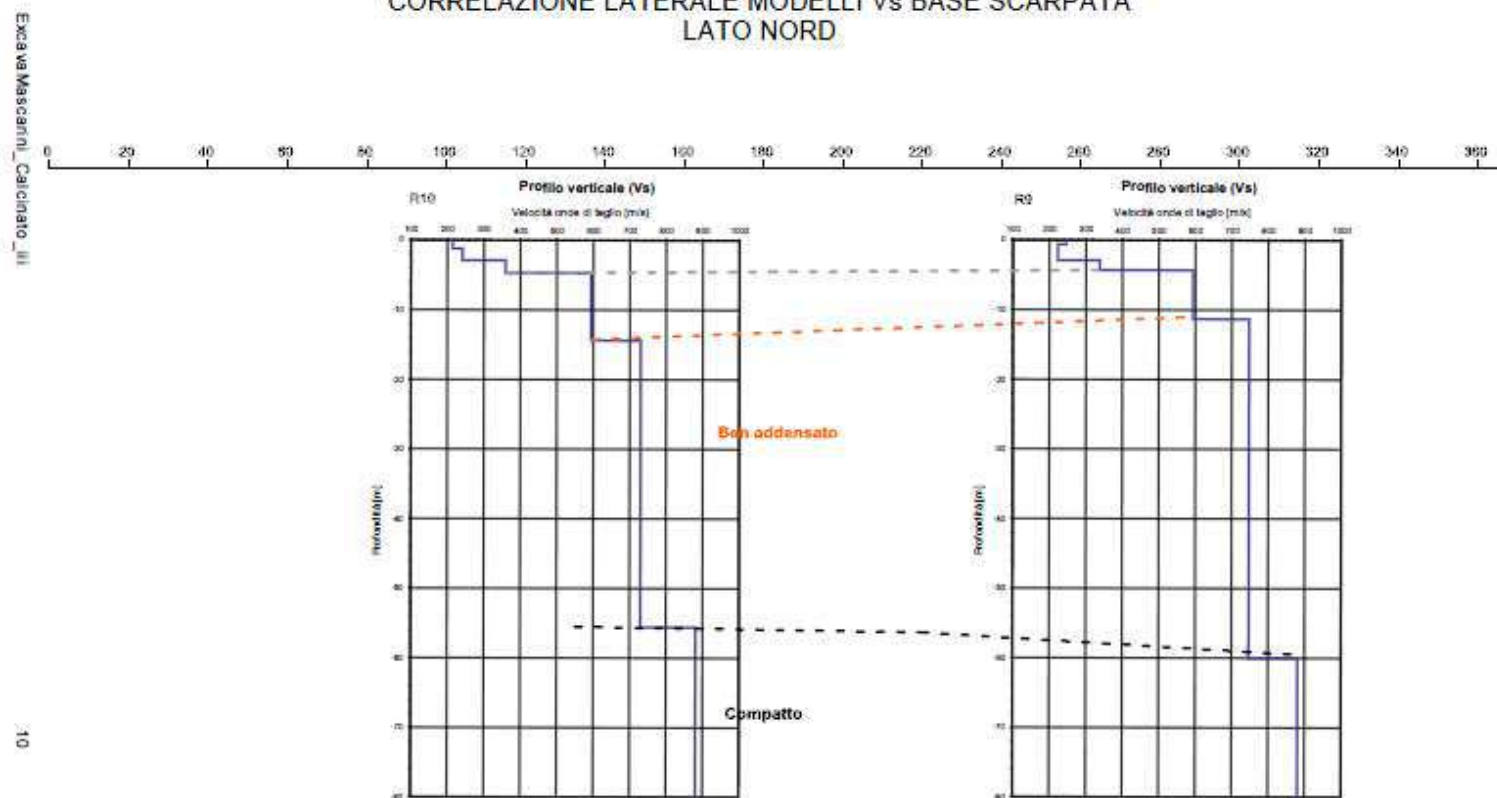


Figura 8 - Correlazione laterale modelli Vs base scarpata (lato nord) – ReMi 9-10

MODELLI Vs TARATURE ESTERNO CAVA

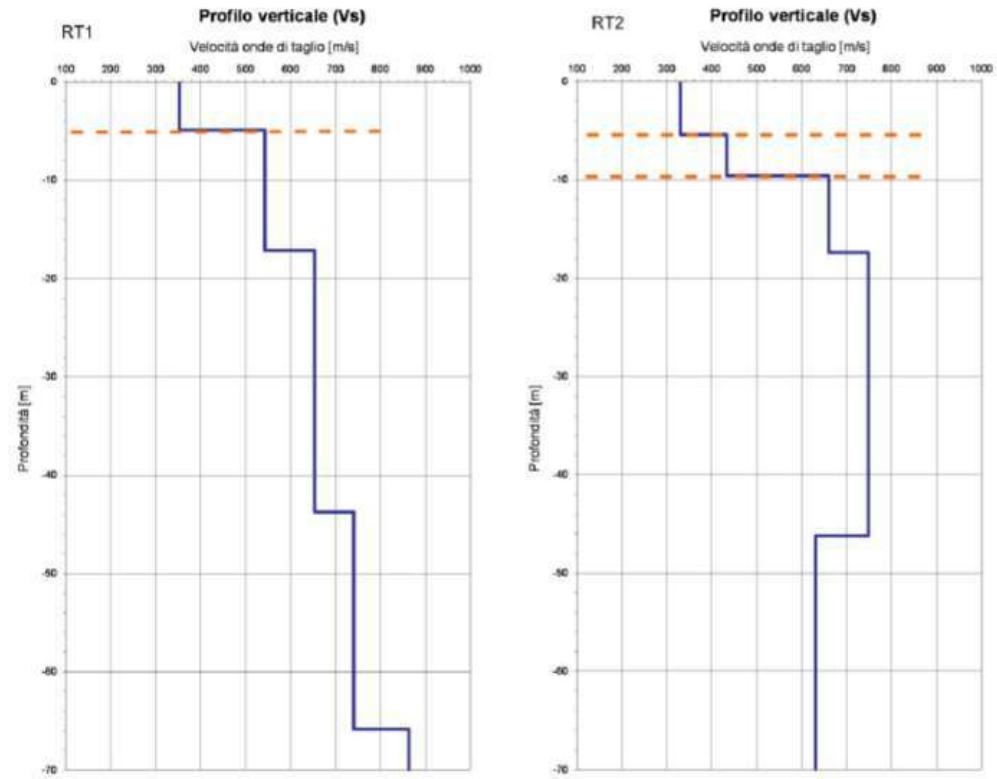


Figura 9 - Correlazione laterale modelli Vs tarature esterno cava – ReMi T1 – T2

3 CARATTERIZZAZIONE E MODELLO GEOTECNICO DEL VOLUME SIGNIFICATIVO

3.1 Caratterizzazione dei terreni

Le informazioni di dettaglio sulle caratteristiche litologico-stratigrafiche dei terreni in esame sono state estrapolate dalle risultanze della misura sismiche passive descritte precedentemente (ReMi).

Adottando la relazione empirica proposta da Uma Maheswari et Al. (2010), secondo la quale $V_s = 95.64(N)^{0.301}$, è stato possibile stimare il valore di N_{SPT} dal profilo di velocità V_s per ciascuno dei sismostrati individuati all'interno del volume significativo (**Figura 10**):

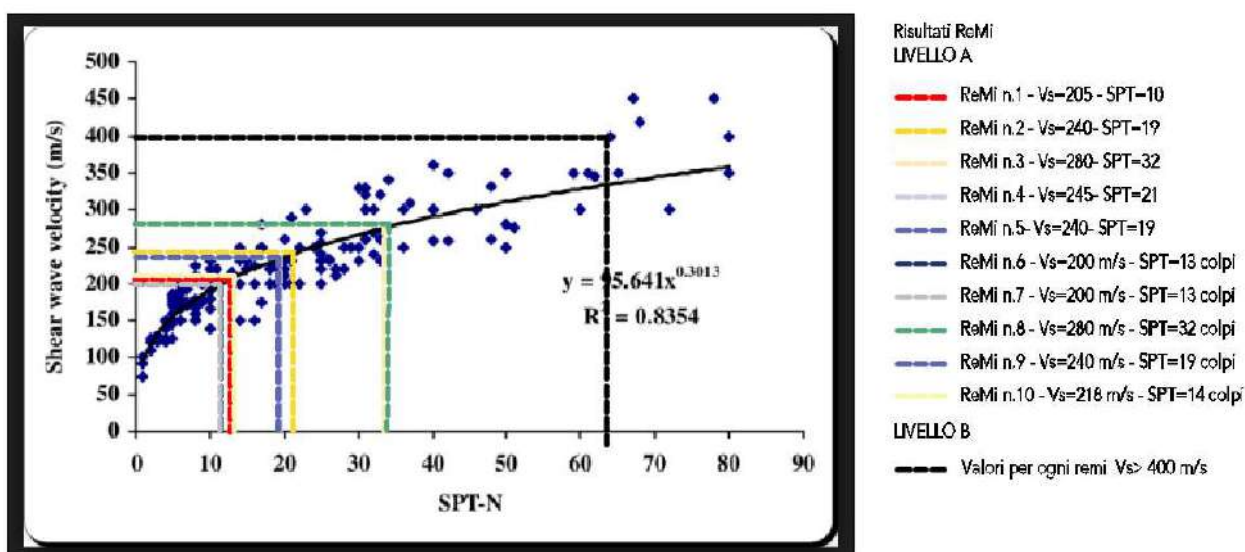


Figura 10 - Relazione SPT_N / V_s (Maheswari et. Alt, 2010)

Il livello B è caratterizzato da $V_s \sim 400$ m/s in tutte le verticali investigate, mentre il livello A si presenta meno omogeneo sia in termini di V_s che di spessore; pertanto, considerata la necessità di effettuare una stima conservativa, per questo livello viene assunto come rappresentativo $V_s = 230$ m/s.

I sismostrati individuati, quindi, possono essere considerati rappresentativi di due livelli geotecnici denominati rispettivamente Livello A e Livello B:

- **livello A, costituito da terreni di riporto** e presente con uno spessore variabile da circa 2 a 4 m, è caratterizzato da $V_s = 230$ m/s, a cui corrisponde $N_{SPT} \sim 20$ colpi (terreno moderatamente addensato);

- **livello B, costituito da ghiaie** e presente dalla base del livello A fino al raggiungimento del bedrock, è caratterizzato da $V_s > 400$ m/s; in questo caso può essere assunto $N_{SPT} > 50$ colpi (terreno molto addensato);

Vista la composizione granulometrica, questi intervalli vengono caratterizzati assumendo che tali materiali abbiano un comportamento prevalentemente attritivo.

I parametri presi in considerazione per la definizione del modello geotecnico relativo al volume significativo sono i seguenti:

- γ_{nat} (Meyerhof);
- D_r (Jamiolkowski, 1988);
- φ' (Wolff, 1989);
- E' (Tan et Al., 1991);

I valori assegnati a tali parametri sono riportati nel paragrafo successivo “Modello geotecnico del volume significativo”.

4 Modello geotecnico del volume significativo

L'Eurocodice 7 ("Eurocode 7: Geotechnical design - Part 1: General rules"), introduce il concetto dei valori caratteristici dei parametri geotecnici. Il valore caratteristico, inteso come una stima cautelativa del parametro che influenza l'insorgere dello stato limite in considerazione, dovrà essere utilizzato in qualsiasi tipo di verifica geotecnica, che si tratti di SLU (stati limite ultimi ovvero potenziale presenza di una superficie di rottura) o di SLE (stati limite di esercizio ossia deformazioni di tipo elastico o di consolidazione a prescindere dallo stato di rottura). Lo stesso concetto fa parte della più ampia trattazione agli stati limite (SL), volta ad armonizzare la progettazione strutturale con quella geotecnica.

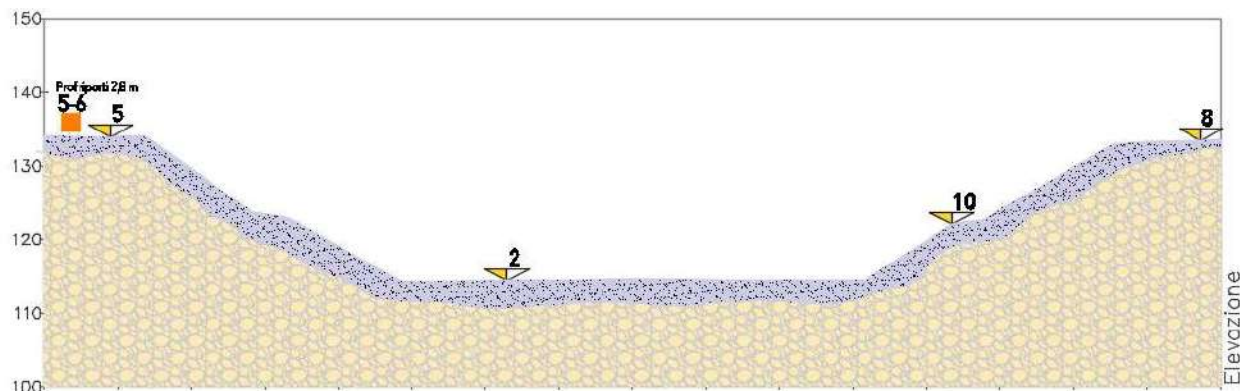
Ai fini della caratterizzazione dei terreni, occorre fare riferimento al volume significativo, ovvero al volume entro il quale l'incremento della tensione verticale efficace $\Delta\sigma'_v(z)$ eccede di oltre il 10 % la tensione verticale efficace preesistente $\sigma'_{vo}(z)$ in assenza di sovraccarichi: $\Delta\sigma'_v \geq 1/10 \sigma'_{vo}(z)$. Il volume significativo da indagare è costituito dalla massa di terreno entro il quale si risentono gli effetti delle azioni e/o delle deformazioni.

Riepilogando quanto descritto precedentemente, si afferma che il modello geotecnico rappresentativo comprende complessivamente 2 livelli omogenei dal punto di vista delle caratteristiche fisico-meccaniche e di deformabilità dei materiali.

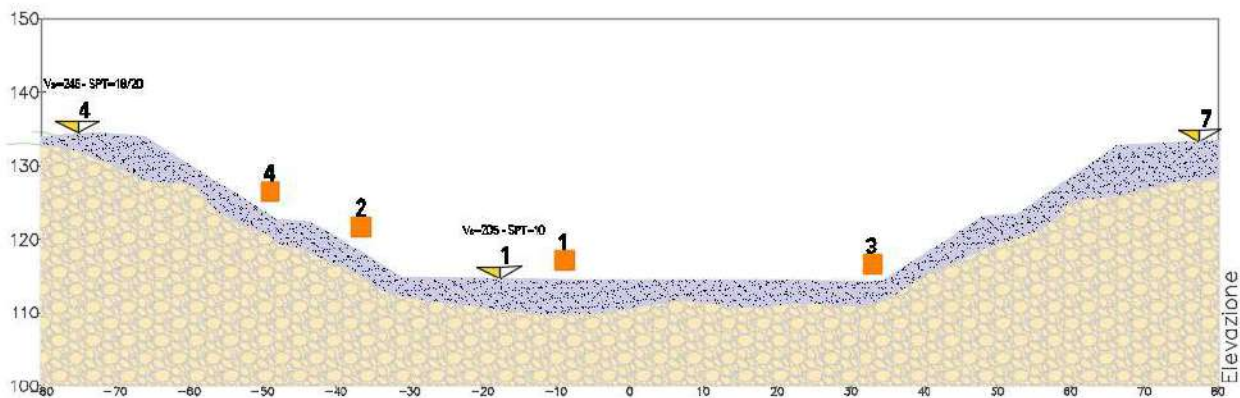
LIVELLO	Vs [m/s]	$\gamma_{nat k}$ [KN/mc]	ϕ'_k [°]	DR _k [%]	E' _k [MPa]
A	230	19.5	33.0	35.0	10.0
B	>400	21.0	38.0	80.0	50.0

Tabella 1 - Modello geotecnico all'interno del volume significativo

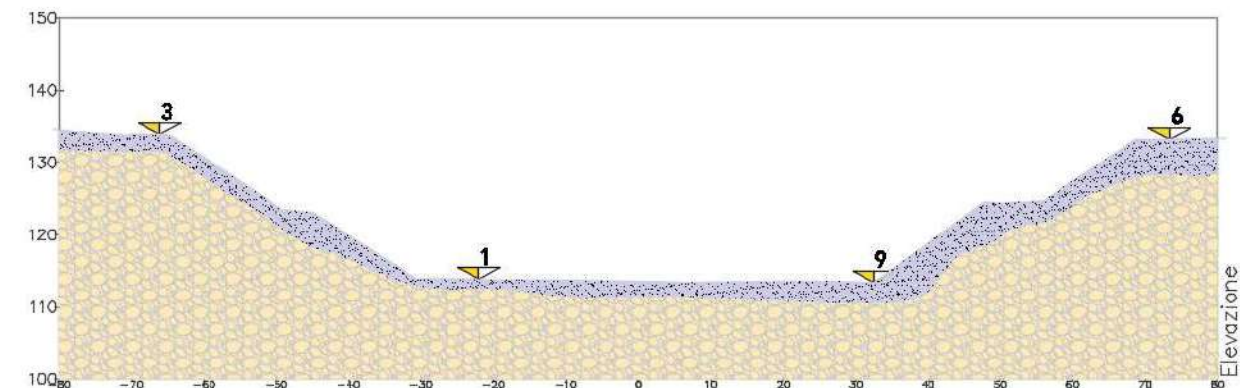
T1
 S10
 Q.R.=100.00



T1
 S22
 Q.R.=100.00



T1
 S35
 Q.R.=100.00



MODELLO GEOTECNICO ALL' INTERNO DEL VOLUME SIGNIFICATIVO						
LIVELLO	Vs [m/s]	NSPT [N. colpi]	γ_{sat} [KN/m ³]	ϕ^k [°]	Drk [%]	E ^k [MPa]
A	230	19.5	—	33.0	35.0	10.0
B	>400	21.0	—	36.0	80.0	50.0

5 RELAZIONE SULLA PERICOLOSITÀ SISMICA

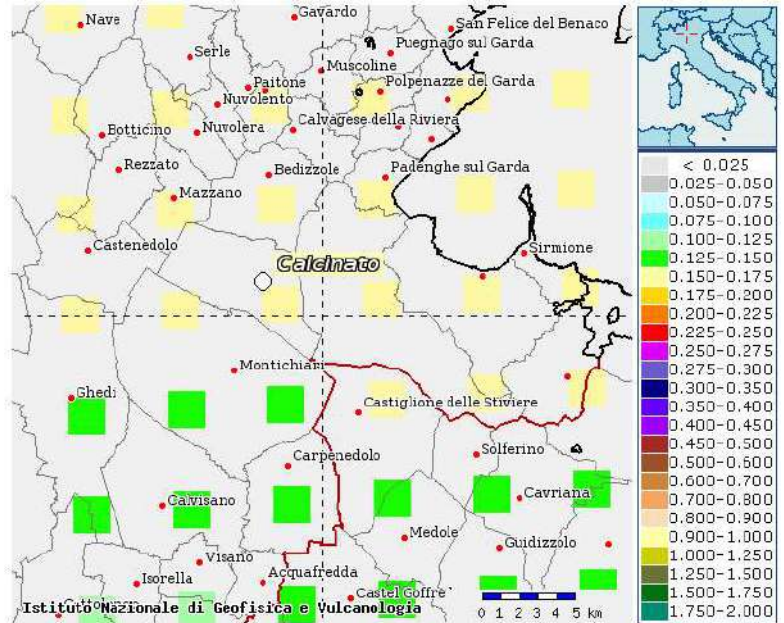
5.1 Valore di PGA e Magnitudo attesa

Le Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2018) fanno riferimento ad un lavoro dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia per quanto concerne la valutazione della pericolosità sismica del territorio nazionale (<http://esse1-gis.mi.ingv.it/>).

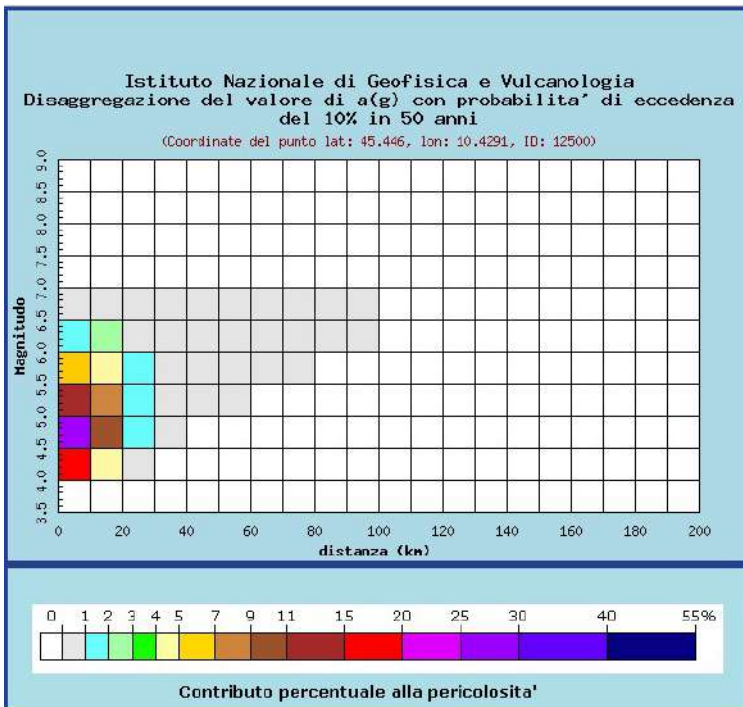
Le coordinate del sito di interesse sono le seguenti (sistema ED 50):

LAT 45.465318, LNG 10.367366

La figura, tratta dal sistema testé de-



scritto, mostra che il valore massimo della PGA su roccia nella zona di interesse, corrispondente ad una probabilità del 10% in 50 anni, può essere compresa tra i valori 0.150 - 0.175.



Con lo stesso applicativo è possibile anche effettuare una procedura che consente di determinare i parametri del terremoto che maggiormente influenzano la pericolosità sismica del sito considerato (disaggregazione della pericolosità sismica).

La disaggregazione (o deaggregazione) della pericolosità sismica consente

inoltre di valutare i contributi di diverse sorgenti sismiche alla pericolosità di un sito.

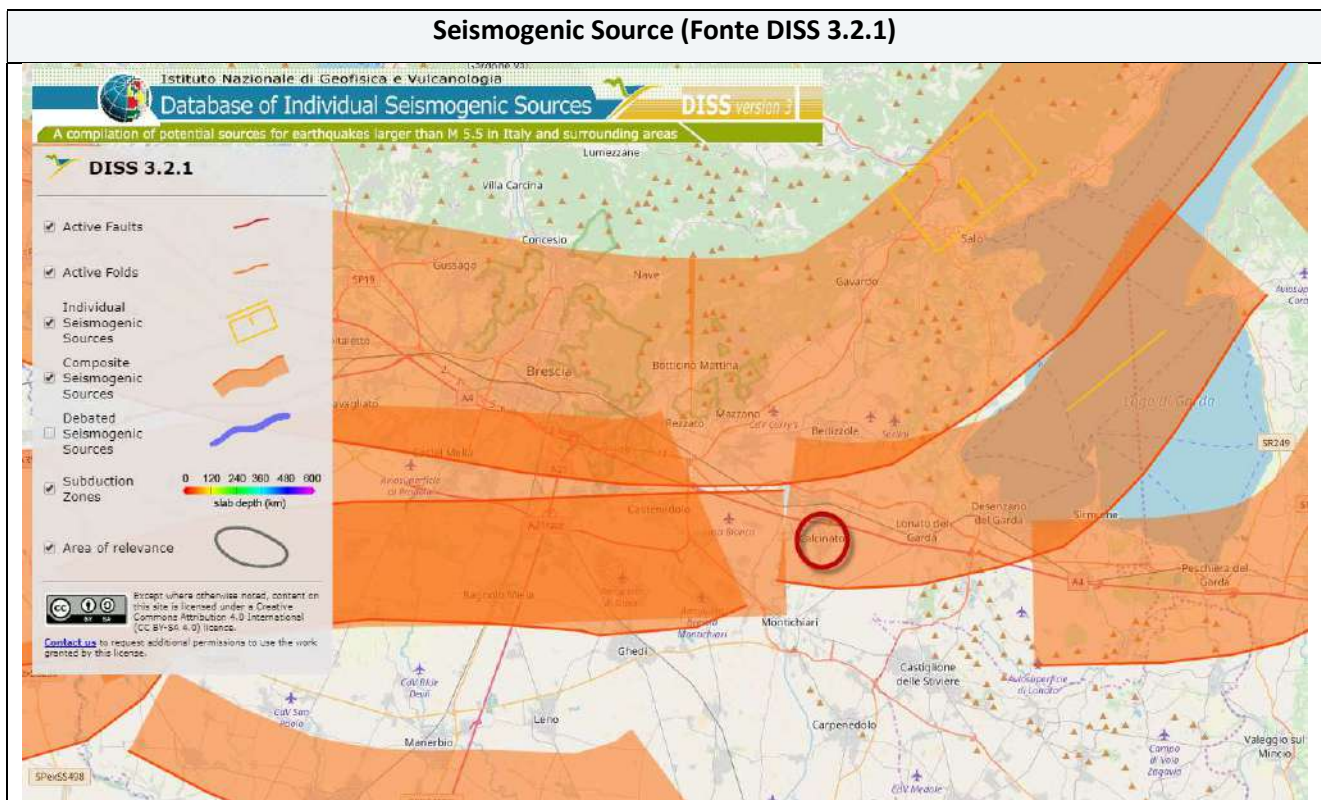
La forma più comune di disaggregazione è quella bidimensionale in Magnitudo e Distanza ($M-R$) che permette di definire il contributo di sorgenti sismogenetiche a distanza R capaci di generare


terremoti di magnitudo M. In altri termini si può affermare che il processo di disaggregazione in M-R fornisce il terremoto che domina lo scenario di pericolosità (terremoto di scenario o di riferimento) inteso come l'evento di magnitudo M a distanza R dal sito oggetto di studio che contribuisce maggiormente alla pericolosità sismica del sito stesso.

Da tale analisi risulta che la magnitudo attesa è $M \approx 5.0$ con distanza epicentrale pari a circa 9.7 Km (disaggregazione del valore di a(g), Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia).

Un altro strumento molto interessante per un inquadramento dell'area sotto il profilo sismogenetico è il DISS "Database of Individual Seismogenic Sources", realizzato dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia.

Il DISS contiene molte informazioni sulle sorgenti sismogenetiche italiane con un potenziale per terremoti di $M \geq 5.5$, oltre a dati geografici, sismologici, geologici e tettonici. Da questo applicativo si evince che il territorio del Comune di Calcinato è compreso all'interno della banca dati di faglie sismogenetiche dell'INGV, nella fascia ITCS113 Sirmione (**Figura 11**):





Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

Database of Individual Seismogenic Sources

DISS version 3


User: Guest | [LOGIN](#)

[HOME](#)
[MAP](#)
[SEARCH](#)
[HELP](#)

COMPOSITE SEISMOGENIC SOURCES ?

[COMMENTARY](#)
[PICTURES](#)
[REFERENCES](#)
[USER COMMENTS](#)

GENERAL INFORMATION

DISS-ID	ITCS113
Name	Sirmione
Compiler(s)	Burrato P.(1)
Contributor(s)	Burrato P.(1), D'Ambrogio C.(2), Maesano F.E.(1)
Affiliation(s)	1) Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia; Sismologia e Tettonofisica; Via di Vigna Murata, 605, 00143 Roma, Italy 2) Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale; Servizio Geologico d'Italia; Via Vitaliano Brancati, 48, 00144 Roma, Italy
Created	01-Apr-2015
Updated	01-Apr-2015
Display map ...	
Related sources	

PARAMETRIC INFORMATION

PARAMETER	QUALITY	EVIDENCE
Min depth [km]	2.0	OD Based on subsurface geological and geophysical data from various authors.
Max depth [km]	7.0	OD Based on subsurface geological and geophysical data from various authors.
Strike [deg] min... max	220...275	OD Based on subsurface geological and geophysical data from various authors.
Dip [deg] min... max	25...45	OD Based on subsurface geological and geophysical data from various authors.
Rake [deg] min... max	70...100	EJ Inferred from geological and active stress data.
Slip Rate [mm/y] min... max	0.1...0.5	EJ Unknown, values assumed from geodynamic constraints.
Max Magnitude [Mw]	6.0	EJ Assumed from regional seismological data.

LD=LITERATURE DATA; OD=ORIGINAL DATA; ER=EMPIRICAL RELATIONSHIP; AR=ANALYTICAL RELATIONSHIP; EJ=EXPERT JUDGEMENT;

ACTIVE FAULTS

ACTIVE FOLDS

COMMENTARY

GEOLOGICAL
GEOPHYSICAL
SOURCES

INDIVIDUAL
SEISMOGENIC
SOURCES

COMPOSITE
SEISMOGENIC
SOURCES

DEBATED
SEISMOGENIC
SOURCES

SUBDUCTION
ZONES

USER
COMMENTS




Figura 11 Stralcio Seismogenic Source dell'area in oggetto - ITCS113 Sirmione

5.2 Classe di sottosuolo e condizioni topografiche.

La modalità di determinazione delle azioni sismiche rappresenta una delle principali novità del nuovo testo normativo che abbandona il concetto di “Zone Sismiche”. Una volta calcolata la pericolosità sismica di base è necessario tener conto delle condizioni litologiche e morfologiche locali che influiscono in modo determinante sulle caratteristiche del moto del suolo in superficie. Ai fini della definizione dell’azione sismica di progetto, l’effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi, da eseguire con le modalità indicate nel § 7.11.3 delle NTC 2018. In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio, V_S . I valori di V_S sono stati ottenuti mediante le indagini sismiche. La classificazione del sottosuolo è stata effettuata sulla base delle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{S,eq}$ (in m/s), definita dall’espressione:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

con:

- h_i spessore dell’ i -esimo strato;
- $V_{S,i}$ velocità delle onde di taglio nell’ i -esimo strato;
- N numero di strati;
- H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_S non inferiore a 800 m/s.

I valori calcolati di $V_{s_{eq}}$ sono di seguito riepilogati:

PROFILO VS (ReMi R1)			PROFILO VS (ReMi R2)			PROFILO VS (ReMi R3)			PROFILO VS (ReMi R4)			PROFILO VS (ReMi R5)		
N. strato	Prof. [m]	Vs [m/s]	N. strato	Prof. [m]	Vs [m/s]	N. strato	Prof. [m]	Vs [m/s]	N. strato	Prof. [m]	Vs [m/s]	N. strato	Prof. [m]	Vs [m/s]
1	1,5	210,2	1	2	236,6	1	2,4	291,4	1	2,4	248,5	1	2	236,6
2	4,4	330,3	2	4,2	493	2	3,8	441	2	3,8	426,2	2	4,2	445,5
3	7,4	595,6	3	5,9	553	3	3,8	392	3	3,8	381,8	3	5,9	365,6
4	15,1	645,6	4	16,3	586	4	11,5	617	4	11,5	627,6	4	16,3	615,8
5	1,6	621,7	5	1,6	621,7	5	8,5	602	5	8,5	602,5	5	1,6	586,2
6			6			6			6			6		
7			7			7			7			7		

H =	30
$V_{s_{eq}}$ =	510

H =	30
$V_{s_{eq}}$ =	517

H =	30
$V_{s_{eq}}$ =	506

H =	30
$V_{s_{eq}}$ =	640

H =	30
$V_{s_{eq}}$ =	475

PROFILO VS (ReMi R6)			PROFILO VS (ReMi R7)			PROFILO VS (ReMi R8)			PROFILO VS (ReMi R9)			PROFILO VS (ReMi R10)		
N. strato	Prof. [m]	Vs [m/s]	N. strato	Prof. [m]	Vs [m/s]	N. strato	Prof. [m]	Vs [m/s]	N. strato	Prof. [m]	Vs [m/s]	N. strato	Prof. [m]	Vs [m/s]
1	2,4	186,3	1	2,4	186,3	1	1,2	278,1	1	0,6	245	1	1,2	214,4
2	3,8	214,4	2	3,8	239,6	2	3,9	399,5	2	2,3	222	2	3,9	241,1
3	3,8	356,2	3	3,8	423,2	3	1,5	325,5	3	1,4	337	3	1,5	359,6
4	11,5	737,2	4	11,5	734,3	4	7,8	476,6	4	7	593	4	7,8	593,6
5	8,5	584,7	5	8,5	643,9	5	15,6	750	5	18,7	747	5	15,6	729
6			6			6			6			6		
7			7			7			7			7		

H =	30
$V_{s_{eq}}$ =	420

H =	30
$V_{s_{eq}}$ =	451

H =	30
$V_{s_{eq}}$ =	537

H =	30
$V_{s_{eq}}$ =	558

H =	30
$V_{s_{eq}}$ =	496

Dagli approfondimenti di secondo livello condotti ai sensi dell'allegato 5 alla dgr 9/2616, è emersa la necessità di utilizzare in fase progettuale la categoria C anziché la categoria B stimata con la metodologia sopra descritta.

Considerando anche l'assetto topografico del sito, caratterizzato da una morfologia tendenzialmente blanda, le condizioni locali dal punto di vista dell'amplificazione sismica (litologica e morfologica) possono essere riassunte nei seguenti punti:

Categoria di sottosuolo (Tab. 3.2.II NTC 2018)	Categoria topografica (Tab. 3.2 III NTC 2018)
C	T1

5.3 Verifica a liquefazione

Il fenomeno della liquefazione dinamica assume una particolare pericolosità in presenza di materiali granulari poco addensati saturi. Il terremoto può infatti determinare una densificazione del materiale, per collasso della struttura aperta e, di conseguenza, generare elevati valori di pressione interstiziale che possono dar luogo a fenomeni di liquefazione. In tali situazioni si ha la totale perdita di resistenza al taglio del materiale che può quindi colare come un fluido anche su pendenze molto modeste.

Il meccanismo della liquefazione dipende sia dalle caratteristiche relative al sisma (magnitudo, durata, distanza dall'epicentro, accelerazione massima al sito), che da quelle del terreno (distribuzione granulometrica, uniformità, saturazione, densità relativa, numero di colpi della prova SPT, pressioni efficaci di confinamento, stato tensionale in situ iniziale, etc.).

Ai sensi della normativa regionale vigente in Lombardia (Tabella 1 p.to 2.1 Allegato 5 D.G.R. IX/2616), nel caso di scenari PSL di tipo Z2 soggetti a fenomeni di liquefazione occorre effettuare approfondimenti relativi agli aspetti sismici (App5), secondo lo schema riportato nel "modulo 9" allegato alla DGR 30 marzo 2016 – n. X/5001. Tale approfondimento si articola in tre gradi:

1° Grado – Si procede con l'acquisizione delle conoscenze minime corrispondenti alle circostanze previste dalle NTC 2018;

2° Grado – viene effettuato qualora venga accertata la presenza di fattori scatenanti e predisponenti mediante gli approfondimenti del grado precedente; consistono nella stima del coefficiente di sicurezza alla liquefazione (FL) tramite applicazione puntuale di metodi storico-empirici ad almeno tre diverse profondità ritenute significative;

3° Grado - viene effettuato qualora venga accertata la presenza di fattori scatenanti e predisponenti mediante gli approfondimenti del grado precedente; consiste nella stima dell'andamento del coefficiente di sicurezza alla liquefazione con la profondità tramite applicazione di metodi storico-empirici e calcolo del potenziale di liquefazione IL valido per una profondità critica almeno pari al volume significativo di sottosuolo.

La verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze [NTC18 – 7.11.3.4.2]:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $qc1N > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e $qc1N$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Fig. 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ e in Fig. 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

Nel sito in esame la profondità media stagionale della falda è superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali, pertanto, la verifica a liquefazione può essere omessa in quanto viene soddisfatta una delle condizioni sopra elencate.

5.4 Pericolosità Sismica Locale

5.4.1 Considerazioni generali

Per l'analisi della sismicità del sito considerato oltre alla normativa nazionale si è fatto riferimento ai metodi contenuti nella D.G.R. n. IX/2616 del 30 novembre 2011 e ss.mm. e ii., secondo i quali, in merito alla valutazione della pericolosità sismica locale, sono previsti tre livelli di approfondimento:

- il 1° livello consiste nell'individuazione delle aree passibili di amplificazione sismica e instabilità sulla base di dati geologici e geomorfologici;
- il 2° livello fornisce la stima della risposta sismica dei terreni in termini di "Fattore di amplificazione Fa" mediante una valutazione semi-quantitativa degli effetti di amplificazione attesi nelle zone individuate nel livello precedente (1° Livello);
- il 3° livello si basa su indagini approfondite e viene eseguito in fase progettuale solo in alcuni casi specifici.

Le analisi di 1° livello basate su un approccio di tipo qualitativo, rappresentano uno studio propedeutico ai successivi livelli di approfondimento e consentono di individuare le zone ove i diversi effetti prodotti dall'azione sismica sono prevedibili sulla base di osservazioni e dati quali: cartografia topografica, cartografia geologica, risultati di indagini geognostiche, geofisiche e geotecniche, dati idrologici e idrogeologici ecc.. Per la costruzione della carta tematica si tiene conto degli scenari di pericolosità sismica locale indicati nella Tabella 1 dell'Allegato 5 ai criteri attuativi della l.r.12/05 e s.m.i.. La carta della PSL rappresenta la base per l'eventuale applicazione dei successivi livelli di approfondimento, in particolare il 2° livello si applica a tutti gli scenari qualitativi suscettibili di amplificazioni sismiche (zone Z3 e zone Z4) e riguarda le costruzioni il cui uso prevede normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali, industrie con attività non pericolose, reti viarie e ferroviarie la cui interruzione non provoca situazioni di emergenza. La procedura consiste in un approccio di tipo semiquantitativo e fornisce la stima quantitativa della risposta sismica dei terreni in termini di valore di Fattore di amplificazione (Fa); gli studi sono condotti con metodi quantitativi semplificati, validi per la valutazione delle amplificazioni litologiche e morfologiche e sono utilizzati per zonare l'area di studio in funzione del valore di Fa. Infine il 3° Livello si applica in fase progettuale nei seguenti casi:

- quando, a seguito dell'applicazione del 2° livello, si dimostra l'inadeguatezza della normativa sismica nazionale all'interno degli scenari PSL caratterizzati da effetti di amplificazioni morfologiche e litologiche (zone Z3 e Z4 della Tabella 1 dell'Allegato 5 alla D.G.R. n. 9/2616 del 30/11/2011);
- in presenza di aree caratterizzate da effetti di instabilità, cedimenti e/o liquefazione (zone Z1 e Z2), nelle zone sismiche 2 e 3 per tutte le tipologie di edifici.

Nel corso dello studio geologico per il PGT sono state condotte le analisi di primo e secondo livello. Tuttavia, nell'ambito del presente lavoro viene eseguita nuovamente l'analisi di secondo livello utilizzando i dati disponibili derivati dalle indagini in sito.

5.4.2 Analisi 1° livello.

Dall'analisi della Carta della Pericolosità Sismica Locale allegata al PGT vigente (**Figura 12** - *Carta della Pericolosità Sismica Locale (estratto Tav. 07 componente geologica del PGT vigente)*), risulta che l'area di indagine ricade in un'area interessata dallo scenario Z4a (*amplificazione litologica*) – *zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi.*

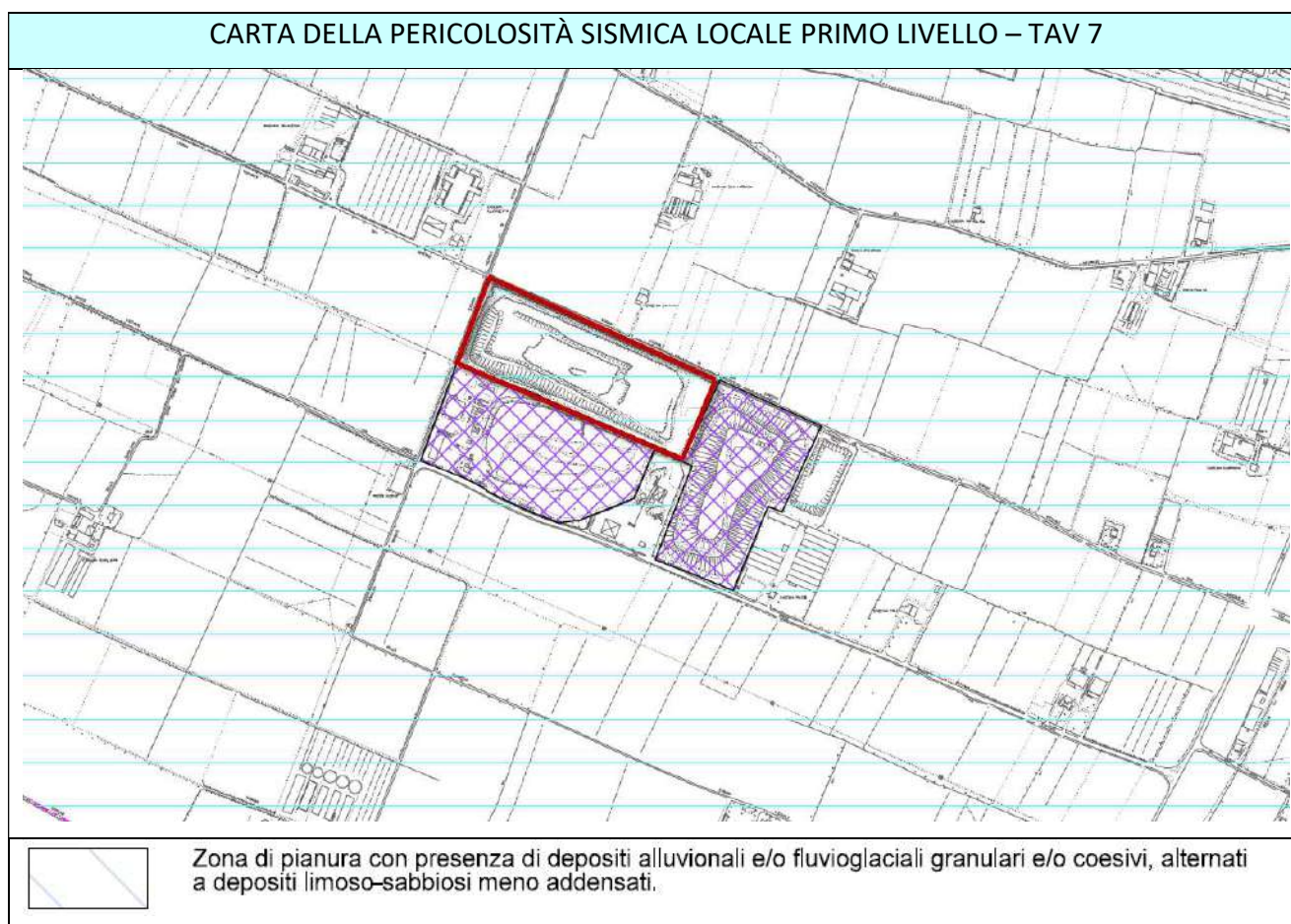


Figura 12 - *Carta della Pericolosità Sismica Locale (estratto Tav. 07 componente geologica del PGT vigente)*

5.4.3 Analisi 2° livello.

Effetti litologici. L'assetto litologico dell'area è stato ricostruito tenendo conto dei dati ufficiali e dei risultati delle indagini condotte in sito, mentre per la caratterizzazione dei terreni dal punto di vista sismico e quindi per la stima dei valori di Vs necessari per calcolare il periodo proprio del sito T si è usata la tecnica di indagine basata sulla misura a stazione singola del tremore sismico.

L'individuazione e la conseguente caratterizzazione dei sismostrati, in termini di spessore e valori di Vs, è funzionale alla determinazione del periodo proprio T da utilizzare per la stima del Fattore di amplificazione Fa mediante le schede di riferimento e le indicazioni contenute nell'allegato 5 della L.R. 11 marzo 2005, n. 12 e ss.mm.ii.

Il valore di Fa si riferisce agli intervalli di periodo tra 0.1-0.5 s (nostro caso fino a 5 piani): l'intervallo tra 0.1-0.5 s si riferisce a strutture relativamente basse, regolari e piuttosto rigide (D.G.R. 2018, n. 8/7374 e ss. mm. ii.):

Comune	Classe di suolo/Fa soglia			
	B	C	D	E
Calcinato	1.5	1.9	2.3	2.0

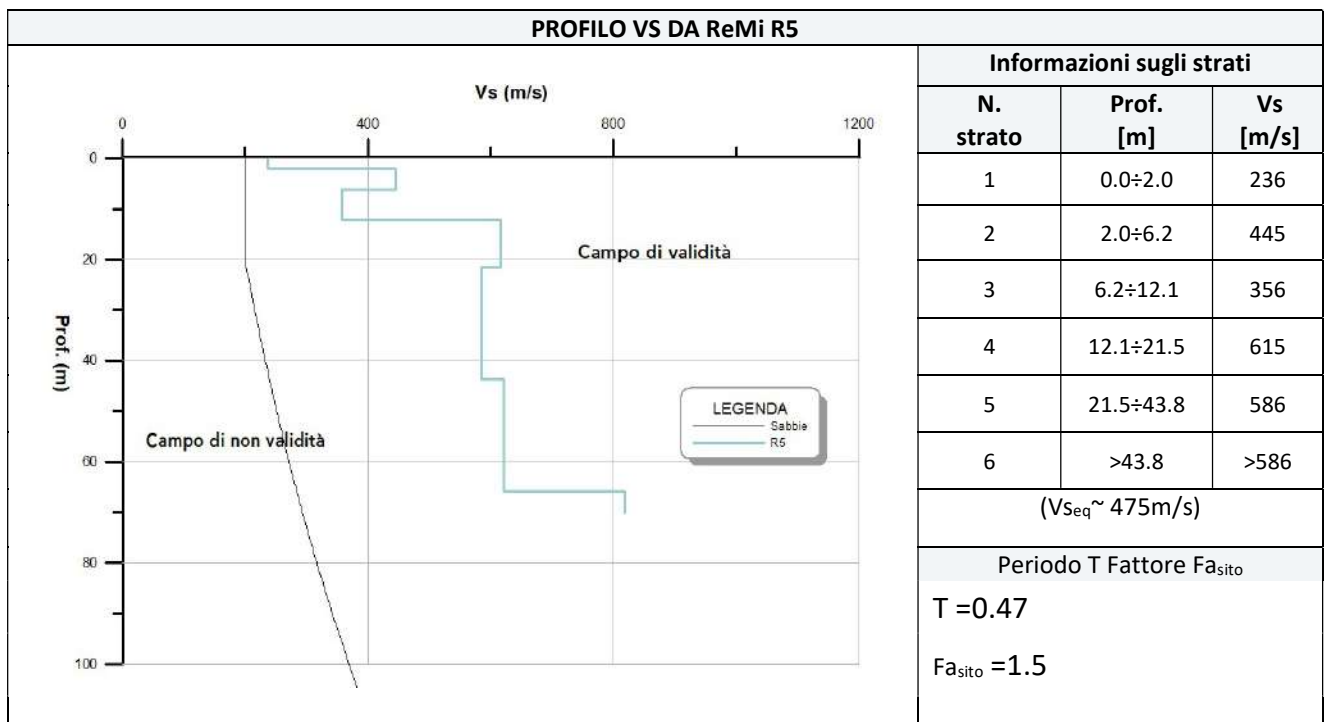
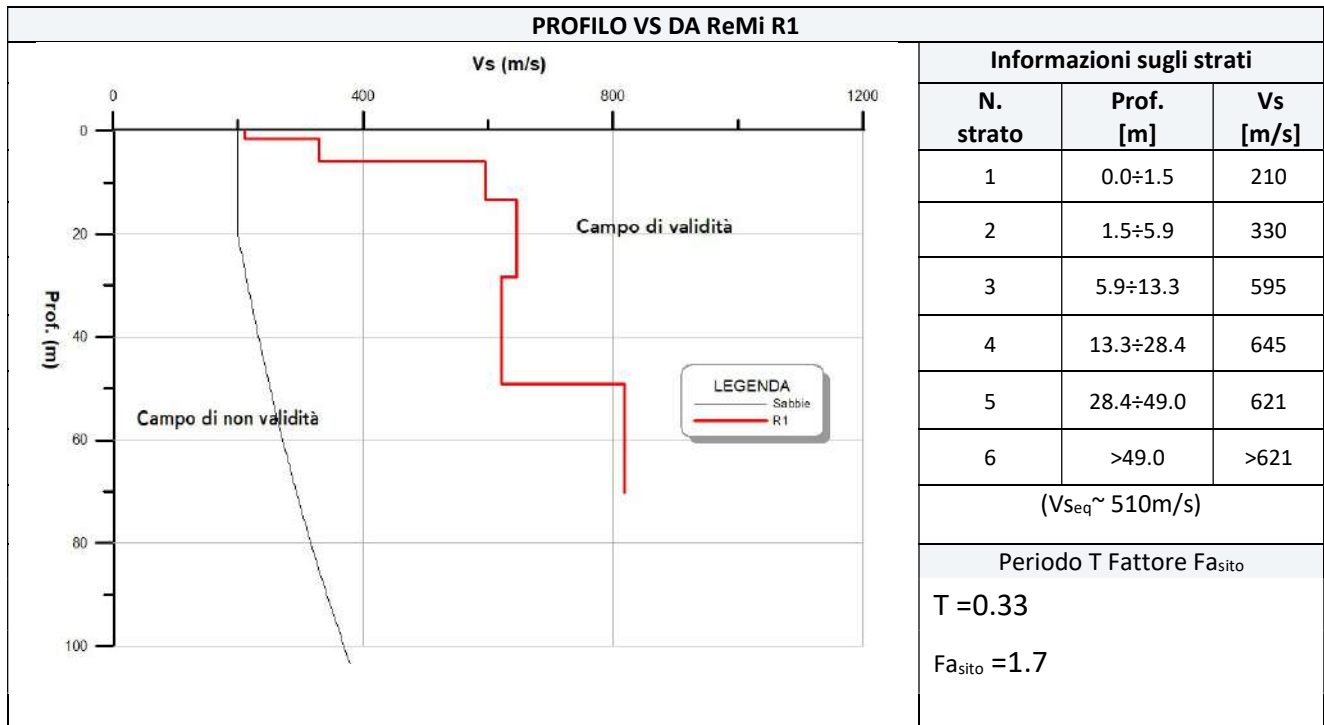
Periodo proprio del terreno e stima di Fa. Nell'ambito del presente studio, è stata adottata una tecnica analitica che genera un profilo di velocità delle onde di taglio (Vs in funzione della profondità).

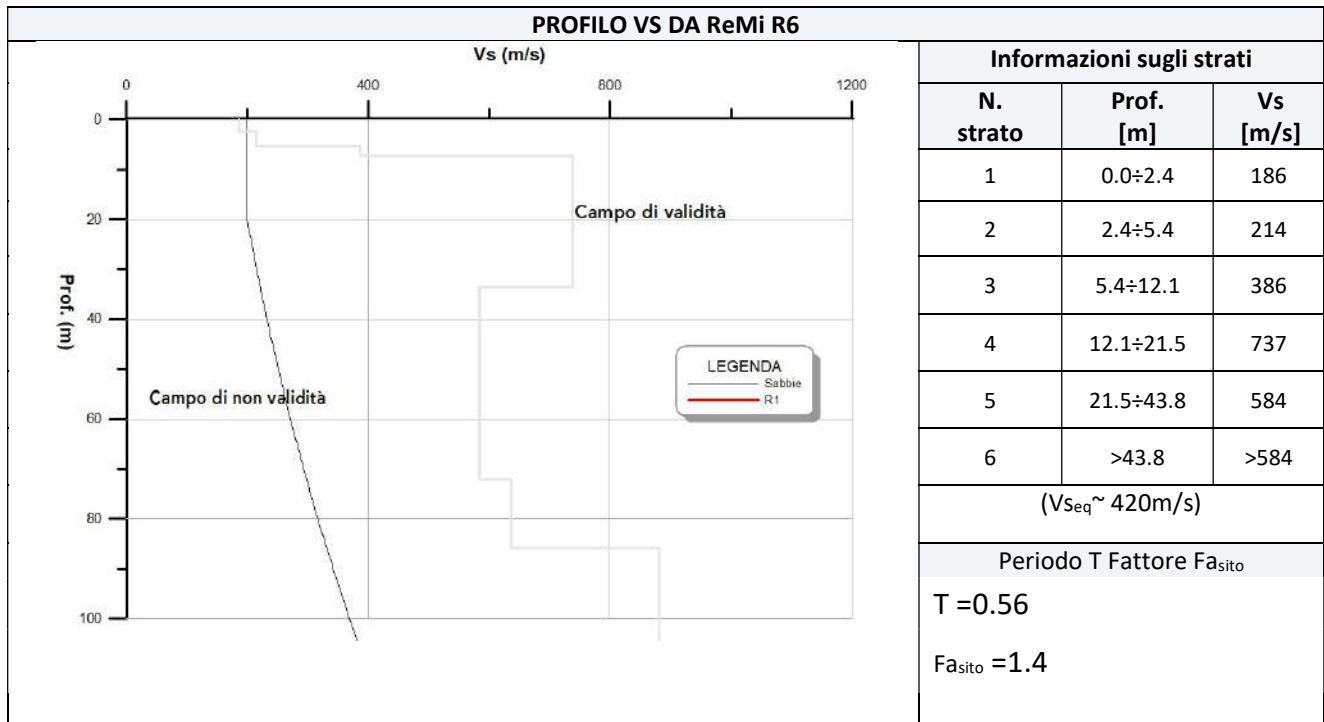
Adottando la procedura semplificata della regione Lombardia, basata sul profilo delle Vs è stato possibile determinare il periodo di vibrazione propria del terreno T, necessario per la stima del valore di Fa.

$$T = \frac{4x \sum_{i=1}^n h_i}{\left(\frac{\sum_{i=1}^n V_{s_i} x h_i}{\sum_{i=1}^n h_i} \right)}$$

Una volta determinato il periodo T è possibile scegliere la curva litologica di riferimento per procedere con la stima di Fa.

Nel caso specifico, per procedere con la stima di F_a , vengono scelte come rappresentative le tre prove R1, R5 e R6; tenuto conto, inoltre, della litologia prevalente dei materiali presenti in sito si è ritenuto opportuno scegliere la “SCHEDA SABBIOSA” come scheda di riferimento per la suddetta valutazione, scheda ritenuta valida sia per quanto riguarda l’andamento della V_s con la profondità sia per quanto riguarda la distribuzione granulometrica della litologia prevalente e il comportamento meccanico dei depositi sottoposti a sollecitazioni cicliche.





Secondo quanto previsto nell'All. 5 alla D.G.R. 9/2616 del 30/11/2011 (par. 2.2.2), i valori soglia da utilizzare per il confronto con i valori di Fa_{sito} calcolati vanno considerati con una variabilità +0.1,

Riepilogando si ha:

- **ReMi R1 - Fa_{calcolato} (1.7) > Fa_{soglia} (1.5)**
- **ReMi R5 - Fa_{calcolato} (1.5) = Fa_{soglia} (1.5)**
- **ReMi R6 - Fa_{calcolato} (1.4) < Fa_{soglia} (1.5)**

Nel caso in esame, pertanto, il valore di Fa_{calcolato} nella zona passibile di amplificazione sismica locale supera i valori di soglia fissati dalla normativa solo nella sezione R1. Pertanto, in conformità alle disposizioni legislative vigenti e in via conservativa, si consiglia di *utilizzare anziché lo spettro della categoria di suolo B quello della categoria di suolo C.*

In alternativa è necessario eseguire approfondimenti di 3° livello.

6 VERIFICHE DI STABILITA' FINALIZZATE ALLA VALIDAZIONE DEL MODELLO GEOTECNICO

Le verifiche di sicurezza delle opere di consolidamento sono state eseguite secondo le prescrizioni delle NTC (§ NTC 6.3, 6.5, 6.6 e circolari CSLP), in base alle quali la verifica di stabilità globale dell'insieme terreno-opera deve essere effettuata secondo l'**Approccio 1 - Combinazione 2** (A2+M2+R2):

Le condizioni di sicurezza sono state eseguite utilizzando i valori caratteristici dei parametri di resistenza (c'_k e ϕ'_k).

L'obiettivo è quello di stimare i coefficienti di sicurezza FS dati dal rapporto tra la resistenza al taglio disponibile lungo le superfici di scorrimento cinematicamente possibili, e lo sforzo di taglio mobilitato lungo di esse, al fine di ricercare la superficie critica alla quale corrisponde il grado di sicurezza più basso.

Il livello di sicurezza è espresso come rapporto tra la resistenza al taglio disponibile, presa con il suo valore caratteristico, e lo sforzo di taglio mobilitato lungo la superficie di scorrimento effettiva o potenziale.

I metodi di calcolo più utilizzati nella pratica per le verifiche di stabilità sono quelli basati sul principio dell'equilibrio limite. L'applicazione di tali metodi presuppone la ricerca per tentativi (con metodi casuali-random) o la scelta a priori della superficie potenziale di rottura. I vari metodi utilizzati (criteri di rottura lineari di Mohr Coulomb) per ottenere tale valutazione si basano sulla suddivisione della massa potenziale di scivolamento in più settori (conci) verticali, usando sommatorie in luogo degli integrali, ipotizzando che il coefficiente di sicurezza sia lo stesso per ogni concio e considerando l'equilibrio di ciascuno di loro, attraverso la valutazione del rapporto tra momento stabilizzante e momento ribaltante. Si tratta dei classici metodi utilizzati nella Meccanica dei Terreni e delle rocce, come quelli di Janbu semplificato e corretto, Bishop, Ordinario-Fellenius, GLE etc.

Nel caso in esame sono stati utilizzati i metodi di Bishop, Spencer e GLE, mentre nelle tabelle riassuntive si riportano solo i valori più conservativi.

Le verifiche di sicurezza sono state condotte sia in condizioni statiche che in condizioni sismiche:

CONDIZIONI STATICHE: I carichi permanenti (terreno) rimangono invariati. Per la verifica si utilizzano i valori caratteristici delle proprietà meccaniche dei terreni.

CONDIZIONI SISMICHE (metodo pseudo statico): La condizione di stato limite ultimo è riferita al cinematisimo di collasso critico, caratterizzato dal più basso valore del coefficiente di sicurezza, F_s , definito come rapporto tra resistenza al taglio disponibile e sforzo di taglio mobilitato lungo la superficie di scorrimento (effettiva o potenziale) ($F_s = \tau_s / \tau_m$).

I carichi, anche quelli variabili, rimangono invariati. Nei metodi pseudo statici l'azione sismica è rappresentata da un'azione statica equivalente, costante nello spazio e nel tempo, proporzionale al peso W del volume di terreno potenzialmente instabile. Tale peso dipende dalle caratteristiche del moto sismico atteso nel volume di terreno potenzialmente instabile e dalla capacità di tale volume di subire spostamenti senza significative riduzioni di resistenza. Nelle verifiche allo stato limite ultimo, è possibile esprimere le componenti orizzontale e verticale di tale forza con i rispettivi coefficienti sismici: K_h e K_v

$$K_h = \beta \cdot \frac{a_{max}}{g} \quad K_v = \pm 0.5 \cdot K_h$$

dove:

β_s = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al suolo

a_{ax} = accelerazione orizzontale massima attesa al sito.

g = accelerazione di gravità

L'instabilità in condizioni sismiche è governata da fenomeni:

- di tipo inerziale: la resistenza del terreno rimane sostanzialmente costante e le deformazioni permanenti sono prodotte dal temporaneo superamento della resistenza stessa da parte degli sforzi dinamici indotti dal sisma;
- per degradazione della resistenza: infatti il sisma riduce la resistenza del terreno, che non è quindi più in grado di mantenersi stabile sotto l'effetto degli sforzi indotti dal terremoto o anche solo dalle azioni statiche. Tali situazioni si presentano per terreni che sviluppano pressioni interstiziali elevate o subiscono rilevanti riduzioni di resistenza sotto l'effetto di carichi ciclici.
- dal punto di vista delle deformazioni si tratta di deformazioni importanti con $\phi = \phi_{cv}$
- l'incremento di pressione interstiziale e la perdita di rigidità dovranno essere tenuti in conto anche con i metodi pseudo-statici laddove l'azione sismica S_{ag} è maggiore di 0.15g."

questo fatto è stato tenuto in conto anche nella verifica in condizioni statiche ipotizzando di raggiungere le condizioni critiche

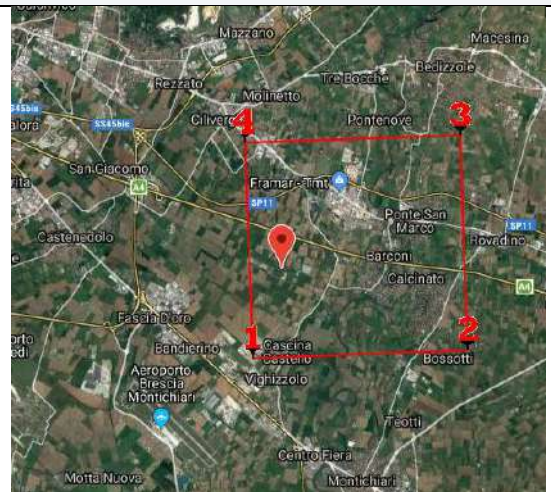
Le verifiche, in generale, prendono in considerazione una sezione tipo, ritenuta meno cautelativa rispetto alle altre, adottando superfici circolari generate casualmente con metodi random per la ricerca dei valori minimi di Fs.

Si precisa inoltre che le analisi sono state condotte nel seguente modo:

- a) ipotizzando terreni a umidità naturale, senza variazioni significative del regime delle pressioni interstiziali;
- b) imponendo la presenza di terreni considerati isotropi con limiti di ricerca assegnati e azione sismica (coefficienti K_h e K_v corrispondenti allo SLV).

Si precisa, inoltre, che i valori medi assegnati ai parametri del modello geotecnico sono stati assunti come caratteristici mediante una stima ragionata e cautelativa, facendo peraltro riferimento al grande volume interessato (Simonini et alii - e il valore di ϕ'_{crit} a meno della dilatanza ψ). Nell'ambito del presente lavoro, i coefficienti sismici sono stati determinati attraverso l'utilizzo del modulo Geostru-PS (tabella sottostante), un software online che calcola i suddetti parametri secondo le NTC 2018.

PARAMETRI SISMICI				
Ubicazione geografica: Calcinato (BS) Sito in esame (coordinate in ED50): Latitudine: 45,464846 [°] Longitudine.: 10,367661 [°] Classe d'uso: II - Affollamento normale. Assenza di funzioni pubbliche e sociali Vita nominale: 50 Categoria sottosuolo: c Categoria topografica: T1 Coefficiente C_u : 1.0				
Coordinate della maglia di riferimento:				
Sito	ID	Lat	Lon	Distanza
1	12499	45,4442	10,3580	2415,919
2	12500	45,4460	10,4291	5226,426
3	12278	45,4960	10,4266	5754,644
4	12277	45,4942	10,3554	3397,700
Parametri sismici				
Param.	SLO	SLD	SLV	SLC
Probabilità di superamento [%]	81%	63	10	5



Tr [anni]	30	50	475	975
ag	0.040g	0.054g	0.156	0.203
Fo	2.569	2.533	2.464	2.458
Tc* [s]	0.213	0.238	0.266	0.277

Tabella 2 Parametri sismici [Geostru PS]

6.1 Verifiche di sicurezza scarpate attuali (stato di fatto) e rimodellate (stato di progetto)

Le verifiche di sicurezza condotte e di seguito esposte hanno lo scopo principale di validare il modello geotecnico individuato per il sito in oggetto.

I dati ottenuti in fase di modellazione geotecnica (cap. 4) sono stati utilizzati nella verifica di stabilità delle scarpate **con la conformazione geometrica attuale** (2 gradoni di altezza pari a m 10 circa ciascuno con pedata intermedia e pendenza globale pari a circa 30°). Al riguardo si premette che le scarpate attuali risultano abbondantemente ricolonizzate da copertura vegetale erbaceo-arbustiva spontanea e non sono visibili fenomeni di erosione areale e/o locali di dissesto superficiale.

I risultati delle verifiche di stabilità condotte su pendio mediamente rappresentativo delle scarpate attuali indicano un fattore di sicurezza prossimo a 1.0 (FS=1.078), a conferma della stabilità globale del sito; il fattore di sicurezza calcolato rientra però per poco nel valore limite.

Rimodellando le scarpate attuali con inclinazione delle stesse pari a 25°, mediante l'utilizzo di materiale di riporto con caratteristiche geotecniche almeno analoghe a quanto indicato per il livello A del modello geotecnico, si ottengono risultati, per quanto riguarda il fattore di sicurezza FS, migliorativi sia in condizioni statiche che sismiche.

Le verifiche di sicurezza condotte per le scarpate con la suddetta geometria rimodellata evidenziano, inoltre, che la superficie di scivolamento con Fs minimo (Fs = 1.28) coinvolge esclusivamente la porzione più superficiale del livello geotecnico A, ipotizzato nella verifica, con uno spessore pari a circa 4 m e distribuito uniformemente lungo il pendio; si evince che, per scarpate rimodellate come sopra esposto, ai fini della stabilità globale, **ininfluente risulta, quindi, la determinazione con la massima precisione dello spessore e geometria dei materiali di riporto distribuiti lungo il pendio**, spessore e geometria che, per le scarpate delimitanti la cavità in oggetto, sono oltretutto determinabili con notevoli difficoltà ed approssimazione.

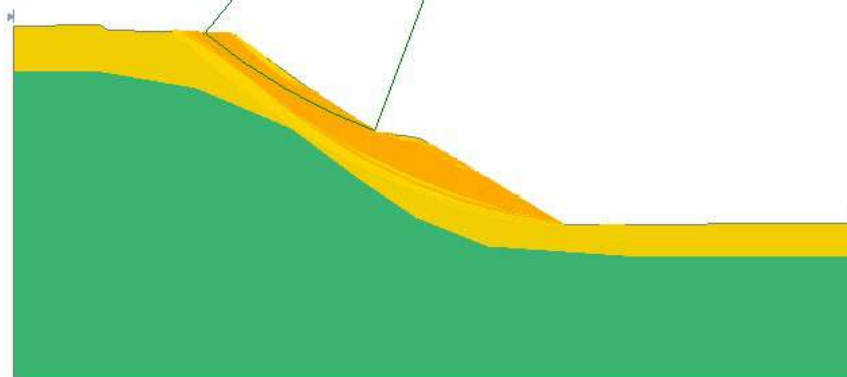
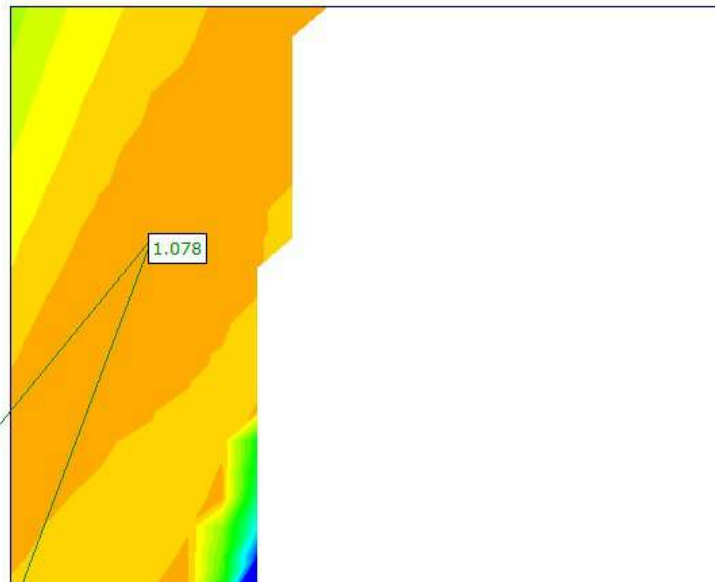
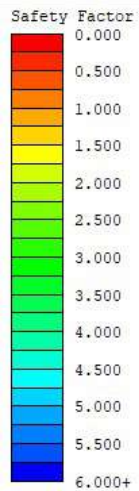
VERIFICA GLOBALE IN CONDIZIONI STATICHE PER LO STATO DI FATTO

Parametri geotecnici

Property	RIPORTI	GHIAIA
Color		
Strength Type	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m ³]	19.5	20
Cohesion [kPa]	0	0
Friction Angle [deg]	33	38
Water Surface	None	None
Ru Value	0	0

**Verifica di sicurezza (minimo):
 Metodo Ordinary Fellenius**

FS = 1.078



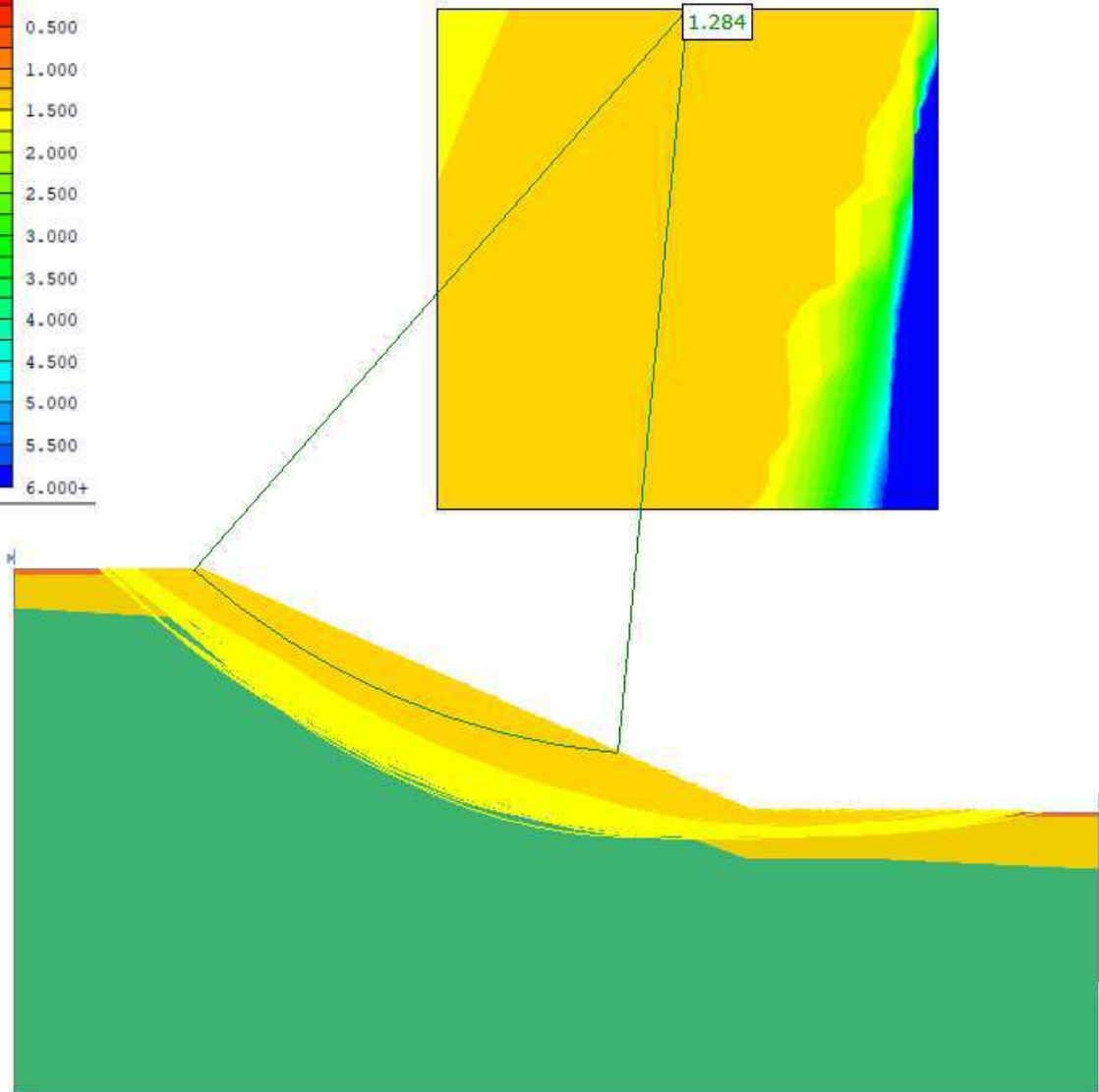
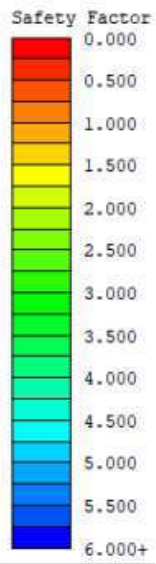
VERIFICA GLOBALE IN CONDIZIONI STATICHE LO STATO DI PROGETTO

Parametri geotecnici

Property	riporto	ghiaie naturali	argilla impermeabilizzazione
Color			
Strength Type	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m ³]	19.5	20	20
Cohesion [kPa]	0	0	25
Friction Angle [deg]	33	38	0
Water Surface	None	None	None
Ru Value	0	0	0

**Verifica di sicurezza (minimo):
Metodo Ordinary Fellenius**

FS = 1.28 > 1.1



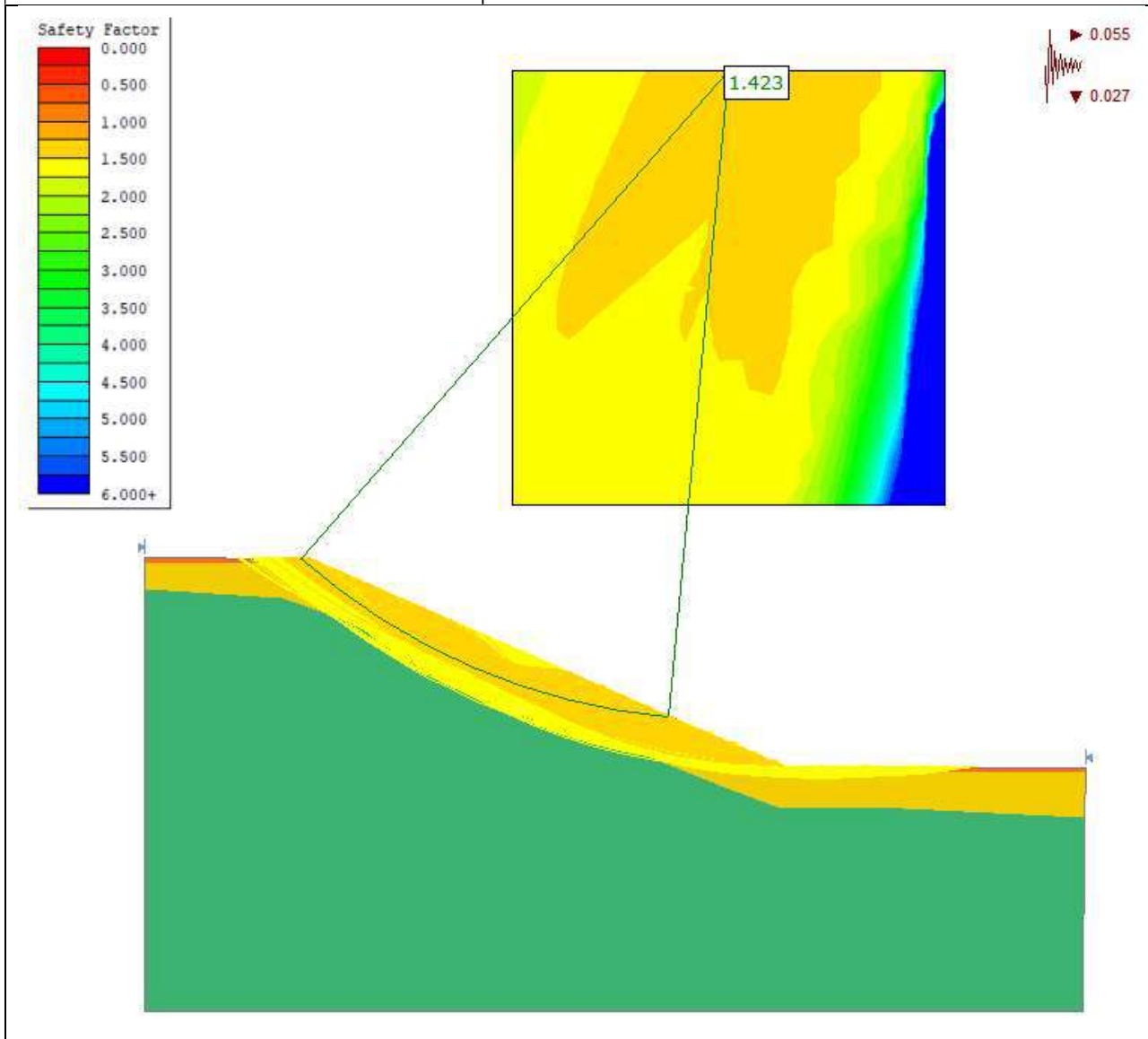
VERIFICA GLOBALE IN CONDIZIONI SISMICHE LO STATO DI PROGETTO

Parametri geotecnici

Property	riporto	ghiaie naturali	argilla impermeabilizzazione
Color			
Strength Type	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m ³]	19.5	20	20
Cohesion [kPa]	0	0	25
Friction Angle [deg]	33	38	0
Water Surface	None	None	None
Ru Value	0	0	0

**Verifica di sicurezza (minimo):
Metodo Ordinary Fellenius**

FS = 1.42 > 1.1



7 CONCLUSIONI

Il presente studio, a supporto dell'intervento avente per oggetto la realizzazione, in una ex cava di ghiaia in Comune di Calcinato (BS), di un bacino idrico per la laminazione delle acque di piena e lo stoccaggio di risorsa idrica, è finalizzato alla caratterizzazione dal punto di vista litologico e geotecnico dei terreni presenti nella zona della cavità; in particolare, **scopo principale dello studio è quello di ricavare i parametri geotecnici dei terreni** che costituiscono i fianchi e il fondo della cavità esistente e che, in passato, hanno costituito il "minerale" oggetto di estrazione.

Le informazioni e i dati principali acquisiti nell'ambito del presente lavoro sono di seguito sintetizzati.

1 INDAGINE DI SISMICA PASSIVA (REMI)

L'indagine di sismica passiva (ReMi), eseguita nell'area di intervento, ha permesso di ricavare i valori da assegnare ai principali parametri geotecnici del terreno studiando l'andamento delle Vs.

Sono stati complessivamente eseguiti 12 profili ReMI (10 nell'area dell'ex cavità + 2 prove di bianco (T1 e T2) finalizzate alla verifica delle velocità rilevabili per le ghiaie naturali

- le 2 prove di bianco evidenziano fino a 5 m (T1) e 10 m (T2) la presenza di sedimenti normalconsolidati con Vs omogenee e > 300 m/s. A partire da 5/10 m si riscontrano sedimenti con Vs >550-600 m/s.
- le prove eseguite a piano campagna (sommità della cavità) evidenziano valori non facilmente correlabili (sia in termini di Vs che di spessore) nella porzione al di sopra dei 10 m, profondità a partire dalla quale si individuano orizzonti ben addensati (Vs > 600 m/s);
- le prove eseguite al fondo della cavità evidenziano l'orizzonte ben addensato a profondità variabili da 2 a 6 m da quota fondo

2 MODELLO GEOTECNICO

Adottando correlazioni empiriche è stato possibile stimare il valore di N_{SPT} dal profilo di velocità Vs per ciascuno dei sismostrati individuati all'interno del volume significativo

Considerata la necessità di effettuare una stima conservativa, i sismostrati individuati nei primi 10 m sono stati suddivisi in 2 livelli:

livello A rappresentativo di $V_s = 230$ m/s

livello B: caratterizzato da $V_s \sim 400$ m/s

I sismostrati individuati, quindi, possono essere considerati rappresentativi di 2 livelli geotecnici:

- **livello A, costituito da terreni di riporto** e presente con uno spessore variabile da circa 2 a 4 m, è caratterizzato da $V_s = 230$ m/s, a cui corrisponde $N_{SPT} \sim 20$ colpi (terreno moderatamente addensato)
- **livello B, costituito da ghiaie** e presente dalla base del livello A fino al raggiungimento del bedrock, è caratterizzato da $V_s > 400$ m/s; in questo caso può essere assunto $N_{SPT} > 50$ colpi (terreno molto addensato)

LIVELLO	V_s [m/s]	$\gamma_{nat k}$ [KN/mc]	ϕ'_k [°]	DR _k [%]	E'_k [MPa]
A	230	19.5	33.0	35.0	10.0
B	>400	21.0	38.0	80.0	50.0

3 CLASSE DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

L'indagine sismica ha permesso di individuare, per l'area in oggetto, una categoria di sottosuolo B, ai sensi della tab. 3.2.II delle NTC 2008; sotto il profilo topografico è stata individuata la categoria T1.

L'analisi e valutazione degli effetti sismici locali, secondo la procedura contenuta nell'Allegato n. 5 alla D.G.R. 30 novembre 2011 n. IX/2616 (analisi di 2° livello), ha indicato, per il profilo R1, che lo spettro di sito previsto per la categoria di sottosuolo B è insufficiente, in termini energetici, a tenere in considerazione i possibili effetti di amplificazione litologica del sito. **In fase di progettazione edilizia si consiglia, quindi, di utilizzare anziché lo spettro della categoria di suolo B quello della categoria di suolo C; in alternativa è necessario eseguire approfondimenti di 3° livello.**

4 VERIFICHE DI STABILITA' FINALIZZATE ALLA VALIDAZIONE DEL MODELLO GEOTECNICO

Verifica globale in condizioni statiche per lo stato di fatto: scarpate stato attuale con la conformazione geometrica attuale

2 gradoni di altezza pari a m 10 circa ciascuno con pedata intermedia e pendenza globale pari a circa 30°

→ FS minimo=1.078 a conferma della stabilità globale del sito; il fattore di sicurezza calcolato rientra però per poco nel valore limite.

Verifica delle scarpate in condizioni statiche e sismiche per lo stato di progetto: scarpate rimodellate con inclinazioni delle stesse pari a 25°

pendenza globale pari a circa 25° rimodellate mediante l'utilizzo di materiale inerte con caratteristiche geotecniche non inferiori a quanto indicato per il livello A del modello geotecnico

→ FS minimo=1.28

La suddetta verifica di stabilità evidenzia che la superficie di scivolamento con Fs minimo (Fs = 1.28) coinvolge esclusivamente la porzione più superficiale del livello geotecnico A, ipotizzato nella verifica con uno spessore pari a circa 4 m e distribuito uniformemente lungo il pendio. Da ciò si evince che, per scarpate rimodellate come sopra esposto, ai fini della stabilità globale risulta **ininfluente la determinazione con la massima precisione dello spessore e geometria dei materiali di riporto distribuiti lungo il pendio, spessore e geometria che, per le scarpate delimitanti la cavità in oggetto, sono oltretutto determinabili con un notevole grado di difficoltà ed imprecisione.**

Pontevico, 24 ottobre 2018

Per lo STUDIO CONTI ASSOCIATI:
Dr. Geol. Antonio Conti



Dr. Geol. Guido Cadeo



ALLEGATO N. 1

**Conversione della ex Cava Mascarini in
bacino laminazione piene nel Comune di
Calcinato**

**Caratterizzazione delle scarpate e del
fondo del catino mediante metodiche non
invasive di natura geofisica**



GG Service sas

via Bellavista, 13/A
38069 Torbole s/G (TN)
P. Iva/C.F./Reg. TN: 01999920224
tel/fax: 0464-664799/506041
infoggservice@gmail.com

1. INTRODUZIONE

Con lo scopo di caratterizzare i terreni che costituiscono i fianchi della cava e che hanno costituito il “minerale” oggetto di estrazione sono stati realizzati 3 profili di sismica passiva ReMi di 46m ciascuno lungo la stradina che corre lungo il ciglio della rampa meridionale della excava e che giace a quote di circa 133m .

Sul fondo del catino, che attualmente si presenta ad una quota subpianeggiante di circa 114.35 sono state effettuate due ulteriori prove sismiche ReMi.

Nel corso dell’evoluzione della consegna dati preliminari è stato deciso di interessare anche il fianco opposto eseguendo 5 ulteriori profili ReMi. ReMi 6 e ReMi 9 interessano in particolare la zona di intervento in cui saranno realizzate le opere funzionali alla gestione del futuro bacino idraulico. Due prove di bianco (T1 e T2) sono state eseguite per verificare le velocità rilevabili per le ghiaie naturali.

L’obiettivo era quello di ricostruire i parametri geotecnici del terreno studiando l’andamento delle Vs.

In corrispondenza del fianco sud occidentale del catino, area in cui è stata eseguita la prova R5, si indica che l’asfalto della strada perimetrale risulta interessato da superfici di rottura e detensionamento probabilmente innescate dalla pendenza della scarpata abbandonata da alcuni anni.



Ubicazione indagini





Immagine degli stendimenti sismici

2. CENNI METODOLOGICI

La normativa più recente che disciplina le costruzioni, richiede la caratterizzazione del sottosuolo di fondazione ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto. Per ottenere questo dato è previsto il calcolo del parametro V_{s30} , indicando come metodologia di elezione la misura della velocità delle onde di taglio. Detto parametro si calcola attraverso la relazione:

$$V_{s30} = 30 / \sum_{i=1, N} h_i / V_i$$

dove h_i e V_i indicano lo spessore in metri e la velocità delle onde di taglio (per deformazioni di taglio $\gamma < 10^{-6}$) dello strato i esimo per un totale di N strati presenti nei 30 metri superiori.

Si ricorda che la velocità delle onde di taglio (V_s) è quella che meglio di ogni altro parametro fisico caratterizza i materiali dal punto di vista del loro comportamento meccanico.

Il profilo verticale delle V_s può essere ricavato per inversione monodimensionale o per modellizzazione diretta della velocità di fase delle onde di superficie (Rayleigh e/o Love) (Dorman e Ewing, 1962) registrate attraverso arrays sismici lineari.

Le onde di Rayleigh (1885) costituiscono un particolare tipo di onde di superficie che si trasmettono sulla superficie libera di un mezzo isotropo e omogeneo e sono il risultato dell'interferenza tra onde di pressione (P-waves) e di taglio verticali (Sv-waves).

Tali onde sono presenti in natura e sono conosciute con il termine di microtremeri. Possono venire accuratamente captate ed

analizzate nei loro contenuti cromatici ed energetici con un array geometrico lineare simile a quelli utilizzati nella prospezione sismica classica.

In un mezzo stratificato queste onde sono di tipo guidato e dispersivo e vengono definite pseudo-Rayleigh.

La dispersione è un fenomeno indotto dalla deformazione del treno d'onda che produce una variazione di propagazione di velocità con la frequenza. Le componenti a frequenza minore penetrano più in profondità rispetto a quelle a frequenza maggiore, per un dato modo, e presentano normalmente più elevate velocità di fase.

Un apposito grafico (spettro di potenza p-f) in cui è diagrammato in ascissa la frequenza f (Hz) ed in ordinata lo slowness, che altro non è che l'inverso della velocità di fase (m/s), consente agevolmente di individuare il trend dispersivo che contraddistingue il sito sottoposto ad indagine.

Dalla curva di dispersione si passa al profilo di velocità verticale mediante modellazione diretta. Viene cioè costruito il modello teorico la cui curva di dispersione calcolata presenta il minor errore rispetto alla curva sperimentale.

Il processo di modellazione diretta soffre delle limitazioni prodotte dal principio dell'equivalenza secondo il quale possono esistere più modelli che soddisfano la medesima curva di dispersione. In questo caso quindi diventa importante avere dei punti di calibrazione per una ricostruzione "litologica" della struttura sismica del sottosuolo. Tuttavia questa limitazione non inficia la correttezza della determinazione dei valori di V_{s30} che rappresentano una relazione tra spessori e velocità dei singoli strati.

Per il trattamento di questo tipo di dati è stato utilizzato il software ReMi® aggiornato alla sua ultima versione V.5 e commercializzato dalla Optim LLC (Reno, Nevada -USA). L'approccio analitico si basa sugli studi condotti da J.Louie presso la Nevada University.

3. SINTESI DEI RISULTATI E CONCLUSIONI

Le tre prove eseguite ad altezza piano campagna originario (R3,R4 e R5 a 133.0) indicano una sismostratigrafia abbastanza omogenea lateralmente in quanto per tutti e tre i campionamenti eseguiti la porzione a bassa frequenza è ben espressa da un modello a V_s costante: esso prevede a circa 66m la presenza di un contrasto sismico che potrebbe indicare il contatto con il bedrock ($V_s > 800\text{m/s}$).

In superficie i tre modelli differiscono esclusivamente nella porzione al di sopra dei 10m per cui si nota un leggero miglioramento nelle V_s procedendo verso est: la primissima copertura, procedendo da ovest verso est (da R5 a R3), passa da valori di V_s di 240 a 300m/s.

L'orizzonte ghiaioso sottostante presenta una velocità costante $V_s = 440\text{m/s}$ e si può indicare che è omogeneo anche in spessore (ca 4m per tutte e tre le sismoverticali).

Prima di rintracciare i terreni ben addensati con $V_s > 600\text{m/s}$ si registra una leggera inversione di velocità con V_s che scendono a 360-400m/s. Anche per questo orizzonte si nota un miglioramento delle proprietà geotecniche procedendo da R5 a R3 ed inoltre si ha anche una riduzione di spessore (da 6m in R5 a 4m in R4 e R3).

Ricordando che la zona colpita da leggera deformazione è quella in corrispondenza dello spigolo sudoccidentale (R5) è possibile trovare una giustificazione nel fatto che in quest'area si sono registrati gli spessori maggiori di terreni normalconsolidati e le velocità più basse.

Le prove eseguite sul fondo catino individuano l'orizzonte ben addensato, oggetto di probabile coltivazione, a profondità importanti. Questo si trova a circa 6m di profondità in ReMi1 e a 2m in Remi 2. Osservando la planimetria comunale del fondo cava si nota che in tempo di attività la cava doveva presentare una situazione ben diversa dall'attuale con gradoni e ribassi di 4m ed una zona centrale più ribassata. In realtà al momento delle prove una volta scesi dalla stradina di accesso si ha avuto l'impressione di essere rimasti per le due prove abbastanza suborizzontali tanto che il tragitto compreso tra il primo geofono più orientale di R1 e l'ultimo più occidentale di R2 è stato percorso con un normale mezzo 4x4 al fine di farsi strada tra la vegetazione autoctona.

Considerando che la quota sommitale dell'area di cava è inalterata e misura 133m e che il rilievo più recente indica che il fondo catino giace a 114m sarebbe possibile che a fine attività estrattiva si sia raggiunta quota 108.

Andando ad osservare il delta di altezza esistente per la modellazione profonda ReMi del bedrock rintracciato in R3-R4 e R5 a circa 66m e modellizzato a circa 49m in R1 e R2 bisognerebbe indicare che il catino subpianeggiante in cui sono state eseguite le prove giace a quota media di 131.5-17m (da modellazione ReMi) e quindi a 114.5slm. Il fatto che in Remi 1 siano stati individuati almeno 6m di terreni normalconsolidati con $V_s = 320\text{m/s}$ potrebbe far ipotizzare che esista un riempimento di materiale più recente. E'

infine interessante verificare che sottraendo a 114,5m-6m per arrivare ai terreni naturali compatti oggetto di coltivazione si otterrebbe quota 108.5; essa è prossima a quella indicata nel rilievo del Comune fornito durante le attività di cava.

Al fine delle necessità progettuali di valutazione delle proprietà geotecniche dei suoli si è quindi avuto la possibilità di indicare che per la valutazione della stabilità delle rampe la zona più sensibile è costituita dai primi 10-12m oltre cui le ghiaie sabbiose naturali subiscono un incremento consistente di addensamento.

Queste sono state comunque coltivate ed asportate sul fondo catino e indipendentemente dalla disponibilità di dati topografici più accurati si è potuto osservare che sul fondo catino esistono sedimenti che non sono direttamente correlabili alle ghiaie sabbiose naturali addensate e che variano da 2m per R2 a circa 6m per R1.

Le nuove prove condotte sul fianco nord ad altezza strada confermano la sismostratigrafia rilevata a sud con una leggera riduzione della porzione superficiale meno addensata: dai 10-12m rilevati in lato sud si passa ai 7-8m del lato Nord.

Le ghiaie naturali misurano sempre valori elevati di velocità compresi tra 600 e 700m/s. Per esigenze di convergenza e non per variazioni geolitologiche i modelli R6 e R7 propongono una leggera inversione di velocità da 700 a 600m/s che non altera il significato delle prove.

Sul fondo del catino invece le due prove R9 e R10 indicano che rispetto alla quota attuale il fondo catino con le ghiaie compatte giace a massimi di 3,5-4m.

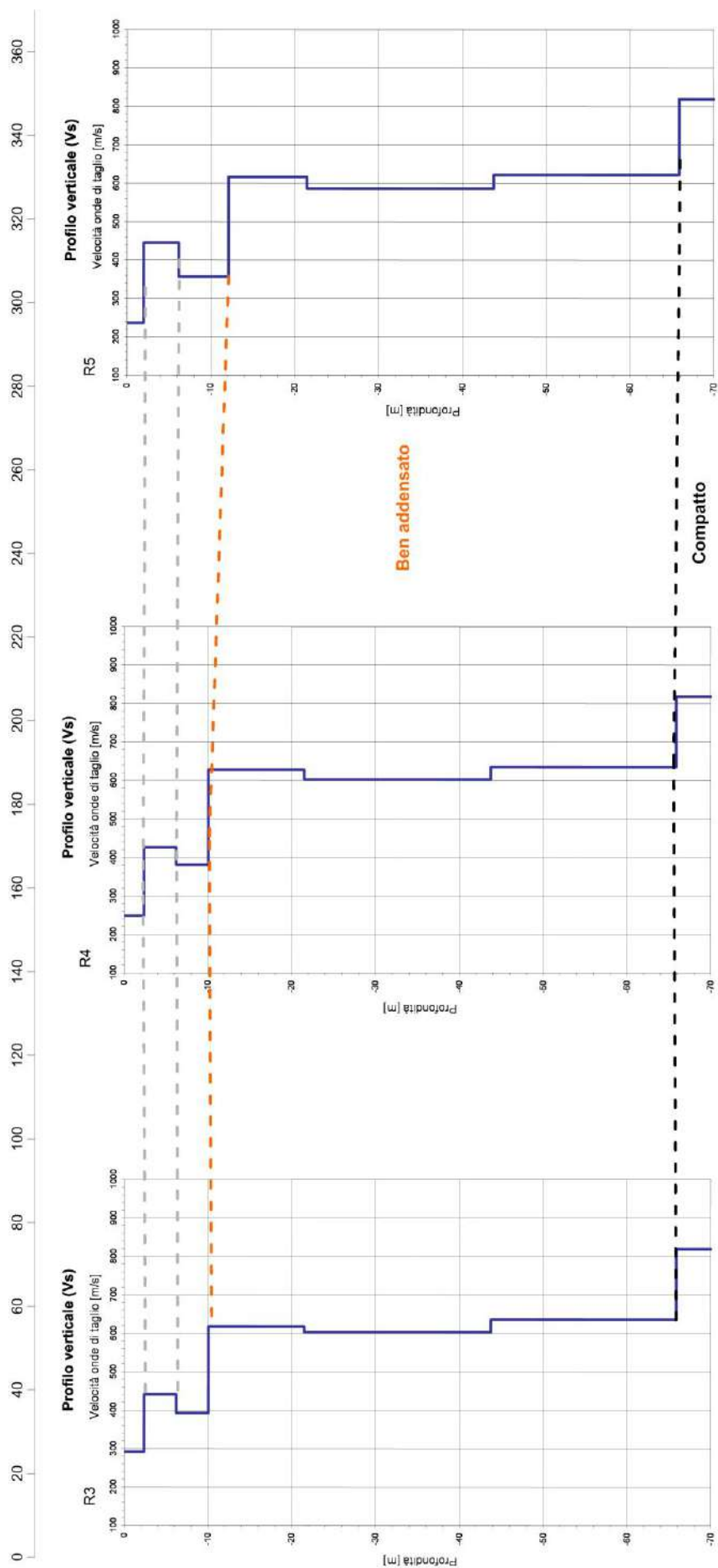
In posizione prossima ma esterna all'area di cava sono state eseguite due misure di bianco che indicano una sismostratigrafia con individuazione dell'interfaccia delle ghiaie compatte tra 5 e max 10m, a seconda della velocità alla quale si voglia ipotizzare il passaggio. La natura dei sedimenti superficiali normalconsolidati, che è ciò che si distingue molto bene rispetto ai valori forniti per i primissimi metri dell'esito delle prove interne alla cava, mostrano Vs omogenee e maggiori di 300m/s ed a 5-10m di profondità l'orizzonte indisturbato indicherebbe Vs >550-600m/s.

Torbole 25-09-2018

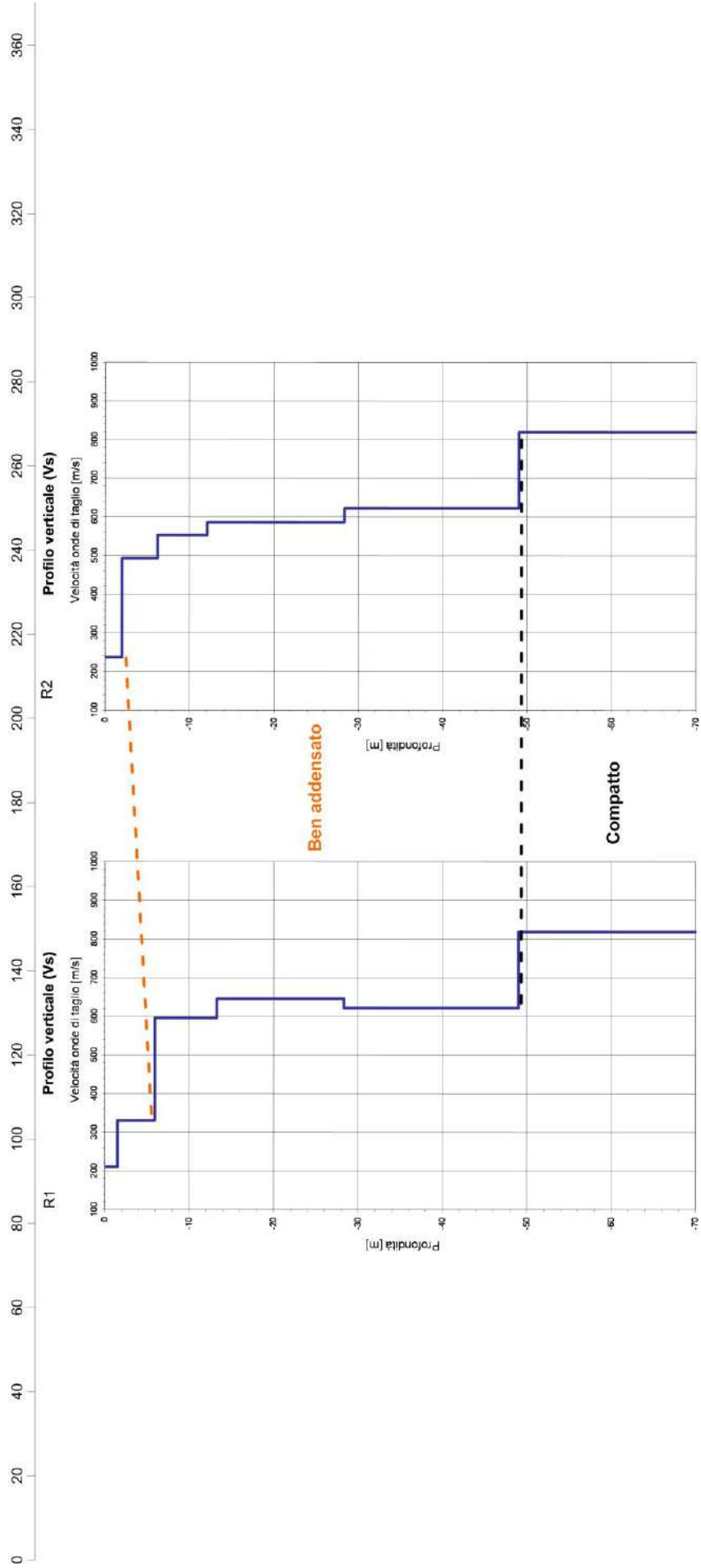
GG Service s.a.s.
di
Garbari Tomas &C.



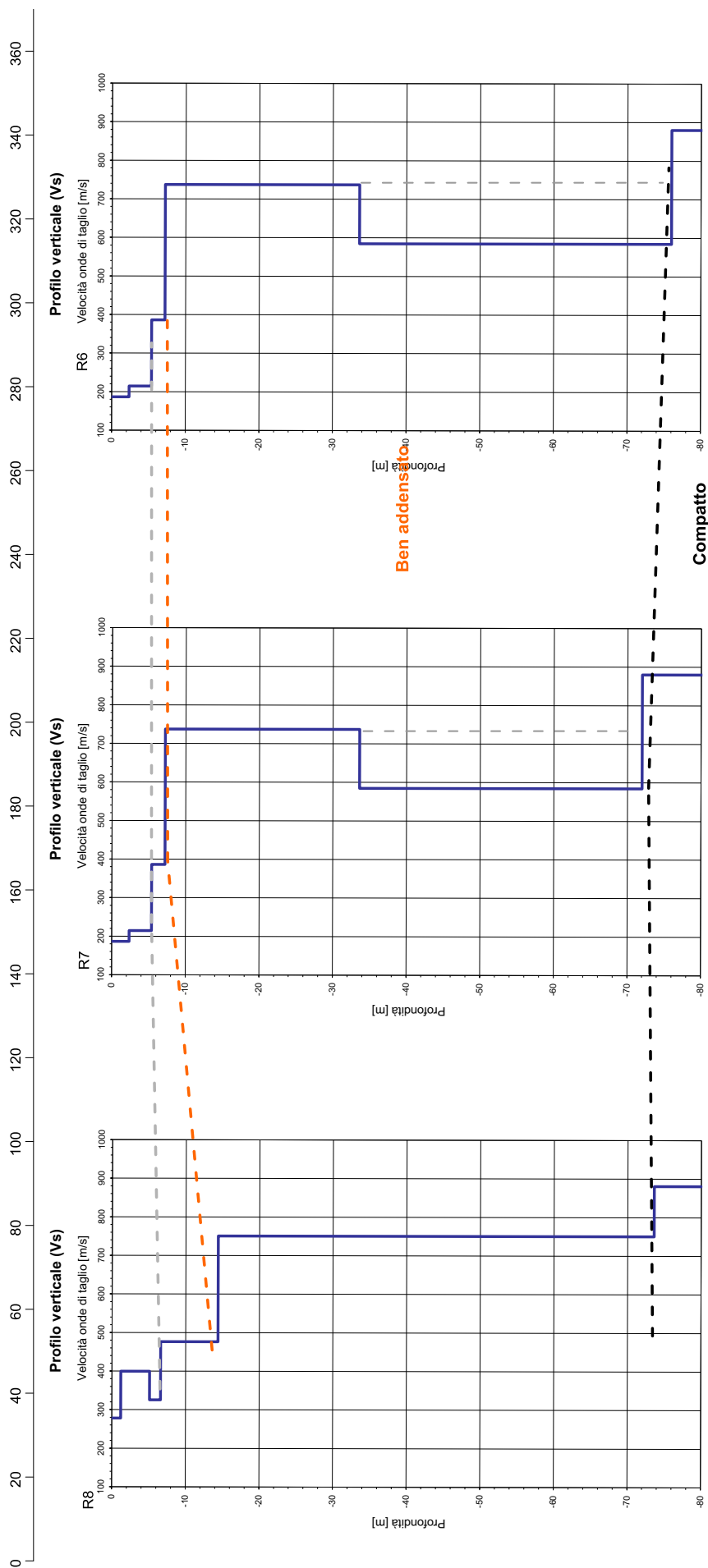
CORRELAZIONE LATERALE MODELLI Vs CIGLIO SCARPATA LATO SUD



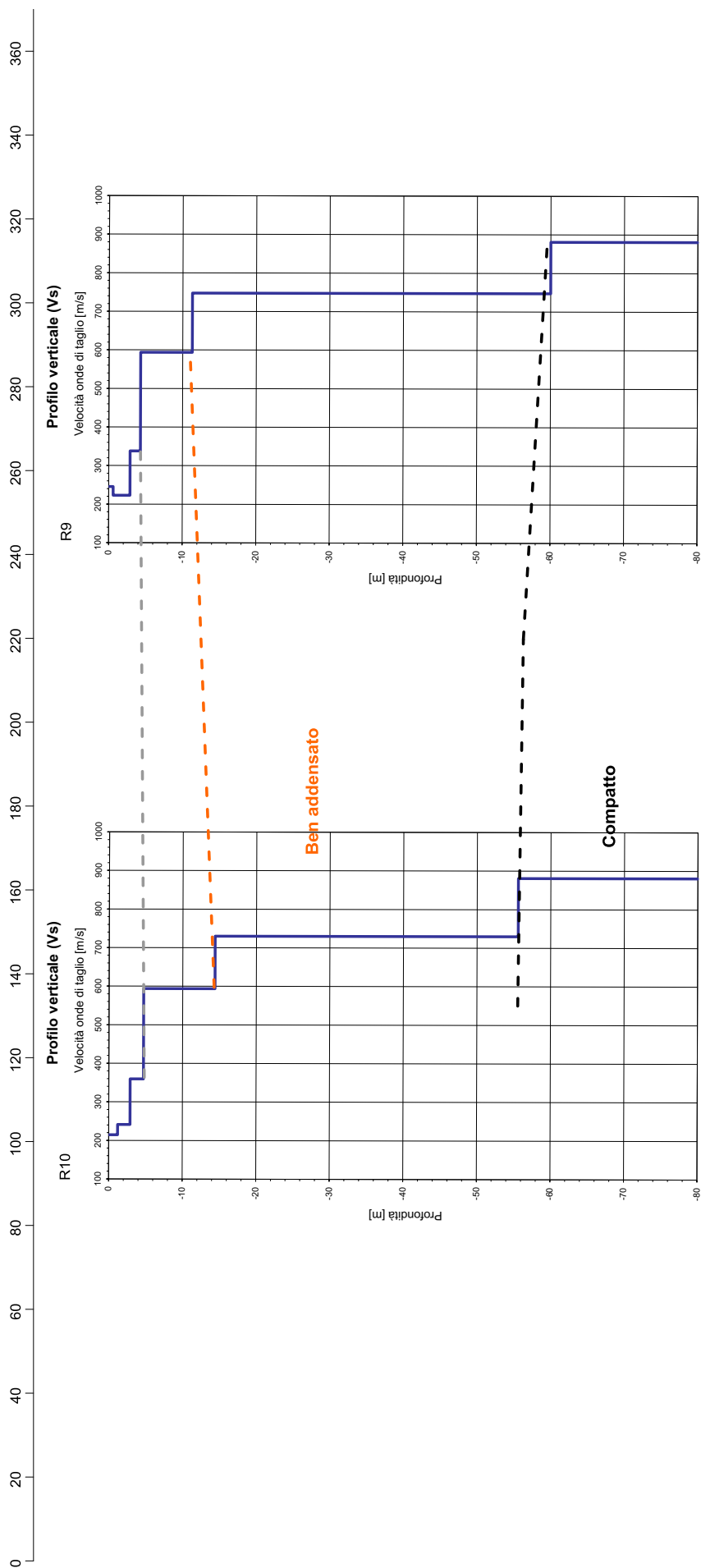
CORRELAZIONE LATERALE MODELLI Vs BASE SCARPATA LATO SUD



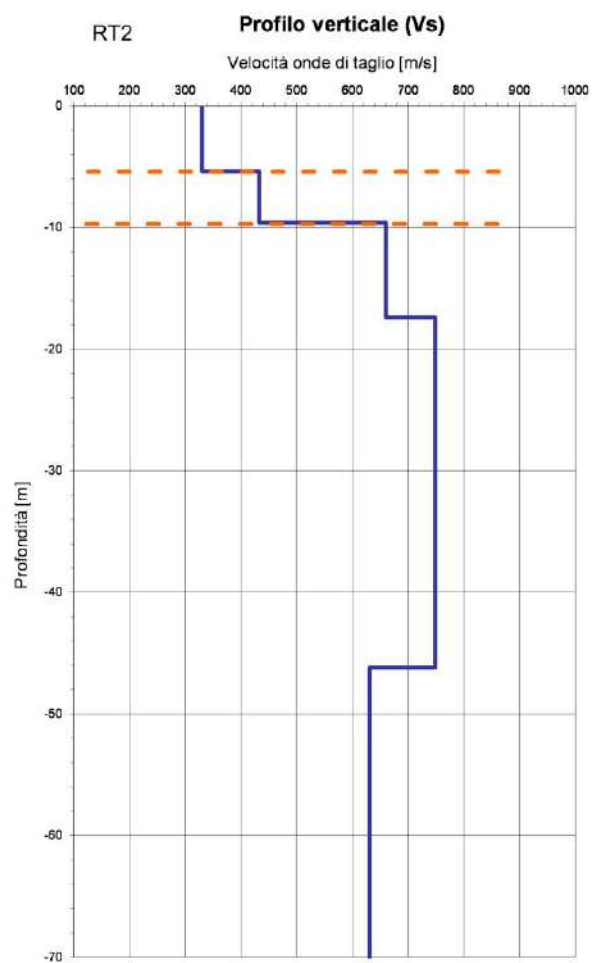
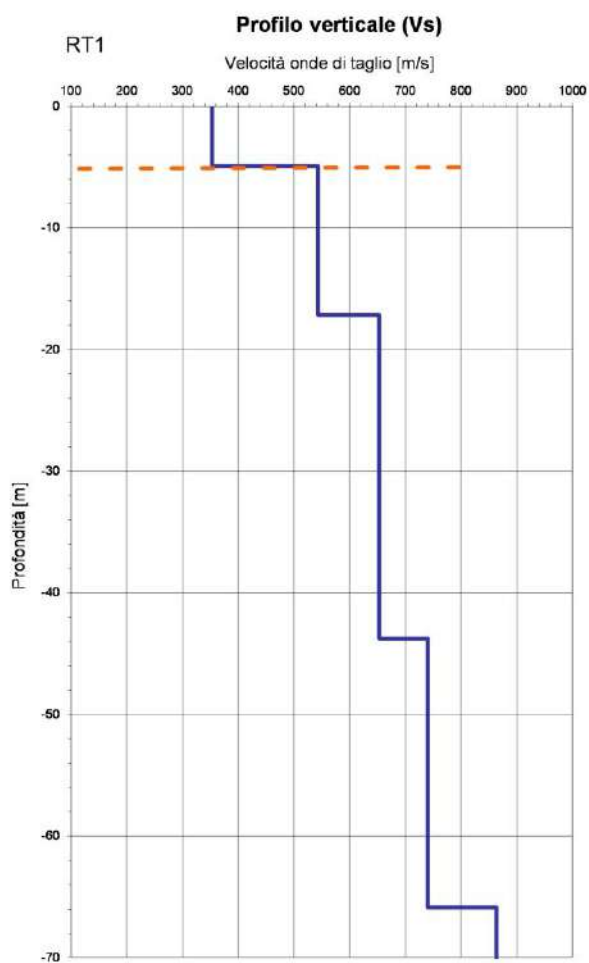
CORRELAZIONE LATERALE MODELLI Vs CIGLIO SCARPATA LATO NORD



CORRELAZIONE LATERALE MODELLI Vs BASE SCARPATA LATO NORD



MODELLI Vs TARATURE ESTERNO CAVA





Regione Lombardia
Consorzio di bonifica Chiese
 Comprensorio n. 7





Allestimento in ex cava di ghiaia di bacino idrico per la laminazione delle acque di piena e lo stoccaggio di risorsa idrica ad utilizzo di un comparto agricolo soggetto a riconversione della pratica irrigua a sistemi ad alta efficienza e relative condotte di distribuzione



Progetto Esecutivo

Elaborato	Titolo
RT9	Relazione sulla disponibilità e sulla gestione della risorsa idrica

Rev. n.	Data	Motivo della revisione
1	09/2022	Aggiornamento prezzario Regione Lombardia luglio 2022
0	08/2021	Prima emissione

Progettazione	Consulenza
 <p>CONSORZIO DI BONIFICA CHIESE Ufficio Tecnico via Vittorio Emanuele II, 76 25011 Calcinato (BS) tel. 030 9637008 - fax 030 9637012 info@consorziochiese.it</p>	 <p>CADEOROSSO S.r.l. via Francesca, 83 25026 Pontevico, loc. Chiesuola (BS) tel. 030 9930564 - fax 030 9930577 info@cadeorossi.it</p> <p>arch. Alessandro Rossi dott. geol. Guido Cadeo</p>

Il RdP	I progettisti	CUP E21B18000590001
per. agr. Francesco Proserpi	ing. Luca Mondinelli ing. Davide Manzoni	ing. ir. Giovanni Terlera

Sommario

1	Introduzione	1
2	Disponibilità e gestione della risorsa idrica	1

1 Introduzione

Il bacino idrico in progetto verrà approvvigionato, limitatamente al periodo non irriguo (ottobre – marzo), con acqua proveniente dal canale Naviglio Grande Bresciano, tramite alcuni canali in gestione al Consorzio di miglioramento fondiario Roggia Desa, tra i quali il canale Roggia Desa–Ramo Virla a mattina, i quali vanno a scaricare la risorsa idrica non utilizzata per l'irrigazione nello scaricatore Desa–Calcinatella.

2 Disponibilità e gestione della risorsa idrica

Nel periodo invernale la portata di competenza per le utenze irrigue del Naviglio Grande Bresciano è pari $6,0 \text{ m}^3/\text{s}$, quindi abbondantemente superiore al valore di portata di $0,4 \text{ m}^3/\text{s}$ che, tramite la rete canalizia afferente alla Roggia Desa e allo scaricatore Desa-Calcinatella, alimenterà il nuovo bacino di accumulo.

La gestione annuale del bacino dovrà tenere conto sia delle problematiche legate alla laminazione degli eventi di piena che interessano il reticolo idrografico minore e il reticolo di bonifica, sia delle esigenze del comparto irriguo asservito dal nuovo bacino.

Per ottemperare alla duplice funzione dell'opera in progetto (laminazione delle piene e irrigua), la regolazione del bacino dovrà prevedere dei vincoli sui livelli di invaso, in modo tale che alla fine del periodo estivo il bacino sia completamente vuoto per affrontare il successivo periodo autunnale, mentre alla fine dell'inverno rimanga a disposizione quota parte del volume utile per la eventuale laminazione primaverile delle piene del reticolo idrografico minore e di bonifica.

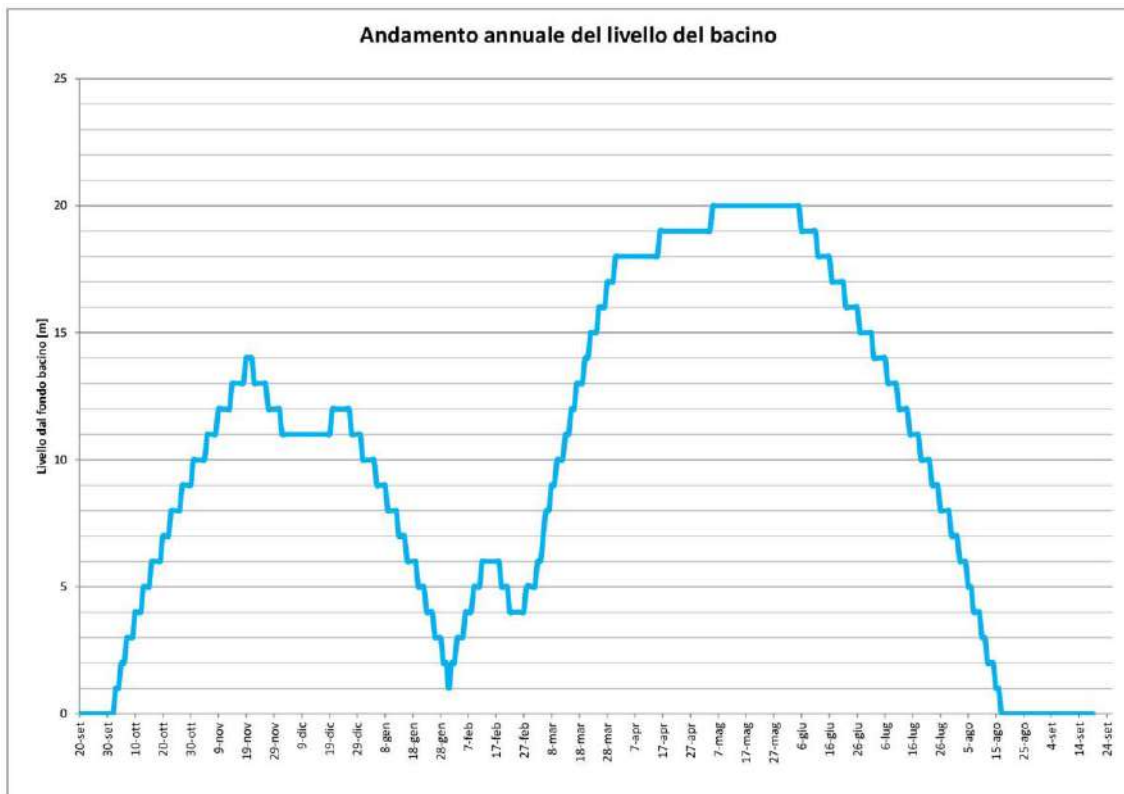
Inoltre, al fine di prevenire la formazione di vegetazione spontanea sulle scarpate del bacino e la possibile nidificazione di uccelli acquatici, il livello dello specchio d'acqua non dovrà essere mai costante per oltre 10 giorni, ma sarà sottoposto a periodiche variazioni mensili nell'ordine di almeno 5 m.

Per il presente progetto di bacino è stato chiesto l'assoggettamento alla L.R. 23 marzo 1998, n. 8 in materia di costruzione, esercizio e vigilanza degli sbarramenti di ritenuta e dei bacini di accumulo di competenza regionale. Tale procedimento ha portato all'approvazione del progetto definitivo e della relativa convenzione con prescrizione di limitare a $100\,000 \text{ m}^3$ l'invaso fuori terra. Tale prescrizione ha imposto inoltre un franco $0,6 \text{ m}$ per un evento di pioggia di Tr 200 anni e durata 1 ora. Tali prescrizioni portano a una quota di massima regolazione di $133,58 \text{ m s.m.m.}$ da una iniziale di progetto di $133,95 \text{ m s.m.m.}$, portando il volume di invaso da $700\,000 \text{ m}^3$ a $680\,000 \text{ m}^3$.

Riassumendo, i vincoli sulla regolazione dei livelli del nuovo bacino idrico sono i seguenti:

- 20 settembre: livello di minimo invaso;
- 31 dicembre: +10,0 m;
- 28 febbraio: +5,0 m;
- 10 marzo: +10,0 m;
- 31 maggio: +20,0 m;
- 20 settembre: livello di minimo invaso.

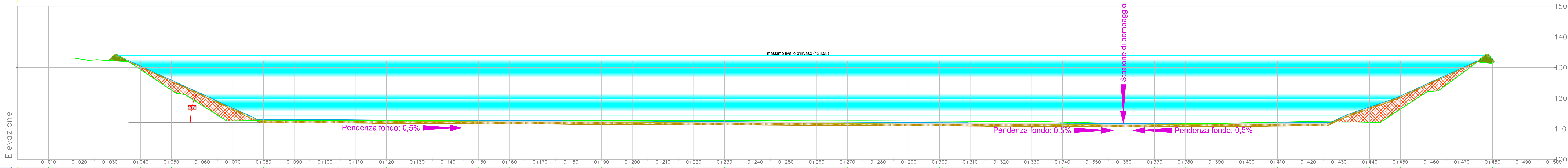
Nel grafico sotto riportato si illustra l'andamento previsto del livello del bacino in funzione del periodo dell'anno, tenendo conto dei vincoli sulla regolazione sopra esposti.



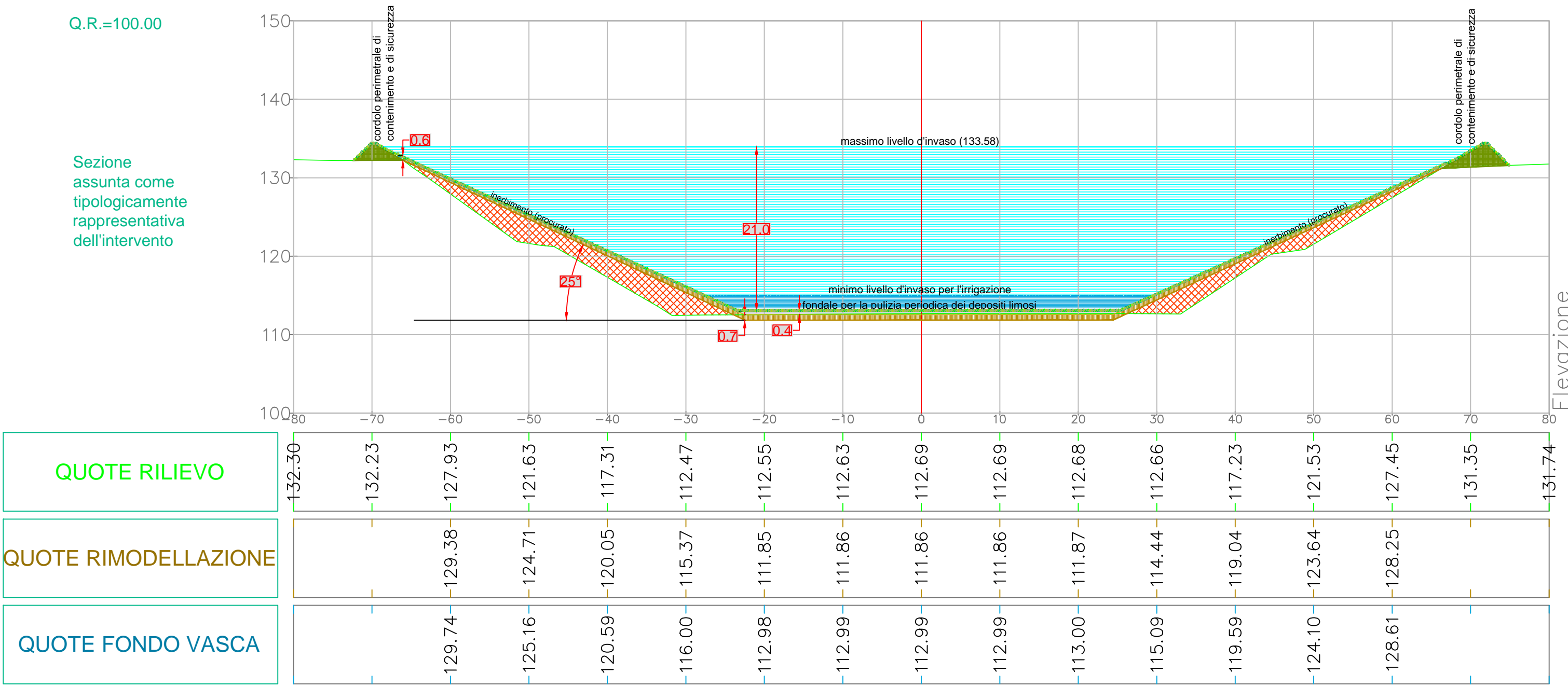
Calcinato, settembre 2022.

I Progettisti

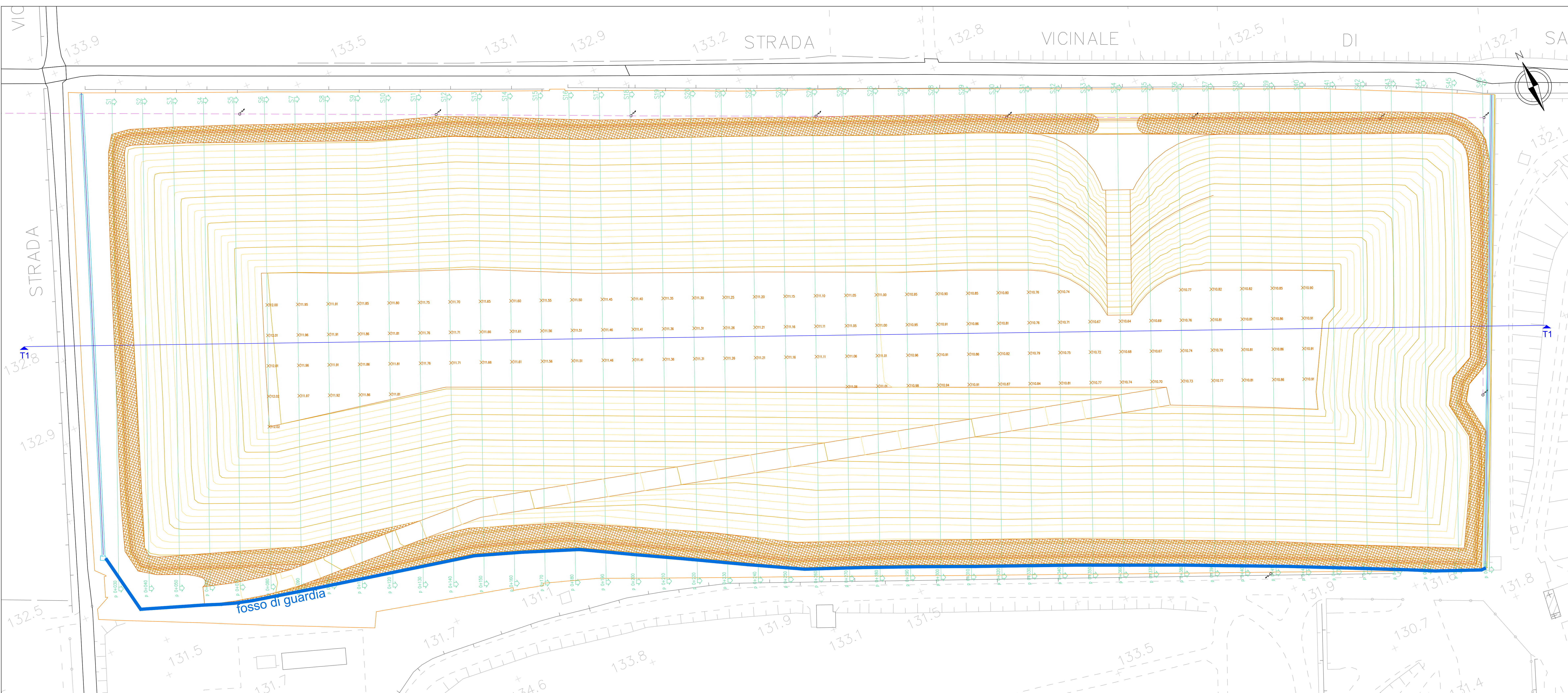
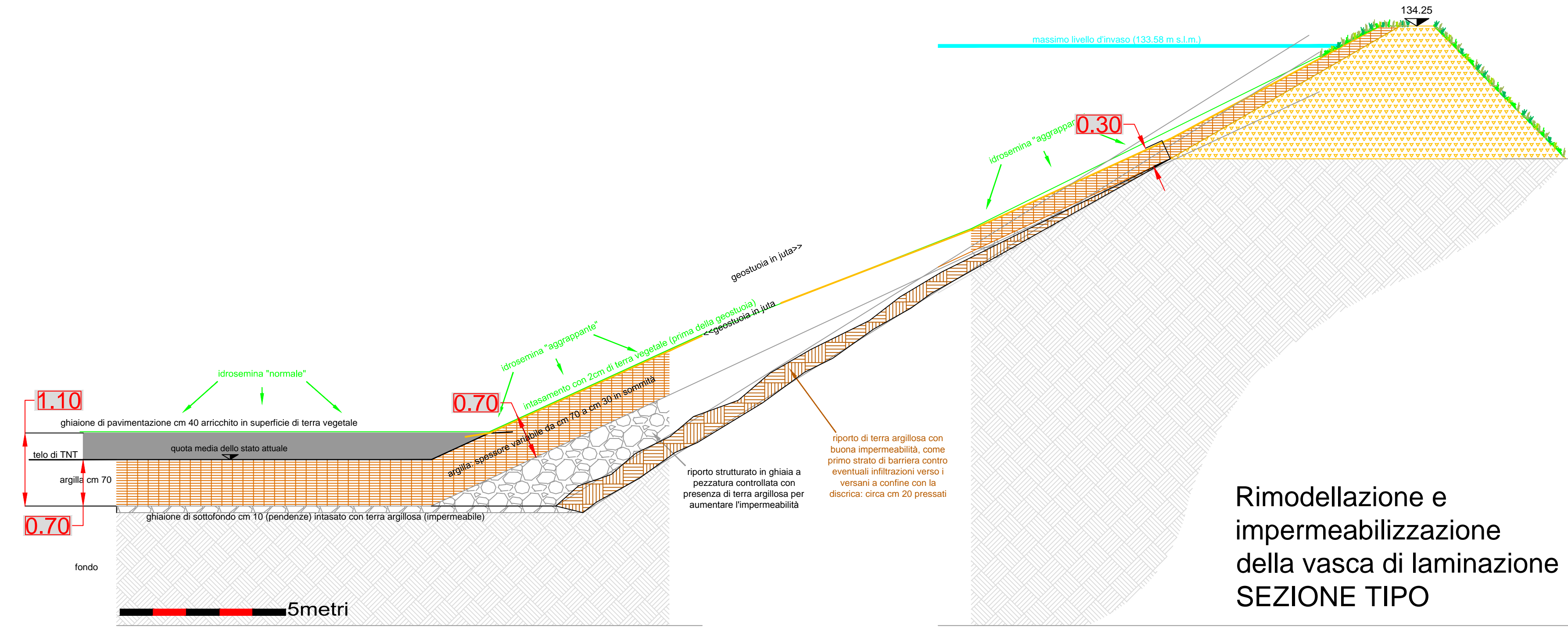
PROFILO T1
Q.R.=100.00m



Stazione	0+310	0+320	0+330	0+340	0+350	0+360	0+370	0+380	0+390	0+400	0+410	0+420	0+430	0+440	0+450	0+460	0+470	0+480
QUOTE RILIEVO	132.86	132.29	129.35	122.65	117.66	112.61	112.65	112.66	112.68	112.69	112.69	112.69	112.69	112.69	112.69	112.69	112.69	112.69
QUOTE RIMODELLAZIONE	130.48	130.14	129.35	125.48	122.65	120.82	116.16	112.01	112.65	111.96	111.86	112.69	112.69	112.69	112.69	112.69	112.69	112.69
QUOTE FONDO VASCA	130.48	130.14	129.35	125.48	122.65	120.82	116.16	112.01	112.65	111.96	111.86	112.69	112.69	112.69	112.69	112.69	112.69	112.69



Stazione	-70	-60	-50	-40	-30	-20	-10	0	10	20	30	40	50	60	70	80
QUOTE RILIEVO	132.30	132.23	127.93	121.63	117.31	112.47	112.55	112.63	112.69	112.69	112.68	112.66	112.63	112.63	131.35	131.74
QUOTE RIMODELLAZIONE	128.74	128.38	127.93	124.71	121.63	120.59	115.37	112.47	112.55	112.63	112.69	112.69	112.68	112.66	112.63	131.74
QUOTE FONDO VASCA	128.74	128.38	127.93	124.71	121.63	120.59	115.37	112.47	112.55	112.63	112.69	112.69	112.68	112.66	112.63	131.74



LEGENDA	
	Rilevo comunale
	Cordolo perimetrale
	Fosso di guardia
	Profilo di rimodellazione del fondo
	Curve di livello principali e secondarie della superficie di rimodellazione
	Quote della superficie di rimodellazione

Regione Lombardia
Consorzio di bonifica Chiese
Comrensorio n. 7

Allestimento in ex cava di ghiaia di bacino idrico per la laminazione delle acque di piena e lo stoccaggio di risorsa idrica ad utilizzo di un comparto agricolo soggetto a riconversione della pratica irrigua a sistemi ad alta efficienza e relative condotte di distribuzione



Progetto Esecutivo

Elaborato	Titolo	Scala
Tav. 4	Planimetria e sezioni del progetto di rimodellazione del bacino	1:500
1	09/2022	Aggiornamento prezzario Regione Lombardia luglio 2022
0	08/2021	Prima emissione
Rev. n.	Data	Motivo della revisione
Progettazione	CONSORZIO DI BONIFICA CHIESE Ufficio Tecnico via Vittorio Emanuele II, 76 25011 Lavarone (BS) tel. 030 9637008 - fax 030 9637012 info@consorziochiese.it	
Consulenza	CADEOROSI CADEOROSI S.r.l. via Francesco, 83 25028 Povegliano, loc. Chiesuoto (BS) dott. geol. Guido Cadedorosi info@cadeorosi.it	
Il RdP	I progettisti	
per. agr. Francesco Proserpi	CADEOROSI S.r.l.	
CUP E21B18000590001		

Il presente elaborato è proprietà riservata del Consorzio di bonifica Chiese e non può essere riprodotto senza autorizzazione dello stesso.

Allestimento in ex cava di ghiaia di bacino idrico per la laminazione delle acque di piena e lo stoccaggio di risorsa idrica ad utilizzo di un comparto agricolo soggetto a riconversione della pratica irrigua a sistemi ad alta efficienza e relative condotte di distribuzione

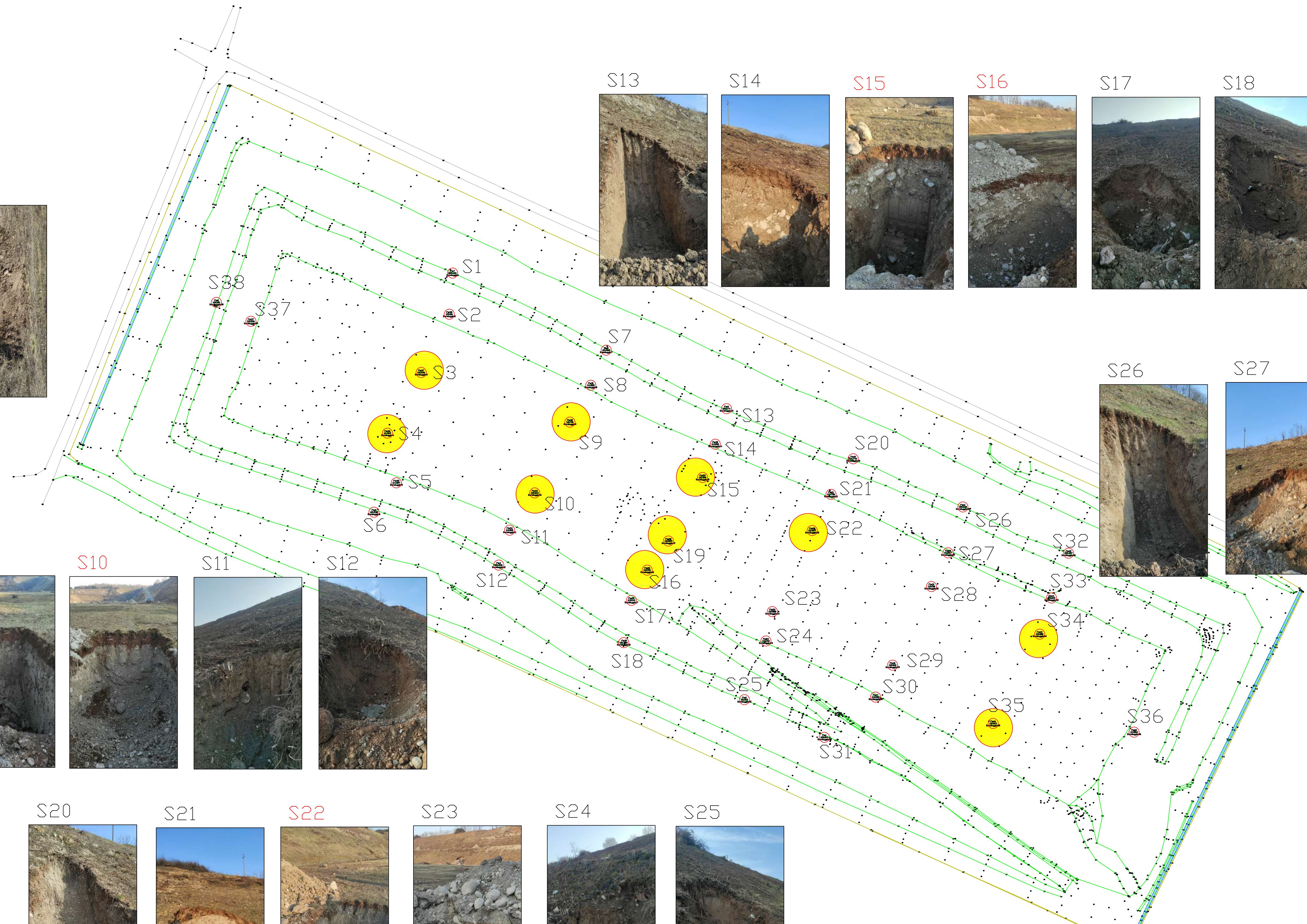
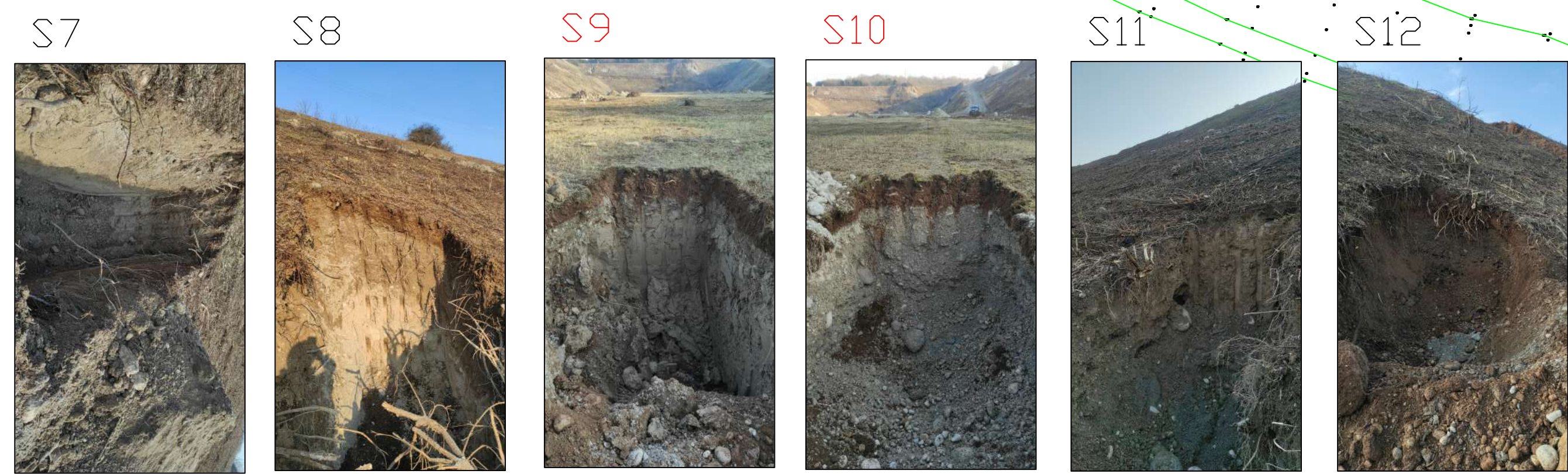
Indagini ambientali
 -stato di fatto prelievi del 25.01.24-

Rev. n.	Data	Motivo della revisione
0	25.01.24	Prima emissione



Legenda

- Campioni a disposizione
- Campioni in analisi Set tabella A e B (DL120)



Rapporto di prova n°: 24LA00363 del 06/02/2024



Spett.le
F.I.S. SPA
PIAZZA INVALIDI SUL LAVORO 28
24064 GRUMELLO (BG)

• Dati relativi al campione

(*) Descrizione: **S3 - Analisi sul secco**
Matrice: **Terreno**
Data inizio analisi: **29/01/2024 14:00** Data fine analisi: **06/02/2024 14:45**
Produttore: **F.I.S. SPA**

• Accettazione

Data: **29/01/2024**
Condizioni: **Integro**
Conformità: **Conforme**
Note: **CIG 9426275834 - CUP E21B18000590001**

Contenitore: **Sacchetto**

• Dati relativi al campionamento

(*) Data campionamento: **25/01/2024**
A cura di: **Cliente**
(*) Luogo campionamento: **CALCINATELLO - EX CAVA GHIAIA - CONSORZIO MEDIO CHIESE**
(*) Punto campionamento: **SOTTO COLTIVO/FS**

• Risultati

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Limiti
* Residuo secco 105°C <i>DM 13/09/1999 SO GU N.248 21/10/199 Met. II.2</i>	% p/p	95,42	
* Scheletro (2 cm - 2mm) <i>DM 13/09/1999 SO GU N.248 21/10/199 Met. II.1</i>	%	65,44	
* Sabbia fine (<2mm) <i>DM 13/09/1999 SO GU N.248 21/10/199 Met. II.1</i>	%	34,56	
* Arsenico (As) <i>UNI EN 13657:2004, UNI EN ISO 11885:2009</i>	mg/kg s.s.	< 10	(**) [L1] > 20 [L2] > 50
* Cadmio (Cd) <i>UNI EN 13657:2004, UNI EN ISO 11885:2009</i>	mg/kg s.s.	< 1	(**) [L1] > 2 [L2] > 15
* Cobalto (Co) <i>UNI EN 13657:2004, UNI EN ISO 11885:2009</i>	mg/kg s.s.	< 10	(**) [L1] > 20 [L2] > 250
* Nichel (Ni) <i>UNI EN 13657:2004, UNI EN ISO 11885:2009</i>	mg/kg s.s.	< 10	(**) [L1] > 120 [L2] > 500
* Piombo (Pb) <i>UNI EN 13657:2004, UNI EN ISO 11885:2009</i>	mg/kg s.s.	< 10	(**) [L1] > 100 [L2] > 1000

segue Rapporto di prova n°: **24LA00363** del **06/02/2024**

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Limiti
* Rame (Cu) <i>UNI EN 13657:2004, UNI EN ISO 11885:2009</i>	mg/kg s.s.	< 10	^(*) [L1] > 120 [L2] > 600
* Zinco (Zn) <i>UNI EN 13657:2004, UNI EN ISO 11885:2009</i>	mg/kg s.s.	15	^(*) [L1] > 150 [L2] > 1500
* Mercurio (Hg) <i>UNI EN 13657:2004, UNI EN ISO 11885:2009</i>	mg/kg s.s.	< 0,5	^(*) [L1] > 1 [L2] > 5
* Idrocarburi pesanti C>12 <i>ISO 16703:2004</i>	mg/kg s.s.	< 25	^(*) [L1] > 50 [L2] > 750
* Cromo (Cr) <i>UNI EN 13657:2004, UNI EN ISO 11885:2009</i>	mg/kg s.s.	< 10	^(*) [L1] > 150 [L2] > 800
* Cromo esavalente <i>CNR IRSA 16 Q64 Vol.3 1986</i>	mg/kg s.s.	< 1	^(*) [L1] > 2 [L2] > 15
* Amianto <i>D.M.06/09/94 GU N.288 10/12/94 All. 1 Met.A</i>	mg/kg s.s.	< 1000	^(*) [L1] > 1000 [L2] > 1000
* Benzene [§1] <i>CNR IRSA 23b Q64 Vol.3 1990</i>	mg/kg s.s.	< 0,1	^(*) [L1] > 0,1 [L2] > 2
* Etilbenzene [§1] <i>CNR IRSA 23b Q64 Vol.3 1990</i>	mg/kg s.s.	< 0,1	^(*) [L1] > 0,5 [L2] > 50
* Xileni [§1] <i>CNR IRSA 23b Q64 Vol.3 1990</i>	mg/kg s.s.	< 0,1	^(*) [L1] > 0,5 [L2] > 50
* Stirene [§1] <i>CNR IRSA 23b Q64 Vol.3 1990</i>	mg/kg s.s.	< 0,1	^(*) [L1] > 0,5 [L2] > 50
* Toluene [§1] <i>CNR IRSA 23b Q64 Vol.3 1990</i>	mg/kg s.s.	< 0,1	^(*) [L1] > 0,5 [L2] > 50
* Sommatoria Organici Aromatici [§1] <i>Calcolo</i>	mg/kg s.s.	< 0,4	^(*) [L1] > 1 [L2] > 100
* Benzo(a)antracene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,5 [L2] > 10
* Benzo(a)pirene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,1 [L2] > 10
* Benzo(b)fluorantene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,5 [L2] > 10
* Benzo(k)fluorantene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,5 [L2] > 10
* Benzo(g,h,i)perilene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,1 [L2] > 10
* Crisene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 5 [L2] > 50
* Dibenzo(a,e)pirene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,1 [L2] > 10
* Dibenzo(a,l)pirene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,1 [L2] > 10
* Dibenzo(a,i)pirene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,1 [L2] > 10
* Dibenzo(a,h)pirene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,1 [L2] > 10
* Dibenzo(a,h)antracene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,1 [L2] > 10

segue Rapporto di prova n°: **24LA00363** del **06/02/2024**

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Limiti
* Indeno(1,2,3-c,d)pirene [§1] EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,1 [L2] > 5
* Pirene [§1] EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 5 [L2] > 50
* Sommatoria IPA <i>Calcolo</i>	mg/kg s.s.	< 0,5	^(*) [L1] > 10 [L2] > 100

Limiti

^(*) Allegato 5 al Titolo V della Parte IV Tabella 1 del Decreto Legislativo 3 aprile 2006 n.152
 [L1] Colonna A: Siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale
 [L2] Colonna B: Siti ad uso commerciale e industriale

24LA00363/01 S3 - Test di cessione

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Limiti
pH UNI EN 12457-2:2004, APAT CNR IRSA 2060 Man 29 2003	Unità di pH	9,8	^(*) [L1] 5,5 - 12,0
* COD UNI EN 12457-2:2004, ISO15705	mg/L O2	7	^(*) [L1] > 30
* Arsenico UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	5,6	^(*) [L1] > 50
* Bario UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	mg/L	< 0,005	^(*) [L1] > 1
* Berillio UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	4,2	^(*) [L1] > 10
* Cadmio UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	2,9	^(*) [L1] > 5
* Cobalto UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	< 5	^(*) [L1] > 250
* Cromo UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	< 5	^(*) [L1] > 50
* Mercurio UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	< 0,1	^(*) [L1] > 1
* Nichel UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	< 1	^(*) [L1] > 10
* Piombo UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	< 5	^(*) [L1] > 50
* Rame UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	mg/L	< 0,005	^(*) [L1] > 0,05
* Selenio UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	2,9	^(*) [L1] > 10
* Vanadio UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	< 1	^(*) [L1] > 250
* Zinco UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	mg/L	< 0,005	^(*) [L1] > 3
Nitrati UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 10304-1:2009	mg/L	< 5	^(*) [L1] > 50
Cloruri UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 10304-1:2009	mg/L	0,94	^(*) [L1] > 100

segue Rapporto di prova n°: **24LA00363** del **06/02/2024**

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Limiti
Fluoruri UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 10304-1:2009	mg/L	< 0,5	(*) [L1] > 1,5
Solfati UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 10304-1:2009	mg/L	2,6	(*) [L1] > 250
* Cianuri UNI EN 12457-2:2004, APAT CNR IRSA 4070 Man 29 2003	µg/L	< 20	(*) [L1] > 50
* Amianto D.M.06/09/94 GU N.288 10/12/94 All. 1 MeLA	mg/L	< 30	(*) [L1] > 30

Limiti

(*) Allegato 3 Decreto 5 aprile 2006 n°186 (regolamento recante modifiche al decreto ministeriale 5 febbraio 1998)
[L1] Limiti di concentrazione nell'eluato

Riferimenti analisi in subappalto

[§1]: Prova subappaltata

(*): prova non accreditata da ACCREDIA

(°): informazioni fornite dal cliente

Regola decisionale applicata:

Nella valutazione della conformità del valore rispetto al limite non viene considerata l'incertezza di misura.

Preparativa Eluato secondo UNI EN 12457-2:2004

- Conduttività: 53,5 µS/cm
- Durata tra fine agitazione e inizio della separazione: 15 min
- Durata fase di centrifugazione: 0 min
- Durata della separazione completa: 10 min
- Frazione di dimensioni eccedenti i 4 mm: 0 %
- Frazione non macinabile: 0 %
- Massa del campione di Laboratorio: 10549 g
- Massa della porzione di prova: 0,09 kg
- Natura del rifiuto: Granulare
- Portata di filtrazione dell'eluato: 2 ml/cm²/h
- Temperatura esecuzione della prova: 22 °C
- Temperatura: 21 °C
- Umidità: 4,6 %
- Volume di eluato filtrato: 0,1 L
- Volume di agente liscivante: 900 ml

Giudizio: Limitatamente ai parametri analizzati il campione RIENTRA nei limiti stabiliti dalla Tabella 1, Allegato 5, Parte IV, D. Lgs. 152/06, Colonna A, Siti ad uso Verde pubblico, privato e residenziale e RIENTRA nei limiti stabiliti dalla Tabella 1, Allegato 5, Parte IV, D. Lgs. 152/06, Colonna B, Siti ad uso Commerciale e Industriale.

Limitatamente ai parametri analizzati il campione RIENTRA nei limiti stabiliti dall'Allegato 3 Decreto 5 aprile 2006 n°186 (regolamento recante modifiche al Decreto Ministeriale 5 febbraio 1998)

I risultati analitici si riferiscono esclusivamente al campione sottoposto a prova.

Nel caso in cui il laboratorio non sia responsabile del campionamento, i risultati si riferiscono al campione così come ricevuto.

La riproduzione parziale del presente rapporto di prova non è consentita senza autorizzazione scritta del laboratorio.

Direttore del Laboratorio

Dott. Michael Plebani

Ordine dei Chimici e dei Fisici
della Provincia di Brescia N° 276



Rapporto di prova n°: 24LA00364 del 06/02/2024



Spett.le
F.I.S. SPA
 PIAZZA INVALIDI SUL LAVORO 28
 24064 GRUMELLO (BG)

● Dati relativi al campione

(*) Descrizione: **S4 - Analisi sul secco**
 Matrice: **Terreno**
 Data inizio analisi: **29/01/2024 14:00** Data fine analisi: **06/02/2024 14:45**
 Produttore: **F.I.S. SPA**

● Accettazione

Data: **29/01/2024**
 Condizioni: **Integro**
 Conformità: **Conforme**
 Note: **CIG 9426275834 - CUP E21B18000590001**

Contenitore: **Sacchetto**

● Dati relativi al campionamento

(*) Data campionamento: **25/01/2024**
 A cura di: **Cliente**
 (*) Luogo campionamento: **CALCINATELLO - EX CAVA GHIAIA - CONSORZIO MEDIO CHIESE**
 (*) Punto campionamento: **SOTTO COLTIVO/FS**

● Risultati

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Limiti
* Residuo secco 105°C <i>DM 13/09/1999 SO GU N.248 21/10/199 Met. II.2</i>	% p/p	82,94	
* Scheletro (2 cm - 2mm) <i>DM 13/09/1999 SO GU N.248 21/10/199 Met. II.1</i>	%	53,15	
* Sabbia fine (<2mm) <i>DM 13/09/1999 SO GU N.248 21/10/199 Met. II.1</i>	%	46,85	
* Arsenico (As) <i>UNI EN 13657:2004, UNI EN ISO 11885:2009</i>	mg/kg s.s.	< 10	(*) [L1] > 20 [L2] > 50
* Cadmio (Cd) <i>UNI EN 13657:2004, UNI EN ISO 11885:2009</i>	mg/kg s.s.	< 1	(*) [L1] > 2 [L2] > 15
* Cobalto (Co) <i>UNI EN 13657:2004, UNI EN ISO 11885:2009</i>	mg/kg s.s.	< 10	(*) [L1] > 20 [L2] > 250
* Nichel (Ni) <i>UNI EN 13657:2004, UNI EN ISO 11885:2009</i>	mg/kg s.s.	< 10	(*) [L1] > 120 [L2] > 500
* Piombo (Pb) <i>UNI EN 13657:2004, UNI EN ISO 11885:2009</i>	mg/kg s.s.	< 10	(*) [L1] > 100 [L2] > 1000

segue Rapporto di prova n°: **24LA00364** del **06/02/2024**

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Limiti
* Rame (Cu) <i>UNI EN 13657:2004, UNI EN ISO 11885:2009</i>	mg/kg s.s.	< 10	^(*) [L1] > 120 [L2] > 600
* Zinco (Zn) <i>UNI EN 13657:2004, UNI EN ISO 11885:2009</i>	mg/kg s.s.	37	^(*) [L1] > 150 [L2] > 1500
* Mercurio (Hg) <i>UNI EN 13657:2004, UNI EN ISO 11885:2009</i>	mg/kg s.s.	0,58	^(*) [L1] > 1 [L2] > 5
* Idrocarburi pesanti C>12 <i>ISO 16703:2004</i>	mg/kg s.s.	< 25	^(*) [L1] > 50 [L2] > 750
* Cromo (Cr) <i>UNI EN 13657:2004, UNI EN ISO 11885:2009</i>	mg/kg s.s.	11	^(*) [L1] > 150 [L2] > 800
* Cromo esavalente <i>CNR IRSA 18 Q64 Vol.3 1986</i>	mg/kg s.s.	< 1	^(*) [L1] > 2 [L2] > 15
* Amianto <i>D.M.08/09/94 GU N.288 10/12/94 All. 1 MeLA</i>	mg/kg s.s.	< 1000	^(*) [L1] > 1000 [L2] > 1000
* Benzene [§1] <i>CNR IRSA 23b Q64 Vol.3 1990</i>	mg/kg s.s.	< 0,1	^(*) [L1] > 0,1 [L2] > 2
* Etilbenzene [§1] <i>CNR IRSA 23b Q64 Vol.3 1990</i>	mg/kg s.s.	< 0,1	^(*) [L1] > 0,5 [L2] > 50
* Xileni [§1] <i>CNR IRSA 23b Q64 Vol.3 1990</i>	mg/kg s.s.	< 0,1	^(*) [L1] > 0,5 [L2] > 50
* Stirene [§1] <i>CNR IRSA 23b Q64 Vol.3 1990</i>	mg/kg s.s.	< 0,1	^(*) [L1] > 0,5 [L2] > 50
* Toluene [§1] <i>CNR IRSA 23b Q64 Vol.3 1990</i>	mg/kg s.s.	< 0,1	^(*) [L1] > 0,5 [L2] > 50
* Sommatoria Organici Aromatici [§1] <i>Calcolo</i>	mg/kg s.s.	< 0,4	^(*) [L1] > 1 [L2] > 100
* Benzo(a)antracene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,5 [L2] > 10
* Benzo(a)pirene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,1 [L2] > 10
* Benzo(b)fluorantene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,5 [L2] > 10
* Benzo(k)fluorantene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,5 [L2] > 10
* Benzo(g,h,i)perilene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,1 [L2] > 10
* Crisene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 5 [L2] > 50
* Dibenzo(a,e)pirene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,1 [L2] > 10
* Dibenzo(a,f)pirene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,1 [L2] > 10
* Dibenzo(a,i)pirene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,1 [L2] > 10
* Dibenzo(a,h)pirene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,1 [L2] > 10
* Dibenzo(a,h)antracene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,1 [L2] > 10

segue Rapporto di prova n°: **24LA00364** del **06/02/2024**

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Limiti
* Indeno(1,2,3-c,d)pirene [§1] EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,1 [L2] > 5
* Pirene [§1] EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 5 [L2] > 50
* Sommatoria IPA Calcolo	mg/kg s.s.	< 0,5	^(*) [L1] > 10 [L2] > 100

Limiti

^(*) Allegato 5 al Titolo V della Parte IV Tabella 1 del Decreto Legislativo 3 aprile 2006 n.152

[L1] Colonna A: Siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale

[L2] Colonna B: Siti ad uso commerciale e industriale

24LA00364/01 S4 - Test di cessione

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Limiti
pH UNI EN 12457-2:2004, APAT CNR IRSA 2060 Man 29 2003	Unità di pH	8,8	^(*) [L1] 5,5 - 12,0
* COD UNI EN 12457-2:2004, ISO15705	mg/L O2	9	^(*) [L1] > 30
* Arsenico UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	5,9	^(*) [L1] > 50
* Bario UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	mg/L	0,0055	^(*) [L1] > 1
* Berillio UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	4,1	^(*) [L1] > 10
* Cadmio UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	2,9	^(*) [L1] > 5
* Cobalto UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	< 5	^(*) [L1] > 250
* Cromo UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	< 5	^(*) [L1] > 50
* Mercurio UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	< 0,1	^(*) [L1] > 1
* Nichel UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	< 1	^(*) [L1] > 10
* Piombo UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	< 5	^(*) [L1] > 50
* Rame UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	mg/L	< 0,005	^(*) [L1] > 0,05
* Selenio UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	2,2	^(*) [L1] > 10
* Vanadio UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	2,4	^(*) [L1] > 250
* Zinco UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	mg/L	< 0,005	^(*) [L1] > 3
Nitrati UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 10304-1:2009	mg/L	< 5	^(*) [L1] > 50
Cloruri UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 10304-1:2009	mg/L	0,69	^(*) [L1] > 100

segue Rapporto di prova n°: **24LA00364** del **06/02/2024**

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Limiti
Fluoruri UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 10304-1:2009	mg/L	< 0,5	(*) [L1] > 1,5
Solfati UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 10304-1:2009	mg/L	5,2	(*) [L1] > 250
* Cianuri UNI EN 12457-2:2004, APAT CNR IRSA 4070 Man 29 2003	µg/L	< 20	(*) [L1] > 50
* Amianto D.M.06/09/94 GU N.288 10/12/94 All. 1 Met.A	mg/L	< 30	(*) [L1] > 30

Limiti

 (*) Allegato 3 Decreto 5 aprile 2006 n°186 (regolamento recante modifiche al decreto ministeriale 5 febbraio 1998)
 [L1] Limiti di concentrazione nell'eluato

Riferimenti analisi in subappalto

[S1]: Prova subappaltata

(*): prova non accreditata da ACCREDIA

(*): informazioni fornite dal cliente

Regola decisionale applicata:

Nella valutazione della conformità del valore rispetto al limite non viene considerata l'incertezza di misura.

Preparativa Eluato secondo UNI EN 12457-2:2004

- Conduttività: 52,3 µS/cm
- Durata tra fine agitazione e inizio della separazione: 15 min
- Durata fase di centrifugazione: 0 min
- Durata della separazione completa: 10 min
- Frazione di dimensioni eccedenti i 4 mm: 0 %
- Frazione non macinabile: 0 %
- Massa del campione di Laboratorio: 10498 g
- Massa della porzione di prova: 0,09 kg
- Natura del rifiuto: Granulare
- Portata di filtrazione dell'eluato: 2 ml/cm²/h
- Temperatura esecuzione della prova 22 °C
- Temperatura: 21 °C
- Umidità: 17,1 %
- Volume di eluato filtrato: 0,1 L
- Volume di agente liscivante: 900 ml

Giudizio: Limitatamente ai parametri analizzati il campione RIENTRA nei limiti stabiliti dalla Tabella 1, Allegato 5, Parte IV, D. Lgs. 152/06, Colonna A, Siti ad uso Verde pubblico, privato e residenziale e RIENTRA nei limiti stabiliti dalla Tabella 1, Allegato 5, Parte IV, D. Lgs. 152/06, Colonna B, Siti ad uso Commerciale e Industriale. Limitatamente ai parametri analizzati il campione RIENTRA nei limiti stabiliti dall'Allegato 3 Decreto 5 aprile 2006 n°186 (regolamento recante modifiche al Decreto Ministeriale 5 febbraio 1998)

I risultati analitici si riferiscono esclusivamente al campione sottoposto a prova.

Nei casi in cui il laboratorio non sia responsabile del campionamento, i risultati si riferiscono al campione così come ricevuto. La riproduzione parziale del presente rapporto di prova non è consentita senza autorizzazione scritta del laboratorio.

Direttore del Laboratorio

Dott. Michael Plebani

 Ordine dei Chimici e dei Fisici
 della Provincia di Brescia N° 276
 Sez. A - Chimico


Rapporto di prova n°: **24LA00365** del **06/02/2024**



Spett.le
F.I.S. SPA
PIAZZA INVALIDI SUL LAVORO 28
24064 GRUMELLO (BG)

• Dati relativi al campione

(*) Descrizione: **S9 - Analisi sul secco**
Matrice: **Terreno**
Data inizio analisi: **29/01/2024 14:00** Data fine analisi: **06/02/2024 14:45**
Produttore: **F.I.S. SPA**

• Accettazione

Data: **29/01/2024**
Condizioni: **Integro**
Conformità: **Conforme**
Note: **CIG 9426275834 - CUP E21B18000590001**

Contenitore: **Sacchetto**

• Dati relativi al campionamento

(*) Data campionamento: **25/01/2024**
A cura di: **Cliente**
(*) Luogo campionamento: **CALCINATELLO - EX CAVA GHIAIA - CONSORZIO MEDIO CHIESE**
(*) Punto campionamento: **SOTTO COLTIVO/FS**

• Risultati

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Limiti
* Residuo secco 105°C <i>DM 13/09/1999 SO GU N.248 21/10/199 Met. II.2</i>	% p/p	78,72	
* Scheletro (2 cm - 2mm) <i>DM 13/09/1999 SO GU N.248 21/10/199 Met. II.1</i>	%	73,88	
* Sabbia fine (<2mm) <i>DM 13/09/1999 SO GU N.248 21/10/199 Met. II.1</i>	%	26,12	
* Arsenico (As) <i>UNI EN 13657:2004, UNI EN ISO 11885:2009</i>	mg/kg s.s.	< 10	^(*) [L1] > 20 [L2] > 50
* Cadmio (Cd) <i>UNI EN 13657:2004, UNI EN ISO 11885:2009</i>	mg/kg s.s.	< 1	^(*) [L1] > 2 [L2] > 15
* Cobalto (Co) <i>UNI EN 13657:2004, UNI EN ISO 11885:2009</i>	mg/kg s.s.	< 10	^(*) [L1] > 20 [L2] > 250
* Nichel (Ni) <i>UNI EN 13657:2004, UNI EN ISO 11885:2009</i>	mg/kg s.s.	< 10	^(*) [L1] > 120 [L2] > 500
* Piombo (Pb) <i>UNI EN 13657:2004, UNI EN ISO 11885:2009</i>	mg/kg s.s.	< 10	^(*) [L1] > 100 [L2] > 1000

segue Rapporto di prova n°: **24LA00365** del **06/02/2024**

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Limiti
* Rame (Cu) <i>UNI EN 13657:2004, UNI EN ISO 11885:2009</i>	mg/kg s.s.	< 10	^(*) [L1] > 120 [L2] > 600
* Zinco (Zn) <i>UNI EN 13657:2004, UNI EN ISO 11885:2009</i>	mg/kg s.s.	18	^(*) [L1] > 150 [L2] > 1500
* Mercurio (Hg) <i>UNI EN 13657:2004, UNI EN ISO 11885:2009</i>	mg/kg s.s.	< 0,5	^(*) [L1] > 1 [L2] > 5
* Idrocarburi pesanti C>12 <i>ISO 16703:2004</i>	mg/kg s.s.	< 25	^(*) [L1] > 50 [L2] > 750
* Cromo (Cr) <i>UNI EN 13657:2004, UNI EN ISO 11885:2009</i>	mg/kg s.s.	< 10	^(*) [L1] > 150 [L2] > 800
* Cromo esavalente <i>CNR IRSA 16 Q64 Vol.3 1986</i>	mg/kg s.s.	< 1	^(*) [L1] > 2 [L2] > 15
* Amianto <i>D.M.06/09/94 GU N.288 10/12/94 All. 1 Met.A</i>	mg/kg s.s.	< 1000	^(*) [L1] > 1000 [L2] > 1000
* Benzene [§1] <i>CNR IRSA 23b Q64 Vol.3 1990</i>	mg/kg s.s.	< 0,1	^(*) [L1] > 0,1 [L2] > 2
* Etilbenzene [§1] <i>CNR IRSA 23b Q64 Vol.3 1990</i>	mg/kg s.s.	< 0,1	^(*) [L1] > 0,5 [L2] > 50
* Xileni [§1] <i>CNR IRSA 23b Q64 Vol.3 1990</i>	mg/kg s.s.	< 0,1	^(*) [L1] > 0,5 [L2] > 50
* Stirene [§1] <i>CNR IRSA 23b Q64 Vol.3 1990</i>	mg/kg s.s.	< 0,1	^(*) [L1] > 0,5 [L2] > 50
* Toluene [§1] <i>CNR IRSA 23b Q64 Vol.3 1990</i>	mg/kg s.s.	< 0,1	^(*) [L1] > 0,5 [L2] > 50
* Sommatoria Organici Aromatici [§1] <i>Calcolo</i>	mg/kg s.s.	< 0,4	^(*) [L1] > 1 [L2] > 100
* Benzo(a)antracene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,5 [L2] > 10
* Benzo(a)pirene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,1 [L2] > 10
* Benzo(b)fluorantene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,5 [L2] > 10
* Benzo(k)fluorantene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,5 [L2] > 10
* Benzo(g,h,i)perilene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,1 [L2] > 10
* Crisene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 5 [L2] > 50
* Dibenzo(a,e)pirene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,1 [L2] > 10
* Dibenzo(a,f)pirene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,1 [L2] > 10
* Dibenzo(a,i)pirene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,1 [L2] > 10
* Dibenzo(a,h)pirene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,1 [L2] > 10
* Dibenzo(a,h)antracene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,1 [L2] > 10

segue Rapporto di prova n°: **24LA00365** del **06/02/2024**

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Limiti
* Indeno(1,2,3-c.d)pirene [§1] EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,1 [L2] > 5
* Pirene [§1] EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 5 [L2] > 50
* Sommatoria IPA Calcolo	mg/kg s.s.	< 0,5	^(*) [L1] > 10 [L2] > 100

Limiti

^(*) Allegato 5 al Titolo V della Parte IV Tabella 1 del Decreto Legislativo 3 aprile 2006 n. 152
[L1] Colonna A: Siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale
[L2] Colonna B: Siti ad uso commerciale e industriale

24LA00365/01 S9 - Test di cessione

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Limiti
pH UNI EN 12457-2:2004, APAT CNR IRSA 2060 Man 29 2003	Unità di pH	8,5	^(*) [L1] 5,5 - 12,0
* COD UNI EN 12457-2:2004, ISO15705	mg/L O2	5	^(*) [L1] > 30
* Arsenico UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	5,5	^(*) [L1] > 50
* Bario UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	mg/L	0,0082	^(*) [L1] > 1
* Berillio UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	4,2	^(*) [L1] > 10
* Cadmio UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	2,8	^(*) [L1] > 5
* Cobalto UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	< 5	^(*) [L1] > 250
* Cromo UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	5,3	^(*) [L1] > 50
* Mercurio UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	< 0,1	^(*) [L1] > 1
* Nichel UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	< 1	^(*) [L1] > 10
* Piombo UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	< 5	^(*) [L1] > 50
* Rame UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	mg/L	< 0,005	^(*) [L1] > 0,05
* Selenio UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	4,0	^(*) [L1] > 10
* Vanadio UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	< 1	^(*) [L1] > 250
* Zinco UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	mg/L	< 0,005	^(*) [L1] > 3
Nitrati UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 10304-1:2009	mg/L	< 5	^(*) [L1] > 50
Cloruri UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 10304-1:2009	mg/L	1,0	^(*) [L1] > 100

segue Rapporto di prova n°: **24LA00365** del **06/02/2024**

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Limiti
Fluoruri <i>UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 10304-1:2009</i>	mg/L	0,60	^(*) [L1] > 1,5
Solfati <i>UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 10304-1:2009</i>	mg/L	5,3	^(*) [L1] > 250
* Cianuri <i>UNI EN 12457-2:2004, APAT CNR IRSA 4070 Man 29 2003</i>	µg/L	< 20	^(*) [L1] > 50
* Amianto <i>D.M.06/09/94 GU N.288 10/12/94 All. 1 Met.A</i>	mg/L	< 30	^(*) [L1] > 30

Limiti

^(*) Allegato 3 Decreto 5 aprile 2006 n°186 (regolamento recante modifiche al decreto ministeriale 5 febbraio 1998)
 [L1] Limiti di concentrazione nell'eluato

Riferimenti analisi in subappalto

[§1]: Prova subappaltata

(*): prova non accreditata da ACCREDIA

(*): informazioni fornite dal cliente

Regola decisionale applicata:

Nella valutazione della conformità del valore rispetto al limite non viene considerata l'incertezza di misura.

Preparativa Eluato secondo UNI EN 12457-2:2004

- Conduttività: 51,3 µS/cm
- Durata tra fine agitazione e inizio della separazione: 15 min
- Durata fase di centrifugazione: 0 min
- Durata della separazione completa: 10 min
- Frazione di dimensioni eccedenti i 4 mm: 0 %
- Frazione non macinabile: 0 %
- Massa del campione di Laboratorio: 10349 g
- Massa della porzione di prova: 0,09 kg
- Natura del rifiuto: Granulare
- Portata di filtrazione dell'eluato: 2 ml/cm²/h
- Temperatura esecuzione della prova: 22 °C
- Temperatura: 21 °C
- Umidità: 21,3 %
- Volume di eluato filtrato: 0,1 L
- Volume di agente liscivante: 900 ml

Giudizio: Limitatamente ai parametri analizzati il campione RIENTRA nei limiti stabiliti dalla Tabella 1, Allegato 5, Parte IV, D. Lgs. 152/06, Colonna A, Siti ad uso Verde pubblico, privato e residenziale e RIENTRA nei limiti stabiliti dalla Tabella 1, Allegato 5, Parte IV, D. Lgs. 152/06, Colonna B, Siti ad uso Commerciale e Industriale. Limitatamente ai parametri analizzati il campione RIENTRA nei limiti stabiliti dall'Allegato 3 Decreto 5 aprile 2006 n°186 (regolamento recante modifiche al Decreto Ministeriale 5 febbraio 1998)

I risultati analitici si riferiscono esclusivamente al campione sottoposto a prova.

Nei casi in cui il laboratorio non sia responsabile del campionamento, i risultati si riferiscono al campione così come ricevuto. La riproduzione parziale del presente rapporto di prova non è consentita senza autorizzazione scritta del laboratorio.

Direttore del Laboratorio

Dott. Michael Plebani

 Ordine dei Chimici e dei Fisici
 della Provincia di Brescia N° 276
 Sez. A - Chimico


Pagina 4 di 4

Laus SRL

Via Palazzolo, 146 - 25031 - Capriolo (BS)

P.IVA 03876530985

info@lausambiente.it - Tel. 0309176202 - www.lausambiente.it

Rapporto di prova n°: **24LA00366 del 06/02/2024**



Spett.le
F.I.S. SPA
PIAZZA INVALIDI SUL LAVORO 28
24064 GRUMELLO (BG)

● Dati relativi al campione

(*) Descrizione: **S10 - Analisi sul secco**
Matrice: **Terreno**
Data inizio analisi: **29/01/2024 14:00** Data fine analisi: **06/02/2024 14:45**
Produttore: **F.I.S. SPA**

● Accettazione

Data: **29/01/2024**
Condizioni: **Integro**
Conformità: **Conforme**
Note: **CIG 9426275834 - CUP E21B18000590001**

Contenitore: **Sacchetto**

● Dati relativi al campionamento

(*) Data campionamento: **25/01/2024**
A cura di: **Cliente**
(*) Luogo campionamento: **CALCINATELLO - EX CAVA GHIAIA - CONSORZIO MEDIO CHIESE**
(*) Punto campionamento: **SOTTO COLTIVO/FS**

● Risultati

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Limiti
* Residuo secco 105°C <i>DM 13/09/1999 SO GU N.248 21/10/199 Met. II.2</i>	% p/p	95,29	
* Scheletro (2 cm - 2mm) <i>DM 13/09/1999 SO GU N.248 21/10/199 Met. II.1</i>	%	80,81	
* Sabbia fine (<2mm) <i>DM 13/09/1999 SO GU N.248 21/10/199 Met. II.1</i>	%	19,19	
* Arsenico (As) <i>UNI EN 13657:2004, UNI EN ISO 11885:2009</i>	mg/kg s.s.	< 10	^(*) [L1] > 20 [L2] > 50
* Cadmio (Cd) <i>UNI EN 13657:2004, UNI EN ISO 11885:2009</i>	mg/kg s.s.	< 1	^(*) [L1] > 2 [L2] > 15
* Cobalto (Co) <i>UNI EN 13657:2004, UNI EN ISO 11885:2009</i>	mg/kg s.s.	< 10	^(*) [L1] > 20 [L2] > 250
* Nichel (Ni) <i>UNI EN 13657:2004, UNI EN ISO 11885:2009</i>	mg/kg s.s.	< 10	^(*) [L1] > 120 [L2] > 500
* Piombo (Pb) <i>UNI EN 13657:2004, UNI EN ISO 11885:2009</i>	mg/kg s.s.	< 10	^(*) [L1] > 100 [L2] > 1000

segue Rapporto di prova n°: 24LA00366 del 06/02/2024

Parametro <i>Metodo</i>	U.M.	Risultato	Limiti
* Rame (Cu) <i>UNI EN 13657:2004, UNI EN ISO 11885:2009</i>	mg/kg s.s.	< 10	^(*) [L1] > 120 [L2] > 600
* Zinco (Zn) <i>UNI EN 13657:2004, UNI EN ISO 11885:2009</i>	mg/kg s.s.	< 10	^(*) [L1] > 150 [L2] > 1500
* Mercurio (Hg) <i>UNI EN 13657:2004, UNI EN ISO 11885:2009</i>	mg/kg s.s.	< 0,5	^(*) [L1] > 1 [L2] > 5
* Idrocarburi pesanti C>12 <i>ISO 16703:2004</i>	mg/kg s.s.	< 25	^(*) [L1] > 50 [L2] > 750
* Cromo (Cr) <i>UNI EN 13657:2004, UNI EN ISO 11885:2009</i>	mg/kg s.s.	< 10	^(*) [L1] > 150 [L2] > 800
* Cromo esavalente <i>CNR IRSA 16 Q64 Vol.3 1996</i>	mg/kg s.s.	< 1	^(*) [L1] > 2 [L2] > 15
* Amianto <i>D.M.06/09/94 GU N.288 10/12/94 All. 1 MeLA</i>	mg/kg s.s.	< 1000	^(*) [L1] > 1000 [L2] > 1000
* Benzene <i>[§1] CNR IRSA 23b Q64 Vol.3 1990</i>	mg/kg s.s.	< 0,1	^(*) [L1] > 0,1 [L2] > 2
* Etilbenzene <i>[§1] CNR IRSA 23b Q64 Vol.3 1990</i>	mg/kg s.s.	< 0,1	^(*) [L1] > 0,5 [L2] > 50
* Xileni <i>[§1] CNR IRSA 23b Q64 Vol.3 1990</i>	mg/kg s.s.	< 0,1	^(*) [L1] > 0,5 [L2] > 50
* Stirene <i>[§1] CNR IRSA 23b Q64 Vol.3 1990</i>	mg/kg s.s.	< 0,1	^(*) [L1] > 0,5 [L2] > 50
* Toluene <i>[§1] CNR IRSA 23b Q64 Vol.3 1990</i>	mg/kg s.s.	< 0,1	^(*) [L1] > 0,5 [L2] > 50
* Sommatoria Organici Aromatici <i>[§1] Calcolo</i>	mg/kg s.s.	< 0,4	^(*) [L1] > 1 [L2] > 100
* Benzo(a)antracene <i>[§1] EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,5 [L2] > 10
* Benzo(a)pirene <i>[§1] EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,1 [L2] > 10
* Benzo(b)fluorantene <i>[§1] EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,5 [L2] > 10
* Benzo(k)fluorantene <i>[§1] EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,5 [L2] > 10
* Benzo(g,h,i)perilene <i>[§1] EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,1 [L2] > 10
* Crisene <i>[§1] EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 5 [L2] > 50
* Dibenzo(a,e)pirene <i>[§1] EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,1 [L2] > 10
* Dibenzo(a,l)pirene <i>[§1] EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,1 [L2] > 10
* Dibenzo(a,i)pirene <i>[§1] EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,1 [L2] > 10
* Dibenzo(a,h)pirene <i>[§1] EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,1 [L2] > 10
* Dibenzo(a,h)antracene <i>[§1] EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,1 [L2] > 10

segue Rapporto di prova n°: **24LA00366** del **06/02/2024**

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Limiti
* Indeno(1,2,3-c,d)pirene [S1] EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,1 [L2] > 5
* Pirene [S1] EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 5 [L2] > 50
* Sommatoria IPA Calcolo	mg/kg s.s.	< 0,5	^(*) [L1] > 10 [L2] > 100

Limiti

^(*) Allegato 5 al Titolo V della Parte IV Tabella 1 del Decreto Legislativo 3 aprile 2006 n.152
 [L1] Colonna A: Siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale
 [L2] Colonna B: Siti ad uso commerciale e industriale

24LA00366/01 S10 - Test di cessione

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Limiti
pH UNI EN 12457-2:2004, APAT CNR IRSA 2060 Man 29 2003	Unità di pH	8,5	^(*) [L1] 5,5 - 12,0
* COD UNI EN 12457-2:2004, ISO15705	mg/L O ₂	< 5	^(*) [L1] > 30
* Arsenico UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	6,1	^(*) [L1] > 50
* Bario UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	mg/L	0,0050	^(*) [L1] > 1
* Berillio UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	4,2	^(*) [L1] > 10
* Cadmio UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	2,8	^(*) [L1] > 5
* Cobalto UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	< 5	^(*) [L1] > 250
* Cromo UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	< 5	^(*) [L1] > 50
* Mercurio UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	< 0,1	^(*) [L1] > 1
* Nichel UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	< 1	^(*) [L1] > 10
* Piombo UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	< 5	^(*) [L1] > 50
* Rame UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	mg/L	< 0,005	^(*) [L1] > 0,05
* Selenio UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	2,3	^(*) [L1] > 10
* Vanadio UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	< 1	^(*) [L1] > 250
* Zinco UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	mg/L	< 0,005	^(*) [L1] > 3
Nitrati UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 10304-1:2009	mg/L	< 5	^(*) [L1] > 50
Cloruri UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 10304-1:2009	mg/L	0,54	^(*) [L1] > 100

segue Rapporto di prova n°: **24LA00366** del **06/02/2024**

Parametro <i>Metodo</i>	U.M.	Risultato	Limiti
Fluoruri <i>UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 10304-1:2009</i>	mg/L	< 0,5	(*) [L1] > 1,5
Solfati <i>UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 10304-1:2009</i>	mg/L	3,1	(*) [L1] > 250
* Cianuri <i>UNI EN 12457-2:2004, APAT CNR IRSA 4070 Man 29 2003</i>	µg/L	< 20	(*) [L1] > 50
* Amianto <i>D.M.06/09/94 GU N.288 10/12/94 All. 1 Met.A</i>	mg/L	< 30	(*) [L1] > 30

Limiti

 (*) Allegato 3 Decreto 5 aprile 2006 n°186 (regolamento recante modifiche al decreto ministeriale 5 febbraio 1998)
 [L1] Limiti di concentrazione nell'eluato

Riferimenti analisi in subappalto

[S1]: Prova subappaltata

(*): prova non accreditata da ACCREDIA

(*): informazioni fornite dal cliente

Regola decisionale applicata:

Nella valutazione della conformità del valore rispetto al limite non viene considerata l'incertezza di misura.

Preparativa Eluato secondo UNI EN 12457-2:2004

- Conduttività: 56,5 µS/cm
- Durata tra fine agitazione e inizio della separazione: 15 min
- Durata fase di centrifugazione: 0 min
- Durate della separazione completa: 10 min
- Frazione di dimensioni eccedenti i 4 mm: 0 %
- Frazione non macinabile: 0 %
- Massa del campione di Laboratorio: 10354 g
- Massa della porzione di prova: 0,09 kg
- Natura del rifiuto: Granulare
- Portata di filtrazione dell'eluato: 2 ml/cm²/h
- Temperatura esecuzione della prova: 22 °C
- Temperatura: 21 °C
- Umidità: 4,7 %
- Volume di eluato filtrato: 0,1 L
- Volume di agente liscivante: 900 ml

Giudizio: Limitatamente ai parametri analizzati il campione RIENTRA nei limiti stabiliti dalla Tabella 1, Allegato 5, Parte IV, D. Lgs. 152/06, Colonna A, Siti ad uso Verde pubblico, privato e residenziale e RIENTRA nei limiti stabiliti dalla Tabella 1, Allegato 5, Parte IV, D. Lgs. 152/06, Colonna B, Siti ad uso Commerciale e Industriale.

Limitatamente ai parametri analizzati il campione RIENTRA nei limiti stabiliti dall'Allegato 3 Decreto 5 aprile 2006 n°186 (regolamento recante modifiche al Decreto Ministeriale 5 febbraio 1998)

I risultati analitici si riferiscono esclusivamente al campione sottoposto a prova.

Nei casi in cui il laboratorio non sia responsabile del campionamento, i risultati si riferiscono al campione così come ricevuto.

La riproduzione parziale del presente rapporto di prova non è consentita senza autorizzazione scritta del laboratorio.

Direttore del Laboratorio

Dott. Michael Plebani

 Ordine dei Chimici e dei Fisici
 della Provincia di Brescia N° 276
 Sez. A - Chimico


Rapporto di prova n°: 24LA00367 del 06/02/2024


 Spett.le
F.I.S. SPA
 PIAZZA INVALIDI SUL LAVORO 28
 24064 GRUMELLO (BG)

• Dati relativi al campione

 (°) Descrizione: **S15 - Analisi sul secco**
 Matrice: **Terreno**
 Data inizio analisi: **29/01/2024 14:00** Data fine analisi: **06/02/2024 14:45**
 Produttore: **F.I.S. SPA**

• Accettazione

 Data: **29/01/2024**
 Condizioni: **Integro**
 Conformità: **Conforme**
 Note: **CIG 9426275834 - CUP E21B18000590001**

 Contenitore: **Sacchetto**

• Dati relativi al campionamento

 (°) Data campionamento: **25/01/2024**
 A cura di: **Cliente**
 (°) Luogo campionamento: **CALCINATELLO - EX CAVA GHIAIA - CONSORZIO MEDIO CHIESE**
 (°) Punto campionamento: **SOTTO COLTIVO/FS**

• Risultati

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Limiti
* Residuo secco 105°C <i>DM 13/09/1999 SO GU N.248 21/10/199 MeL II.2</i>	% p/p	79,89	
* Scheletro (2 cm - 2mm) <i>DM 13/09/1999 SO GU N.248 21/10/199 MeL II.1</i>	%	18,66	
* Sabbia fine (<2mm) <i>DM 13/09/1999 SO GU N.248 21/10/199 MeL II.1</i>	%	81,34	
* Arsenico (As) <i>UNI EN 13657:2004, UNI EN ISO 11885:2009</i>	mg/kg s.s.	< 10	(*) [L1] > 20 [L2] > 50
* Cadmio (Cd) <i>UNI EN 13657:2004, UNI EN ISO 11885:2009</i>	mg/kg s.s.	< 1	(*) [L1] > 2 [L2] > 15
* Cobalto (Co) <i>UNI EN 13657:2004, UNI EN ISO 11885:2009</i>	mg/kg s.s.	< 10	(*) [L1] > 20 [L2] > 250
* Nichel (Ni) <i>UNI EN 13657:2004, UNI EN ISO 11885:2009</i>	mg/kg s.s.	12	(*) [L1] > 120 [L2] > 500
* Piombo (Pb) <i>UNI EN 13657:2004, UNI EN ISO 11885:2009</i>	mg/kg s.s.	11	(*) [L1] > 100 [L2] > 1000

segue Rapporto di prova n°: **24LA00367** del **06/02/2024**

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Limiti
* Rame (Cu) <i>UNI EN 13657:2004, UNI EN ISO 11885:2009</i>	mg/kg s.s.	11	^(*) [L1] > 120 [L2] > 600
* Zinco (Zn) <i>UNI EN 13657:2004, UNI EN ISO 11885:2009</i>	mg/kg s.s.	64	^(*) [L1] > 150 [L2] > 1500
* Mercurio (Hg) <i>UNI EN 13657:2004, UNI EN ISO 11885:2009</i>	mg/kg s.s.	< 0,5	^(*) [L1] > 1 [L2] > 5
* Idrocarburi pesanti C>12 <i>ISO 16703:2004</i>	mg/kg s.s.	< 25	^(*) [L1] > 50 [L2] > 750
* Cromo (Cr) <i>UNI EN 13657:2004, UNI EN ISO 11885:2009</i>	mg/kg s.s.	17	^(*) [L1] > 150 [L2] > 800
* Cromo esavalente <i>CNR IRSA 16 Q64 Vol.3 1986</i>	mg/kg s.s.	< 1	^(*) [L1] > 2 [L2] > 15
* Amianto <i>D.M.06/09/94 GU N.288 10/12/94 All. 1 Met.A</i>	mg/kg s.s.	< 1000	^(*) [L1] > 1000 [L2] > 1000
* Benzene [§1] <i>CNR IRSA 23b Q64 Vol.3 1990</i>	mg/kg s.s.	< 0,1	^(*) [L1] > 0,1 [L2] > 2
* Etilbenzene [§1] <i>CNR IRSA 23b Q64 Vol.3 1990</i>	mg/kg s.s.	< 0,1	^(*) [L1] > 0,5 [L2] > 50
* Xileni [§1] <i>CNR IRSA 23b Q64 Vol.3 1990</i>	mg/kg s.s.	< 0,1	^(*) [L1] > 0,5 [L2] > 50
* Stirene [§1] <i>CNR IRSA 23b Q64 Vol.3 1990</i>	mg/kg s.s.	< 0,1	^(*) [L1] > 0,5 [L2] > 50
* Toluene [§1] <i>CNR IRSA 23b Q64 Vol.3 1990</i>	mg/kg s.s.	< 0,1	^(*) [L1] > 0,5 [L2] > 50
* Sommatoria Organici Aromatici [§1] <i>Calcolo</i>	mg/kg s.s.	< 0,4	^(*) [L1] > 1 [L2] > 100
* Benzo(a)antracene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,5 [L2] > 10
* Benzo(a)pirene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,1 [L2] > 10
* Benzo(b)fluorantene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,5 [L2] > 10
* Benzo(k)fluorantene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,5 [L2] > 10
* Benzo(g,h,i)perilene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,1 [L2] > 10
* Crisene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 5 [L2] > 50
* Dibenzo(a,e)pirene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,1 [L2] > 10
* Dibenzo(a,l)pirene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,1 [L2] > 10
* Dibenzo(a,i)pirene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,1 [L2] > 10
* Dibenzo(a,h)pirene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,1 [L2] > 10
* Dibenzo(a,h)antracene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,1 [L2] > 10

segue Rapporto di prova n°: **24LA00367 del 06/02/2024**

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Limiti
* Indeno(1,2,3-c,d)pirene [§1] EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,1 [L2] > 5
* Pirene [§1] EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 5 [L2] > 50
* Sommatoria IPA Calcolo	mg/kg s.s.	< 0,5	^(*) [L1] > 10 [L2] > 100

Limiti

^(*) Allegato 5 al Titolo V della Parte IV Tabella 1 del Decreto Legislativo 3 aprile 2006 n.152
 [L1] Colonna A: Siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale
 [L2] Colonna B: Siti ad uso commerciale e industriale

24LA00367/01 S15 - Test di cessione

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Limiti
pH UNI EN 12457-2:2004, APAT CNR IRSA 2080 Man 29 2003	Unità di pH	8,8	^(*) [L1] 5,5 - 12,0
* COD UNI EN 12457-2:2004, ISO15705	mg/L O2	5	^(*) [L1] > 30
* Arsenico UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	< 5	^(*) [L1] > 50
* Bario UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	mg/L	0,0056	^(*) [L1] > 1
* Berillio UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	4,1	^(*) [L1] > 10
* Cadmio UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	2,8	^(*) [L1] > 5
* Cobalto UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	< 5	^(*) [L1] > 250
* Cromo UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	5,2	^(*) [L1] > 50
* Mercurio UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	< 0,1	^(*) [L1] > 1
* Nichel UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	< 1	^(*) [L1] > 10
* Piombo UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	< 5	^(*) [L1] > 50
* Rame UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	mg/L	< 0,005	^(*) [L1] > 0,05
* Selenio UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	2,3	^(*) [L1] > 10
* Vanadio UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	< 1	^(*) [L1] > 250
* Zinco UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	mg/L	< 0,005	^(*) [L1] > 3
Nitrati UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 10304-1:2009	mg/L	< 5	^(*) [L1] > 50
Cloruri UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 10304-1:2009	mg/L	0,61	^(*) [L1] > 100

segue Rapporto di prova n°: **24LA00367** del **06/02/2024**

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Limiti
Fluoruri <i>UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 10304-1:2009</i>	mg/L	< 0,5	^(*) [L1] > 1,5
Solfati <i>UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 10304-1:2009</i>	mg/L	2,5	^(*) [L1] > 250
* Cianuri <i>UNI EN 12457-2:2004, APAT CNR IRSA 4070 Man 29 2003</i>	µg/L	< 20	^(*) [L1] > 50
* Amianto <i>D.M.06/09/94 GU N.288 10/12/94 All. 1 Mel.A</i>	mg/L	< 30	^(*) [L1] > 30

Limiti

^(*) Allegato 3 Decreto 5 aprile 2006 n°186 (regolamento recante modifiche al decreto ministeriale 5 febbraio 1998)
[L1] Limiti di concentrazione nell'eluato

Riferimenti analisi in subappalto

[§1]: Prova subappaltata

(*): prova non accreditata da ACCREDIA

(°): informazioni fornite dal cliente

Regola decisionale applicata:

Nella valutazione della conformità del valore rispetto al limite non viene considerata l'incertezza di misura.

Preparativa Eluato secondo UNI EN 12457-2:2004

- Conduttività: 51,7 µS/cm
- Durata tra fine agitazione e inizio della separazione: 15 min
- Durata fase di centrifugazione: 0 min
- Durata della separazione completa: 10 min
- Frazione di dimensioni eccedenti 14 mm: 0 %
- Frazione non macinabile: 0 %
- Massa del campione di Laboratorio: 10367 g
- Massa della porzione di prova: 0,09 kg
- Natura del rifiuto: Granulare
- Portata di filtrazione dell'eluato: 2 ml/cm²/h
- Temperatura esecuzione della prova: 22 °C
- Temperatura: 21 °C
- Umidità: 20,1 %
- Volume di eluato filtrato: 0,1 L
- Volume di agente liscivante: 900 ml

Giudizio: Limitatamente ai parametri analizzati il campione RIENTRA nei limiti stabiliti dalla Tabella 1, Allegato 5, Parte IV, D. Lgs. 152/06, Colonna A, Siti ad uso Verde pubblico, privato e residenziale e RIENTRA nei limiti stabiliti dalla Tabella 1, Allegato 5, Parte IV, D. Lgs. 152/06, Colonna B, Siti ad uso Commerciale e Industriale. Limitatamente ai parametri analizzati il campione RIENTRA nei limiti stabiliti dall'Allegato 3 Decreto 5 aprile 2006 n°186 (regolamento recante modifiche al Decreto Ministeriale 5 febbraio 1998)

I risultati analitici si riferiscono esclusivamente al campione sottoposto a prova.

Nei casi in cui il laboratorio non sia responsabile del campionamento, i risultati si riferiscono al campione così come ricevuto. La riproduzione parziale del presente rapporto di prova non è consentita senza autorizzazione scritta del laboratorio.

Direttore del Laboratorio

Dott. Michael Plebani

 Ordine dei Chimici e dei Fisici
della Provincia di Brescia N° 276
Sez. A - Chimico


Rapporto di prova n°: **24LA00368 del 06/02/2024**



Spett.le
F.I.S. SPA
PIAZZA INVALIDI SUL LAVORO 28
24064 GRUMELLO (BG)

● Dati relativi al campione

(*) Descrizione: **S16 - Analisi sul secco**
Matrice: **Terreno**
Data inizio analisi: **29/01/2024 14:00** Data fine analisi: **06/02/2024 14:45**
Produttore: **F.I.S. SPA**

● Accettazione

Data: **29/01/2024**
Condizioni: **Integro**
Conformità: **Conforme**
Note: **CIG 9426275834 - CUP E21B18000590001**

Contenitore: **Sacchetto**

● Dati relativi al campionamento

(*) Data campionamento: **25/01/2024**
A cura di: **Cliente**
(*) Luogo campionamento: **CALCINATELLO - EX CAVA GHIAIA - CONSORZIO MEDIO CHIESE**
(*) Punto campionamento: **SOTTO COLTIVO/FS**

● Risultati

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Limiti
* Residuo secco 105°C <i>DM 13/09/1999 SO GU N.248 21/10/199 Met. II.2</i>	% p/p	97,46	
* Scheletro (2 cm - 2mm) <i>DM 13/09/1999 SO GU N.248 21/10/199 Met. II.1</i>	%	65,66	
* Sabbia fine (<2mm) <i>DM 13/09/1999 SO GU N.248 21/10/199 Met. II.1</i>	%	34,34	
* Arsenico (As) <i>UNI EN 13657:2004, UNI EN ISO 11885:2009</i>	mg/kg s.s.	< 10	(*) [L1] > 20 [L2] > 50
* Cadmio (Cd) <i>UNI EN 13657:2004, UNI EN ISO 11885:2009</i>	mg/kg s.s.	< 1	(*) [L1] > 2 [L2] > 15
* Cobalto (Co) <i>UNI EN 13657:2004, UNI EN ISO 11885:2009</i>	mg/kg s.s.	< 10	(*) [L1] > 20 [L2] > 250
* Nichel (Ni) <i>UNI EN 13657:2004, UNI EN ISO 11885:2009</i>	mg/kg s.s.	< 10	(*) [L1] > 120 [L2] > 500
* Piombo (Pb) <i>UNI EN 13657:2004, UNI EN ISO 11885:2009</i>	mg/kg s.s.	< 10	(*) [L1] > 100 [L2] > 1000

segue Rapporto di prova n°: **24LA00368** del **06/02/2024**

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Limiti
* Rame (Cu) <i>UNI EN 13657:2004, UNI EN ISO 11885:2009</i>	mg/kg s.s.	< 10	^(*) [L1] > 120 [L2] > 600
* Zinco (Zn) <i>UNI EN 13657:2004, UNI EN ISO 11885:2009</i>	mg/kg s.s.	15	^(*) [L1] > 150 [L2] > 1500
* Mercurio (Hg) <i>UNI EN 13657:2004, UNI EN ISO 11885:2009</i>	mg/kg s.s.	< 0,5	^(*) [L1] > 1 [L2] > 5
* Idrocarburi pesanti C>12 <i>ISO 16703:2004</i>	mg/kg s.s.	< 25	^(*) [L1] > 50 [L2] > 750
* Cromo (Cr) <i>UNI EN 13657:2004, UNI EN ISO 11885:2009</i>	mg/kg s.s.	< 10	^(*) [L1] > 150 [L2] > 800
* Cromo esavalente <i>CNR IRSA 16 Q64 Vol.3 1986</i>	mg/kg s.s.	< 1	^(*) [L1] > 2 [L2] > 15
* Amianto <i>D.M.06/09/94 GU N.288 10/12/94 All. 1 Met.A</i>	mg/kg s.s.	< 1000	^(*) [L1] > 1000 [L2] > 1000
* Benzene [§1] <i>CNR IRSA 23b Q64 Vol.3 1990</i>	mg/kg s.s.	< 0,1	^(*) [L1] > 0,1 [L2] > 2
* Etilbenzene [§1] <i>CNR IRSA 23b Q64 Vol.3 1990</i>	mg/kg s.s.	< 0,1	^(*) [L1] > 0,5 [L2] > 50
* Xileni [§1] <i>CNR IRSA 23b Q64 Vol.3 1990</i>	mg/kg s.s.	< 0,1	^(*) [L1] > 0,5 [L2] > 50
* Stirene [§1] <i>CNR IRSA 23b Q64 Vol.3 1990</i>	mg/kg s.s.	< 0,1	^(*) [L1] > 0,5 [L2] > 50
* Toluene [§1] <i>CNR IRSA 23b Q64 Vol.3 1990</i>	mg/kg s.s.	< 0,1	^(*) [L1] > 0,5 [L2] > 50
* Sommatoria Organici Aromatici [§1] <i>Calcolo</i>	mg/kg s.s.	< 0,4	^(*) [L1] > 1 [L2] > 100
* Benzo(a)antracene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,5 [L2] > 10
* Benzo(a)pirene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,1 [L2] > 10
* Benzo(b)fluorantene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,5 [L2] > 10
* Benzo(k)fluorantene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,5 [L2] > 10
* Benzo(g,h,i)perilene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,1 [L2] > 10
* Crisene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 5 [L2] > 50
* Dibenzo(a,e)pirene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,1 [L2] > 10
* Dibenzo(a,f)pirene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,1 [L2] > 10
* Dibenzo(a,i)pirene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,1 [L2] > 10
* Dibenzo(a,h)pirene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,1 [L2] > 10
* Dibenzo(a,h)antracene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,1 [L2] > 10

segue Rapporto di prova n°: **24LA00368** del **06/02/2024**

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Limiti
* Indeno(1,2,3-c,d)pirene [§1] EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,1 [L2] > 5
* Pirene [§1] EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 5 [L2] > 50
* Sommatoria IPA Calcolo	mg/kg s.s.	< 0,5	^(*) [L1] > 10 [L2] > 100

Limiti

^(*) Allegato 5 al Titolo V della Parte IV Tabella 1 del Decreto Legislativo 3 aprile 2006 n.152
[L1] Colonna A: Siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale
[L2] Colonna B: Siti ad uso commerciale e industriale

24LA00368/01 S16 - Test di cessione

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Limiti
pH UNI EN 12457-2:2004, APAT CNR IRSA 2060 Man 29 2003	Unità di pH	8,6	^(*) [L1] 5,5 - 12,0
* COD UNI EN 12457-2:2004, ISO15705	mg/L O2	< 5	^(*) [L1] > 30
* Arsenico UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	< 5	^(*) [L1] > 50
* Bario UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	mg/L	0,0054	^(*) [L1] > 1
* Berillio UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	4,1	^(*) [L1] > 10
* Cadmio UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	2,8	^(*) [L1] > 5
* Cobalto UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	< 5	^(*) [L1] > 250
* Cromo UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	< 5	^(*) [L1] > 50
* Mercurio UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	< 0,1	^(*) [L1] > 1
* Nichel UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	< 1	^(*) [L1] > 10
* Piombo UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	< 5	^(*) [L1] > 50
* Rame UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	mg/L	< 0,005	^(*) [L1] > 0,05
* Selenio UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	1,4	^(*) [L1] > 10
* Vanadio UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	< 1	^(*) [L1] > 250
* Zinco UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	mg/L	< 0,005	^(*) [L1] > 3
Nitrati UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 10304-1:2009	mg/L	< 5	^(*) [L1] > 50
Cloruri UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 10304-1:2009	mg/L	0,58	^(*) [L1] > 100

segue Rapporto di prova n°: **24LA00368** del **06/02/2024**

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Limiti
Fluoruri <i>UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 10304-1:2009</i>	mg/L	< 0,5	^(*) [L1] > 1,5
Solfati <i>UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 10304-1:2009</i>	mg/L	3,0	^(*) [L1] > 250
* Cianuri <i>UNI EN 12457-2:2004, APAT CNR IRSA 4070 Man 29 2003</i>	µg/L	< 20	^(*) [L1] > 50
* Amianto <i>D.M.06/09/94 GU N.288 10/12/94 All. 1 Met.A</i>	mg/L	< 30	^(*) [L1] > 30

Limiti

^(*) Allegato 3 Decreto 5 aprile 2006 n°186 (regolamento recante modifiche al decreto ministeriale 5 febbraio 1998)
[L1] Limiti di concentrazione nell'eluato

Riferimenti analisi in subappalto

§1): Prova subappaltata

(*): prova non accreditata da ACCREDIA

(*): Informazioni fornite dal cliente

Regola decisionale applicata:

Nella valutazione della conformità del valore rispetto al limite non viene considerata l'incertezza di misura.

Preparativa Eluato secondo UNI EN 12457-2:2004

- Conduttività: 43,8 µS/cm
- Durata tra fine agitazione e inizio della separazione: 15 min
- Durata fase di centrifugazione: 0 min
- Durata della separazione completa: 10 min
- Frazione di dimensioni eccedenti i 4 mm: 0 %
- Frazione non macinabile: 0 %
- Massa del campione di Laboratorio: 10846 g
- Massa della porzione di prova: 0,09 kg
- Natura del rifiuto: Granulare
- Portata di filtrazione dell'eluato: 2 ml/cm²/h
- Temperatura esecuzione della prova: 22 °C
- Temperatura: 21 °C
- Umidità: 2,5 %
- Volume di eluato filtrato: 0,1 L
- Volume di agente liscivante: 900 ml

Giudizio: Limitatamente ai parametri analizzati il campione RIENTRA nei limiti stabiliti dalla Tabella 1, Allegato 5, Parte IV, D. Lgs. 152/06, Colonna A, Siti ad uso Verde pubblico, privato e residenziale e RIENTRA nei limiti stabiliti dalla Tabella 1, Allegato 5, Parte IV, D. Lgs. 152/06, Colonna B, Siti ad uso Commerciale e Industriale.

Limitatamente ai parametri analizzati il campione RIENTRA nei limiti stabiliti dall'Allegato 3 Decreto 5 aprile 2006 n°186 (regolamento recante modifiche al Decreto Ministeriale 5 febbraio 1998)

I risultati analitici si riferiscono esclusivamente al campione sottoposto a prova.

Nei casi in cui il laboratorio non sia responsabile del campionamento, i risultati si riferiscono al campione così come ricevuto.

La riproduzione parziale del presente rapporto di prova non è consentita senza autorizzazione scritta del laboratorio.

Direttore del Laboratorio

Dott. Michael Plebani

 Ordine dei Chimici e dei Fisici
della Provincia di Brescia N° 276
Sez. A - Chimico


Rapporto di prova n°: **24LA00369 del 06/02/2024**



Spett.le
F.I.S. SPA
PIAZZA INVALIDI SUL LAVORO 28
24064 GRUMELLO (BG)

● Dati relativi al campione

(*) Descrizione: **S19 - Analisi sul secco**
Matrice: **Terreno**
Data inizio analisi: **29/01/2024 14:00** Data fine analisi: **06/02/2024 14:45**
Produttore: **F.I.S. SPA**

● Accettazione

Data: **29/01/2024**
Condizioni: **Integro**
Conformità: **Conforme**
Note: **CIG 9426275834 - CUP E21B18000590001**

Contenitore: **Sacchetto**

● Dati relativi al campionamento

(*) Data campionamento: **25/01/2024**
A cura di: **Cliente**
(*) Luogo campionamento: **CALCINATELLO - EX CAVA GHIAIA - CONSORZIO MEDIO CHIESE**
(*) Punto campionamento: **SOTTO COLTIVO/FS**

● Risultati

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Limiti
* Residuo secco 105°C <i>DM 13/09/1999 SO GU N.248 21/10/199 Met. II.2</i>	% p/p	76,17	
* Scheletro (2 cm - 2mm) <i>DM 13/09/1999 SO GU N.248 21/10/199 Met. II.1</i>	%	42,65	
* Sabbia fine (<2mm) <i>DM 13/09/1999 SO GU N.248 21/10/199 Met. II.1</i>	%	57,35	
* Arsenico (As) <i>UNI EN 13657:2004, UNI EN ISO 11885:2009</i>	mg/kg s.s.	< 10	(*) [L1] > 20 [L2] > 50
* Cadmio (Cd) <i>UNI EN 13657:2004, UNI EN ISO 11885:2009</i>	mg/kg s.s.	< 1	(*) [L1] > 2 [L2] > 15
* Cobalto (Co) <i>UNI EN 13657:2004, UNI EN ISO 11885:2009</i>	mg/kg s.s.	< 10	(*) [L1] > 20 [L2] > 250
* Nichel (Ni) <i>UNI EN 13657:2004, UNI EN ISO 11885:2009</i>	mg/kg s.s.	< 10	(*) [L1] > 120 [L2] > 500
* Piombo (Pb) <i>UNI EN 13657:2004, UNI EN ISO 11885:2009</i>	mg/kg s.s.	< 10	(*) [L1] > 100 [L2] > 1000

segue Rapporto di prova n°: **24LA00369** del **06/02/2024**

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Limiti
* Rame (Cu) <i>UNI EN 13657:2004, UNI EN ISO 11885:2009</i>	mg/kg s.s.	< 10	^(*) [L1] > 120 [L2] > 600
* Zinco (Zn) <i>UNI EN 13657:2004, UNI EN ISO 11885:2009</i>	mg/kg s.s.	34	^(*) [L1] > 150 [L2] > 1500
* Mercurio (Hg) <i>UNI EN 13657:2004, UNI EN ISO 11885:2009</i>	mg/kg s.s.	0,80	^(*) [L1] > 1 [L2] > 5
* Idrocarburi pesanti C>12 <i>ISO 16703:2004</i>	mg/kg s.s.	< 25	^(*) [L1] > 50 [L2] > 750
* Cromo (Cr) <i>UNI EN 13657:2004, UNI EN ISO 11885:2009</i>	mg/kg s.s.	13	^(*) [L1] > 150 [L2] > 800
* Cromo esavalente <i>CNR IRSA 16 Q64 Vol.3 1986</i>	mg/kg s.s.	< 1	^(*) [L1] > 2 [L2] > 15
* Amianto <i>D.M.06/09/94 GU N.288 10/12/94 All. 1 Met.A</i>	mg/kg s.s.	< 1000	^(*) [L1] > 1000 [L2] > 1000
* Benzene [§1] <i>CNR IRSA 23b Q64 Vol.3 1990</i>	mg/kg s.s.	< 0,1	^(*) [L1] > 0,1 [L2] > 2
* Etilbenzene [§1] <i>CNR IRSA 23b Q64 Vol.3 1990</i>	mg/kg s.s.	< 0,1	^(*) [L1] > 0,5 [L2] > 50
* Xileni [§1] <i>CNR IRSA 23b Q64 Vol.3 1990</i>	mg/kg s.s.	< 0,1	^(*) [L1] > 0,5 [L2] > 50
* Stirene [§1] <i>CNR IRSA 23b Q64 Vol.3 1990</i>	mg/kg s.s.	< 0,1	^(*) [L1] > 0,5 [L2] > 50
* Toluene [§1] <i>CNR IRSA 23b Q64 Vol.3 1990</i>	mg/kg s.s.	< 0,1	^(*) [L1] > 0,5 [L2] > 50
* Sommatoria Organici Aromatici [§1] <i>Calcolo</i>	mg/kg s.s.	< 0,4	^(*) [L1] > 1 [L2] > 100
* Benzo(a)antracene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,5 [L2] > 10
* Benzo(a)pirene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,1 [L2] > 10
* Benzo(b)fluorantene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,5 [L2] > 10
* Benzo(k)fluorantene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,5 [L2] > 10
* Benzo(g,h,i)perilene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,1 [L2] > 10
* Crisene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 5 [L2] > 50
* Dibenzo(a,e)pirene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,1 [L2] > 10
* Dibenzo(a,l)pirene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,1 [L2] > 10
* Dibenzo(a,i)pirene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,1 [L2] > 10
* Dibenzo(a,h)pirene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,1 [L2] > 10
* Dibenzo(a,h)antracene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,1 [L2] > 10

segue Rapporto di prova n°: 24LA00369 del 06/02/2024

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Limiti
* Indeno(1,2,3-c,d)pirene [§1] EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,1 [L2] > 5
* Pirene [§1] EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 5 [L2] > 50
* Sommatoria IPA Calcolo	mg/kg s.s.	< 0,5	^(*) [L1] > 10 [L2] > 100

Limiti

^(*) Allegato 5 al Titolo V della Parte IV Tabella 1 del Decreto Legislativo 3 aprile 2006 n.152
 [L1] Colonna A: Siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale
 [L2] Colonna B: Siti ad uso commerciale e industriale

24LA00369/01 S19 - Test di cessione

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Limiti
pH UNI EN 12457-2:2004, APAT CNR IRSA 2060 Man 29 2003	Unità di pH	8,4	^(*) [L1] 5,5 - 12,0
* COD UNI EN 12457-2:2004, ISO15705	mg/L O2	< 5	^(*) [L1] > 30
* Arsenico UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	7,1	^(*) [L1] > 50
* Bario UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	mg/L	0,0095	^(*) [L1] > 1
* Berillio UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	4,1	^(*) [L1] > 10
* Cadmio UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	2,8	^(*) [L1] > 5
* Cobalto UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	< 5	^(*) [L1] > 250
* Cromo UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	5,0	^(*) [L1] > 50
* Mercurio UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	< 0,1	^(*) [L1] > 1
* Nichel UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	1,0	^(*) [L1] > 10
* Piombo UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	< 5	^(*) [L1] > 50
* Rame UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	mg/L	< 0,005	^(*) [L1] > 0,05
* Selenio UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	2,6	^(*) [L1] > 10
* Vanadio UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	2,5	^(*) [L1] > 250
* Zinco UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	mg/L	< 0,005	^(*) [L1] > 3
Nitrati UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 10304-1:2009	mg/L	< 5	^(*) [L1] > 50
Cloruri UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 10304-1:2009	mg/L	0,54	^(*) [L1] > 100

segue Rapporto di prova n°: **24LA00369** del **06/02/2024**

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Limiti
Fluoruri <i>UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 10304-1:2009</i>	mg/L	< 0,5	(*) [L1] > 1,5
Solfati <i>UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 10304-1:2009</i>	mg/L	2,8	(*) [L1] > 250
* Cianuri <i>UNI EN 12457-2:2004, APAT CNR IRSA 4070 Man 29 2003</i>	µg/L	< 20	(*) [L1] > 50
* Amianto <i>D.M. 06/09/94 GU N.288 10/12/94 All. 1 Met.A</i>	mg/L	< 30	(*) [L1] > 30

Limiti
 (*) Allegato 3 Decreto 5 aprile 2006 n°186 (regolamento recante modifiche al decreto ministeriale 5 febbraio 1998)
 [L1] Limiti di concentrazione nell'eluato

Riferimenti analisi in subappalto

(§1): Prova subappaltata

(*): prova non accreditata da ACCREDIA

(*): informazioni fornite dal cliente

Regola decisionale applicata:

Nella valutazione della conformità del valore rispetto al limite non viene considerata l'incertezza di misura.

Preparativa Eluato secondo UNI EN 12457-2:2004

- Conduttività: 54,8 µS/cm
- Durata tra fine agitazione e inizio della separazione: 15 min
- Durata fase di centrifugazione: 0 min
- Durata della separazione completa: 10 min
- Frazione di dimensioni eccedenti i 4 mm: 0 %
- Frazione non macinabile: 0 %
- Massa del campione di Laboratorio: 10648 g
- Massa della porzione di prova: 0,09 kg
- Natura del rifiuto: Granulare
- Portata di filtrazione dell'eluato: 2 ml/cm²/h
- Temperatura esecuzione della prova: 22 °C
- Temperatura: 21 °C
- Umidità: 23,8 %
- Volume di eluato filtrato: 0,1 L
- Volume di agente liscivante: 900 ml

Giudizio: Limitatamente ai parametri analizzati il campione RIENTRA nei limiti stabiliti dalla Tabella 1, Allegato 5, Parte IV, D. Lgs. 152/06, Colonna A, Siti ad uso Verde pubblico, privato e residenziale e RIENTRA nei limiti stabiliti dalla Tabella 1, Allegato 5, Parte IV, D. Lgs. 152/06, Colonna B, Siti ad uso Commerciale e Industriale.

Limitatamente ai parametri analizzati il campione RIENTRA nei limiti stabiliti dall'Allegato 3 Decreto 5 aprile 2006 n°186 (regolamento recante modifiche al Decreto Ministeriale 5 febbraio 1998)

I risultati analitici si riferiscono esclusivamente al campione sottoposto a prova.

Nei casi in cui il laboratorio non sia responsabile del campionamento, i risultati si riferiscono al campione così come ricevuto. La riproduzione parziale del presente rapporto di prova non è consentita senza autorizzazione scritta del laboratorio.

Direttore del Laboratorio

Dott. Michael Plebani

 Ordine dei Chimici e dei Fisici
 della Provincia di Brescia N° 276
 Sez. A - Chimico


Rapporto di prova n°: **24LA00370** del **06/02/2024**



Spett.le
F.I.S. SPA
PIAZZA INVALIDI SUL LAVORO 28
24064 GRUMELLO (BG)

● Dati relativi al campione

(*) Descrizione: **S22 - Analisi sul secco**
Matrice: **Terreno**
Data inizio analisi: **29/01/2024 14:00** Data fine analisi: **06/02/2024 14:45**
Produttore: **F.I.S. SPA**

● Accettazione

Data: **29/01/2024**
Condizioni: **Integro**
Conformità: **Conforme**
Note: **CIG 9426275834 - CUP E21B18000590001**

Contenitore: **Sacchetto**

● Dati relativi al campionamento

(*) Data campionamento: **25/01/2024**
A cura di: **Cliente**
(*) Luogo campionamento: **CALCINATELLO - EX CAVA GHIAIA - CONSORZIO MEDIO CHIESE**
(*) Punto campionamento: **SOTTO COLTIVO/FS**

● Risultati

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Limiti
* Residuo secco 105°C <i>DM 13/09/1999 SO GU N.248 21/10/199 Met. II.2</i>	% p/p	79,90	
* Scheletro (2 cm - 2mm) <i>DM 13/09/1999 SO GU N.248 21/10/199 Met. II.1</i>	%	15,98	
* Sabbia fine (<2mm) <i>DM 13/09/1999 SO GU N.248 21/10/199 Met. II.1</i>	%	84,02	
* Arsenico (As) <i>UNI EN 13657:2004, UNI EN ISO 11885:2009</i>	mg/kg s.s.	< 10	(*) [L1] > 20 [L2] > 50
* Cadmio (Cd) <i>UNI EN 13657:2004, UNI EN ISO 11885:2009</i>	mg/kg s.s.	< 1	(*) [L1] > 2 [L2] > 15
* Cobalto (Co) <i>UNI EN 13657:2004, UNI EN ISO 11885:2009</i>	mg/kg s.s.	< 10	(*) [L1] > 20 [L2] > 250
* Nichel (Ni) <i>UNI EN 13657:2004, UNI EN ISO 11885:2009</i>	mg/kg s.s.	11	(*) [L1] > 120 [L2] > 500
* Piombo (Pb) <i>UNI EN 13657:2004, UNI EN ISO 11885:2009</i>	mg/kg s.s.	< 10	(*) [L1] > 100 [L2] > 1000

segue Rapporto di prova n°: **24LA00370** del **06/02/2024**

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Limiti
* Rame (Cu) <i>UNI EN 13657:2004, UNI EN ISO 11885:2009</i>	mg/kg s.s.	13	^(*) [L1] > 120 [L2] > 600
* Zinco (Zn) <i>UNI EN 13657:2004, UNI EN ISO 11885:2009</i>	mg/kg s.s.	40	^(*) [L1] > 150 [L2] > 1500
* Mercurio (Hg) <i>UNI EN 13657:2004, UNI EN ISO 11885:2009</i>	mg/kg s.s.	< 0,5	^(*) [L1] > 1 [L2] > 5
* Idrocarburi pesanti C>12 <i>ISO 16703:2004</i>	mg/kg s.s.	< 25	^(*) [L1] > 50 [L2] > 750
* Cromo (Cr) <i>UNI EN 13657:2004, UNI EN ISO 11885:2009</i>	mg/kg s.s.	23	^(*) [L1] > 150 [L2] > 800
* Cromo esavalente <i>CNR IRSA 16 Q64 Vol.3 1986</i>	mg/kg s.s.	< 1	^(*) [L1] > 2 [L2] > 15
* Amianto <i>D.M.06/09/94 GU N.288 10/12/94 All. 1 Met.A</i>	mg/kg s.s.	< 1000	^(*) [L1] > 1000 [L2] > 1000
* Benzene [§1] <i>CNR IRSA 23b Q64 Vol.3 1990</i>	mg/kg s.s.	< 0,1	^(*) [L1] > 0,1 [L2] > 2
* Etilbenzene [§1] <i>CNR IRSA 23b Q64 Vol.3 1990</i>	mg/kg s.s.	< 0,1	^(*) [L1] > 0,5 [L2] > 50
* Xileni [§1] <i>CNR IRSA 23b Q64 Vol.3 1990</i>	mg/kg s.s.	< 0,1	^(*) [L1] > 0,5 [L2] > 50
* Stirene [§1] <i>CNR IRSA 23b Q64 Vol.3 1990</i>	mg/kg s.s.	< 0,1	^(*) [L1] > 0,5 [L2] > 50
* Toluene [§1] <i>CNR IRSA 23b Q64 Vol.3 1990</i>	mg/kg s.s.	< 0,1	^(*) [L1] > 0,5 [L2] > 50
* Sommatoria Organici Aromatici [§1] <i>Calcolo</i>	mg/kg s.s.	< 0,4	^(*) [L1] > 1 [L2] > 100
* Benzo(a)antracene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,5 [L2] > 10
* Benzo(a)pirene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,1 [L2] > 10
* Benzo(b)fluorantene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,5 [L2] > 10
* Benzo(k)fluorantene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,5 [L2] > 10
* Benzo(g,h,i)perilene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,1 [L2] > 10
* Crisene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 5 [L2] > 50
* Dibenzo(a,e)pirene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,1 [L2] > 10
* Dibenzo(a,f)pirene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,1 [L2] > 10
* Dibenzo(a,i)pirene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,1 [L2] > 10
* Dibenzo(a,h)pirene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,1 [L2] > 10
* Dibenzo(a,h)antracene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,1 [L2] > 10

segue Rapporto di prova n°: **24LA00370** del **06/02/2024**

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Limiti
* Indeno(1,2,3-c,d)pirene [§1] EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,1 [L2] > 5
* Pirene [§1] EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 5 [L2] > 50
* Sommatoria IPA Calcolo	mg/kg s.s.	< 0,5	^(*) [L1] > 10 [L2] > 100

Limiti

(*) Allegato 5 al Titolo V della Parte IV Tabella 1 del Decreto Legislativo 3 aprile 2006 n.152

[L1] Colonna A: Siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale

[L2] Colonna B: Siti ad uso commerciale e industriale

24LA00370/01 S22 - Test di cessione

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Limiti
pH UNI EN 12457-2:2004, APAT CNR IRSA 2060 Man 29 2003	Unità di pH	8,0	^(*) [L1] 5,5 - 12,0
* COD UNI EN 12457-2:2004, ISO15705	mg/L O2	< 5	^(*) [L1] > 30
* Arsenico UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	7,0	^(*) [L1] > 50
* Bario UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	mg/L	0,011	^(*) [L1] > 1
* Berillio UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	4,1	^(*) [L1] > 10
* Cadmio UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	2,8	^(*) [L1] > 5
* Cobalto UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	< 5	^(*) [L1] > 250
* Cromo UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	5,3	^(*) [L1] > 50
* Mercurio UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	< 0,1	^(*) [L1] > 1
* Nichel UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	< 1	^(*) [L1] > 10
* Piombo UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	< 5	^(*) [L1] > 50
* Rame UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	mg/L	< 0,005	^(*) [L1] > 0,05
* Selenio UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	1,8	^(*) [L1] > 10
* Vanadio UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	6,4	^(*) [L1] > 250
* Zinco UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	mg/L	< 0,005	^(*) [L1] > 3
Nitrati UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 10304-1:2009	mg/L	< 5	^(*) [L1] > 50
Cloruri UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 10304-1:2009	mg/L	1,2	^(*) [L1] > 100

segue Rapporto di prova n°: **24LA00370** del **06/02/2024**

Parametro <i>Metodo</i>	U.M.	Risultato	Limiti
Fluoruri <i>UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 10304-1:2009</i>	mg/L	0,50	(*) [L1] > 1,5
Solfati <i>UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 10304-1:2009</i>	mg/L	12	(*) [L1] > 250
* Cianuri <i>UNI EN 12457-2:2004, APAT CNR IRSA 4070 Man 29 2003</i>	µg/L	< 20	(*) [L1] > 50
* Amianto <i>D.M.06/09/94 GU N.288 10/12/94 All. 1 Met.A</i>	mg/L	< 30	(*) [L1] > 30

Limiti
 (*) Allegato 3 Decreto 5 aprile 2006 n°186 (regolamento recante modifiche al decreto ministeriale 5 febbraio 1998)
 [L1] Limiti di concentrazione nell'eluato

Riferimenti analisi in subappalto

[§1]: Prova subappaltata

(*): prova non accreditata da ACCREDIA

(*): informazioni fornite dal cliente

Regola decisionale applicata:

Nella valutazione della conformità del valore rispetto al limite non viene considerata l'incertezza di misura.

Preparativa Eluato secondo UNI EN 12457-2:2004

- Conduttività: 82,2 µS/cm
- Durata tra fine agitazione e inizio della separazione: 15 min
- Durata fase di centrifugazione: 0 min
- Durata della separazione completa: 10 min
- Frazione di dimensioni eccedenti i 4 mm: 0 %
- Frazione non macinabile: 0 %
- Massa del campione di Laboratorio: 10379 g
- Massa della porzione di prova: 0,09 kg
- Natura del rifiuto: Granulare
- Portata di filtrazione dell'eluato: 2 ml/cm²/h
- Temperatura esecuzione della prova: 22 °C
- Temperatura: 21 °C
- Umidità: 20,1 %
- Volume di eluato filtrato: 0,1 L
- Volume di agente liscivante: 900 ml

Giudizio: Limitatamente ai parametri analizzati il campione RIENTRA nei limiti stabiliti dalla Tabella 1, Allegato 5, Parte IV, D. Lgs. 152/06, Colonna A, Siti ad uso Verde pubblico, privato e residenziale e RIENTRA nei limiti stabiliti dalla Tabella 1, Allegato 5, Parte IV, D. Lgs. 152/06, Colonna B, Siti ad uso Commerciale e Industriale.

Limitatamente ai parametri analizzati il campione RIENTRA nei limiti stabiliti dall'Allegato 3 Decreto 5 aprile 2006 n°186 (regolamento recante modifiche al Decreto Ministeriale 5 febbraio 1998)

I risultati analitici si riferiscono esclusivamente al campione sottoposto a prova.

Nei casi in cui il laboratorio non sia responsabile del campionamento, i risultati si riferiscono al campione così come ricevuto.

La riproduzione parziale del presente rapporto di prova non è consentita senza autorizzazione scritta del laboratorio.

Direttore del Laboratorio

Dott. Michael Plebani

 Ordine dei Chimici e dei Fisici
 della Provincia di Brescia N° 276
 Sez. A - Chimico


Rapporto di prova n°: 24LA00371 del 06/02/2024

Spett.le
F.I.S. SPA
PIAZZA INVALIDI SUL LAVORO 28
24064 GRUMELLO (BG)
• Dati relativi al campione

(*) Descrizione: **S34 - Analisi sul secco**
 Matrice: **Terreno**
 Data inizio analisi: **29/01/2024 14:00** Data fine analisi: **06/02/2024 14:45**
 Produttore: **F.I.S. SPA**

• Accettazione

Data: **29/01/2024**
 Condizioni: **Integro**
 Conformità: **Conforme**
 Note: **CIG 9426275834 - CUP E21B18000590001**

 Contenitore: **Sacchetto**
• Dati relativi al campionamento

(*) Data campionamento: **25/01/2024**
 A cura di: **Cliente**
 (*) Luogo campionamento: **CALCINATELLO - EX CAVA GHIAIA - CONSORZIO MEDIO CHIESE**
 (*) Punto campionamento: **SOTTO COLTIVO/FS**

• Risultati

Parametro <i>Metodo</i>	U.M.	Risultato	Limiti
* Residuo secco 105°C <i>DM 13/09/1999 SO GU N.248 21/10/199 Met. II.2</i>	% p/p	84,16	
* Scheletro (2 cm - 2mm) <i>DM 13/09/1999 SO GU N.248 21/10/199 Met. II.1</i>	%	73,04	
* Sabbia fine (<2mm) <i>DM 13/09/1999 SO GU N.248 21/10/199 Met. II.1</i>	%	26,96	
* Arsenico (As) <i>UNI EN 13657:2004, UNI EN ISO 11885:2009</i>	mg/kg s.s.	< 10	(*) [L1] > 20 [L2] > 50
* Cadmio (Cd) <i>UNI EN 13657:2004, UNI EN ISO 11885:2009</i>	mg/kg s.s.	< 1	(*) [L1] > 2 [L2] > 15
* Cobalto (Co) <i>UNI EN 13657:2004, UNI EN ISO 11885:2009</i>	mg/kg s.s.	< 10	(*) [L1] > 20 [L2] > 250
* Nichel (Ni) <i>UNI EN 13657:2004, UNI EN ISO 11885:2009</i>	mg/kg s.s.	< 10	(*) [L1] > 120 [L2] > 500
* Piombo (Pb) <i>UNI EN 13657:2004, UNI EN ISO 11885:2009</i>	mg/kg s.s.	< 10	(*) [L1] > 100 [L2] > 1000

segue Rapporto di prova n°: **24LA00371** del **06/02/2024**

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Limiti
* Rame (Cu) <i>UNI EN 13657:2004, UNI EN ISO 11885:2009</i>	mg/kg s.s.	< 10	^(*) [L1] > 120 [L2] > 600
* Zinco (Zn) <i>UNI EN 13657:2004, UNI EN ISO 11885:2009</i>	mg/kg s.s.	16	^(*) [L1] > 150 [L2] > 1500
* Mercurio (Hg) <i>UNI EN 13657:2004, UNI EN ISO 11885:2009</i>	mg/kg s.s.	< 0,5	^(*) [L1] > 1 [L2] > 5
* Idrocarburi pesanti C>12 <i>ISO 16703:2004</i>	mg/kg s.s.	< 25	^(*) [L1] > 50 [L2] > 750
* Cromo (Cr) <i>UNI EN 13657:2004, UNI EN ISO 11885:2009</i>	mg/kg s.s.	< 10	^(*) [L1] > 150 [L2] > 800
* Cromo esavalente <i>CNR IRSA 16 Q64 Vol.3 1986</i>	mg/kg s.s.	< 1	^(*) [L1] > 2 [L2] > 15
* Amianto <i>D.M.06/09/94 GU N.288 10/12/94 All. 1 Met.A</i>	mg/kg s.s.	< 1000	^(*) [L1] > 1000 [L2] > 1000
* Benzene [§1] <i>CNR IRSA 23b Q64 Vol.3 1990</i>	mg/kg s.s.	< 0,1	^(*) [L1] > 0,1 [L2] > 2
* Etilbenzene [§1] <i>CNR IRSA 23b Q64 Vol.3 1990</i>	mg/kg s.s.	< 0,1	^(*) [L1] > 0,5 [L2] > 50
* Xileni [§1] <i>CNR IRSA 23b Q64 Vol.3 1990</i>	mg/kg s.s.	< 0,1	^(*) [L1] > 0,5 [L2] > 50
* Stirene [§1] <i>CNR IRSA 23b Q64 Vol.3 1990</i>	mg/kg s.s.	< 0,1	^(*) [L1] > 0,5 [L2] > 50
* Toluene [§1] <i>CNR IRSA 23b Q64 Vol.3 1990</i>	mg/kg s.s.	< 0,1	^(*) [L1] > 0,5 [L2] > 50
* Sommatoria Organici Aromatici [§1] <i>Calcolo</i>	mg/kg s.s.	< 0,4	^(*) [L1] > 1 [L2] > 100
* Benzo(a)antracene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,5 [L2] > 10
* Benzo(a)pirene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,1 [L2] > 10
* Benzo(b)fluorantene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,5 [L2] > 10
* Benzo(k)fluorantene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,5 [L2] > 10
* Benzo(g,h,i)perilene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,1 [L2] > 10
* Crisene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 5 [L2] > 50
* Dibenzo(a,e)pirene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,1 [L2] > 10
* Dibenzo(a,l)pirene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,1 [L2] > 10
* Dibenzo(a,i)pirene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,1 [L2] > 10
* Dibenzo(a,h)pirene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,1 [L2] > 10
* Dibenzo(a,h)antracene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,1 [L2] > 10

segue Rapporto di prova n°: **24LA00371** del **06/02/2024**

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Limiti
* Indeno(1,2,3-c,d)pirene [§1] EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,05	(*) [L1] > 0,1 [L2] > 5
* Pirene [§1] EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,05	(*) [L1] > 5 [L2] > 50
* Sommatoria IPA <i>Calcolo</i>	mg/kg s.s.	< 0,5	(*) [L1] > 10 [L2] > 100

Limiti

 (*) Allegato 5 al Titolo V della Parte IV Tabella 1 del Decreto Legislativo 3 aprile 2006 n.152
 [L1] Colonna A: Siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale
 [L2] Colonna B: Siti ad uso commerciale e Industriale

24LA00371/01 S34 - Test di cessione

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Limiti
pH UNI EN 12457-2:2004, APAT CNR IRSA 2060 Man 29 2003	Unità di pH	8,1	(*) [L1] 5,5 - 12,0
* COD UNI EN 12457-2:2004, ISO15705	mg/L O2	< 5	(*) [L1] > 30
* Arsenico UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	< 5	(*) [L1] > 50
* Bario UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	mg/L	0,0061	(*) [L1] > 1
* Berillio UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	4,1	(*) [L1] > 10
* Cadmio UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	2,8	(*) [L1] > 5
* Cobalto UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	< 5	(*) [L1] > 250
* Cromo UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	< 5	(*) [L1] > 50
* Mercurio UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	< 0,1	(*) [L1] > 1
* Nichel UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	1,1	(*) [L1] > 10
* Piombo UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	< 5	(*) [L1] > 50
* Rame UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	mg/L	< 0,005	(*) [L1] > 0,05
* Selenio UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	< 1	(*) [L1] > 10
* Vanadio UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	< 1	(*) [L1] > 250
* Zinco UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	mg/L	< 0,005	(*) [L1] > 3
Nitrati UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 10304-1:2009	mg/L	< 5	(*) [L1] > 50
Cloruri UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 10304-1:2009	mg/L	0,60	(*) [L1] > 100

segue Rapporto di prova n°: **24LA00371** del **06/02/2024**

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Limiti
Fluoruri <i>UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 10304-1:2009</i>	mg/L	< 0,5	^(*) [L1] > 1,5
Solfati <i>UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 10304-1:2009</i>	mg/L	2,5	^(*) [L1] > 250
* Cianuri <i>UNI EN 12457-2:2004, APAT CNR IRSA 4070 Man 29 2003</i>	µg/L	< 20	^(*) [L1] > 50
* Amianto <i>D.M.06/09/94 GU N.288 10/12/94 All. 1 Met.A</i>	mg/L	< 30	^(*) [L1] > 30

Limiti

^(*) Allegato 3 Decreto 5 aprile 2006 n°186 (regolamento recante modifiche al decreto ministeriale 5 febbraio 1998)
[L1] Limiti di concentrazione nell'eluato

Riferimenti analisi in subappalto

[§1]: Prova subappaltata

(*): prova non accreditata da ACCREDIA

(^{*}): informazioni fornite dal cliente

Regola decisionale applicata:

Nella valutazione della conformità del valore rispetto al limite non viene considerata l'incertezza di misura.

Preparativa Eluato secondo UNI EN 12457-2:2004

- Conduttività: 58,3 µS/cm
- Durata tra fine agitazione e inizio della separazione: 15 min
- Durata fase di centrifugazione: 0 min
- Durata della separazione completa: 10 min
- Frazione di dimensioni eccedenti 14 µm: 0 %
- Frazione non macinabile: 0 %
- Massa del campione di Laboratorio: 10634 g
- Massa della porzione di prova: 0,09 kg
- Natura del rifiuto: Granulare
- Portata di filtrazione dell'eluato: 2 ml/cm²/h
- Temperatura esecuzione della prova: 22 °C
- Temperatura: 21 °C
- Umidità: 15,8 %
- Volume di eluato filtrato: 0,1 L
- Volume di agente liscivante: 900 ml

Giudizio: Limitatamente ai parametri analizzati il campione RIENTRA nei limiti stabiliti dalla Tabella 1, Allegato 5, Parte IV, D. Lgs. 152/06, Colonna A, Siti ad uso Verde pubblico, privato e residenziale e RIENTRA nei limiti stabiliti dalla Tabella 1, Allegato 5, Parte IV, D. Lgs. 152/06, Colonna B, Siti ad uso Commerciale e Industriale. Limitatamente ai parametri analizzati il campione RIENTRA nei limiti stabiliti dall'Allegato 3 Decreto 5 aprile 2006 n°186 (regolamento recante modifiche al Decreto Ministeriale 5 febbraio 1998)

I risultati analitici si riferiscono esclusivamente al campione sottoposto a prova.

Nei casi in cui il laboratorio non sia responsabile del campionamento, i risultati si riferiscono al campione così come ricevuto. La riproduzione parziale del presente rapporto di prova non è consentita senza autorizzazione scritta del laboratorio.

Direttore del Laboratorio

Dott. Michael Plebani

 Ordine dei Chimici e dei Fisici
della Provincia di Brescia N° 276
Sez. A - Chimico


Rapporto di prova n°: 24LA00372 del 06/02/2024

 Spett.le
F.I.S. SPA
 PIAZZA INVALIDI SUL LAVORO 28
 24064 GRUMELLO (BG)

• Dati relativi al campione

 (°) Descrizione: **S35 - Analisi sul secco**
 Matrice: **Terreno**
 Data inizio analisi: **29/01/2024 14:00** Data fine analisi: **06/02/2024 14:45**
 Produttore: **F.I.S. SPA**
• Accettazione

 Data: **29/01/2024**
 Condizioni: **Integro**
 Conformità: **Conforme**
 Note: **CIG 9426275834 - CUP E21B18000590001**

 Contenitore: **Sacchetto**
• Dati relativi al campionamento

 (°) Data campionamento: **25/01/2024**
 A cura di: **Cliente**
 (°) Luogo campionamento: **CALCINATELLO - EX CAVA GHIAIA - CONSORZIO MEDIO CHIESE**
 (°) Punto campionamento: **SOTTO COLTIVO/FS**
• Risultati

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Limiti
* Residuo secco 105°C <i>DM 13/09/1999 SO GU N.248 21/10/199 Met. II.2</i>	% p/p	90,71	
* Scheletro (2 cm - 2mm) <i>DM 13/09/1999 SO GU N.248 21/10/199 Met. II.1</i>	%	64,02	
* Sabbia fine (<2mm) <i>DM 13/09/1999 SO GU N.248 21/10/199 Met. II.1</i>	%	35,98	
* Arsenico (As) <i>UNI EN 13657:2004, UNI EN ISO 11885:2009</i>	mg/kg s.s.	< 10	(^{nf}) [L1] > 20 [L2] > 50
* Cadmio (Cd) <i>UNI EN 13657:2004, UNI EN ISO 11885:2009</i>	mg/kg s.s.	< 1	(^{nf}) [L1] > 2 [L2] > 15
* Cobalto (Co) <i>UNI EN 13657:2004, UNI EN ISO 11885:2009</i>	mg/kg s.s.	< 10	(^{nf}) [L1] > 20 [L2] > 250
* Nichel (Ni) <i>UNI EN 13657:2004, UNI EN ISO 11885:2009</i>	mg/kg s.s.	< 10	(^{nf}) [L1] > 120 [L2] > 500
* Piombo (Pb) <i>UNI EN 13657:2004, UNI EN ISO 11885:2009</i>	mg/kg s.s.	< 10	(^{nf}) [L1] > 100 [L2] > 1000

segue Rapporto di prova n°: **24LA00372** del **06/02/2024**

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Limiti
* Rame (Cu) <i>UNI EN 13657:2004, UNI EN ISO 11885:2009</i>	mg/kg s.s.	< 10	^(*) [L1] > 120 [L2] > 600
* Zinco (Zn) <i>UNI EN 13657:2004, UNI EN ISO 11885:2009</i>	mg/kg s.s.	15	^(*) [L1] > 150 [L2] > 1500
* Mercurio (Hg) <i>UNI EN 13657:2004, UNI EN ISO 11885:2009</i>	mg/kg s.s.	< 0,5	^(*) [L1] > 1 [L2] > 5
* Idrocarburi pesanti C>12 <i>ISO 16703:2004</i>	mg/kg s.s.	≈ 25	^(*) [L1] > 50 [L2] > 750
* Cromo (Cr) <i>UNI EN 13657:2004, UNI EN ISO 11885:2009</i>	mg/kg s.s.	< 10	^(*) [L1] > 150 [L2] > 800
* Cromo esavalente <i>CNR IRSA 16 Q64 Vol.3 1986</i>	mg/kg s.s.	< 1	^(*) [L1] > 2 [L2] > 15
* Amianto <i>D.M.06/09/94 GU N.288 10/12/94 All. 1 MeL.A</i>	mg/kg s.s.	< 1000	^(*) [L1] > 1000 [L2] > 1000
* Benzene [§1] <i>CNR IRSA 23b Q64 Vol.3 1990</i>	mg/kg s.s.	< 0,1	^(*) [L1] > 0,1 [L2] > 2
* Etilbenzene [§1] <i>CNR IRSA 23b Q64 Vol.3 1990</i>	mg/kg s.s.	< 0,1	^(*) [L1] > 0,5 [L2] > 50
* Xileni [§1] <i>CNR IRSA 23b Q64 Vol.3 1990</i>	mg/kg s.s.	< 0,1	^(*) [L1] > 0,5 [L2] > 50
* Stirene [§1] <i>CNR IRSA 23b Q64 Vol.3 1990</i>	mg/kg s.s.	< 0,1	^(*) [L1] > 0,5 [L2] > 50
* Toluene [§1] <i>CNR IRSA 23b Q64 Vol.3 1990</i>	mg/kg s.s.	< 0,1	^(*) [L1] > 0,5 [L2] > 50
* Sommatoria Organici Aromatici [§1] <i>Calcolo</i>	mg/kg s.s.	< 0,4	^(*) [L1] > 1 [L2] > 100
* Benzo(a)antracene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,5 [L2] > 10
* Benzo(a)pirene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,1 [L2] > 10
* Benzo(b)fluorantene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,5 [L2] > 10
* Benzo(k)fluorantene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,5 [L2] > 10
* Benzo(g,h,i)perilene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,1 [L2] > 10
* Crisene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 5 [L2] > 50
* Dibenzo(a,e)pirene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,1 [L2] > 10
* Dibenzo(a,l)pirene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,1 [L2] > 10
* Dibenzo(a,i)pirene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,1 [L2] > 10
* Dibenzo(a,h)pirene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,1 [L2] > 10
* Dibenzo(a,h)antracene [§1] <i>EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018</i>	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,1 [L2] > 10

segue Rapporto di prova n°: **24LA00372** del **06/02/2024**

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Limiti
* Indeno(1,2,3-c,d)pirene [§1] EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 0,1 [L2] > 5
* Pirene [§1] EPA 3541 1994, EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,05	^(*) [L1] > 5 [L2] > 50
* Sommatoria IPA Calcolo	mg/kg s.s.	< 0,5	^(*) [L1] > 10 [L2] > 100

Limiti

^(*) Allegato 5 al Titolo V della Parte IV Tabella 1 del Decreto Legislativo 3 aprile 2006 n.152
 [L1] Colonna A: Siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale
 [L2] Colonna B: Siti ad uso commerciale e industriale

24LA00372/01 S35 - Test di cessione

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Limiti
pH UNI EN 12457-2:2004, APAT CNR IRSA 2060 Man 29 2003	Unità di pH	8,1	^(*) [L1] 5,5 - 12,0
* COD UNI EN 12457-2:2004, ISO15705	mg/L O2	< 5	^(*) [L1] > 30
* Arsenico UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	5,2	^(*) [L1] > 50
* Bario UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	mg/L	0,0066	^(*) [L1] > 1
* Berillio UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	4,1	^(*) [L1] > 10
* Cadmio UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	2,8	^(*) [L1] > 5
* Cobalto UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	< 5	^(*) [L1] > 250
* Cromo UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	< 5	^(*) [L1] > 50
* Mercurio UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	< 0,1	^(*) [L1] > 1
* Nichel UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	< 1	^(*) [L1] > 10
* Piombo UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	< 5	^(*) [L1] > 50
* Rame UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	mg/L	< 0,005	^(*) [L1] > 0,05
* Selenio UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	2,7	^(*) [L1] > 10
* Vanadio UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	µg/L	< 1	^(*) [L1] > 250
* Zinco UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 11885:2009	mg/L	< 0,005	^(*) [L1] > 3
Nitrati UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 10304-1:2009	mg/L	< 5	^(*) [L1] > 50
Cloruri UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 10304-1:2009	mg/L	0,70	^(*) [L1] > 100

segue Rapporto di prova n°: **24LA00372** del **06/02/2024**

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Limiti
Fluoruri <i>UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 10304-1:2009</i>	mg/L	< 0,5	^(*) [L1] > 1,5
Solfati <i>UNI EN 12457-2:2004, UNI EN ISO 10304-1:2009</i>	mg/L	2,5	^(*) [L1] > 250
* Cianuri <i>UNI EN 12457-2:2004, APAT CNR IRSA 4070 Man 29 2003</i>	µg/L	< 20	^(*) [L1] > 50
* Amianto <i>D.M.06/09/94 GU N.288 10/12/94 All. 1 Met.A</i>	mg/L	< 30	^(*) [L1] > 30

Limiti

^(*) Allegato 3 Decreto 5 aprile 2006 n°186 (regolamento recante modifiche al decreto ministeriale 5 febbraio 1998)
[L1] Limiti di concentrazione nell'eluato

Riferimenti analisi in subappalto

[§1]: Prova subappaltata

(*): prova non accreditata da ACCREDIA

(*): informazioni fornite dal cliente

Regola decisionale applicata:

Nella valutazione della conformità del valore rispetto al limite non viene considerata l'incertezza di misura.

Preparativa Eluato secondo UNI EN 12457-2:2004

- Conduttività: 48,7 µS/cm
- Durata tra fine agitazione e inizio della separazione: 15 min
- Durata fase di centrifugazione: 0 min
- Durata della separazione completa: 10 min
- Frazione di dimensioni eccedenti i 4 mm: 0 %
- Frazione non macinabile: 0 %
- Massa del campione di Laboratorio: 10541 g
- Massa della porzione di prova: 0,09 kg
- Natura del rifiuto: Granulare
- Portata di filtrazione dell'eluato: 2 ml/cm²/h
- Temperatura esecuzione della prova: 22 °C
- Temperatura: 21 °C
- Umidità: 9,3 %
- Volume di eluato filtrato: 0,1 L
- Volume di agente liscivante: 900 ml

Giudizio: Limitatamente ai parametri analizzati il campione RIENTRA nei limiti stabiliti dalla Tabella 1, Allegato 5, Parte IV, D. Lgs. 152/06, Colonna A, Siti ad uso Verde pubblico, privato e residenziale e RIENTRA nei limiti stabiliti dalla Tabella 1, Allegato 5, Parte IV, D. Lgs. 152/06, Colonna B, Siti ad uso Commerciale e Industriale. Limitatamente ai parametri analizzati il campione RIENTRA nei limiti stabiliti dall'Allegato 3 Decreto 5 aprile 2006 n°186 (regolamento recante modifiche al Decreto Ministeriale 5 febbraio 1998).

I risultati analitici si riferiscono esclusivamente al campione sottoposto a prova.

Nei casi in cui il laboratorio non sia responsabile del campionamento, i risultati si riferiscono al campione così come ricevuto.

La riproduzione parziale del presente rapporto di prova non è consentita senza autorizzazione scritta del laboratorio.

Direttore del Laboratorio

Dott. Michael Plebani

 Ordine dei Chimici e dei Fisici
della Provincia di Brescia N° 276
Sez. A - Chimico
