



**STUDIO TECNICO ASSOCIATO**

Corso Trapani, 39 - 10139 TORINO

Tel. 011 / 447 07 00 (r.a.) - Fax 011 / 447 16 38

E-mail: info@geostudiotorino.it C. F. e P.I. 04664840016

**Relazione geologica geotecnica e sismica a corredo della  
realizzazione di un piazzale adibito a parcheggio in area del  
Comune di Valenza (AL).**

Committente:

**PGI S.p.A**

**Via Bernardino Ramazzini, 19**

**10154 Torino (TO)**

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
1.1	OGGETTO DELLO STUDIO .....	3
1.2	UBICAZIONE E LOCALIZZAZIONE TOPOGRAFICA.....	4
<b>2</b>	<b>RELAZIONE GEOLOGICA .....</b>	<b>5</b>
2.1	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO NEL CONTESTO REGIONALE.....	5
2.2	INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO A SCALA LOCALE .....	7
2.3	MODELLO GEOLOGICO .....	9
2.3.1	<i>Inquadramento geologico .....</i>	<i>9</i>
2.3.2	<i>Assetto litostratigrafico .....</i>	<i>10</i>
<b>3</b>	<b>CIRCOLAZIONE IDRICA SUPERFICIALE E SOTTERRANEA .....</b>	<b>15</b>
3.1	RETE IDROGRAFICA DELLA ZONA .....	15
3.2	CARATTERIZZAZIONE IDROGEOLOGICA .....	16
<b>4</b>	<b>PERICOLOSITÀ GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA E COMPATIBILITÀ DELL'INTERVENTO .....</b>	<b>18</b>
4.1	PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA DEL TERRITORIO .....	18
4.2	ANALISI DEL RISCHIO IDRAULICO .....	21
<b>5</b>	<b>ANALISI SISMICA.....</b>	<b>26</b>
5.1	INQUADRAMENTO NORMATIVO.....	26
5.2	STATI LIMITE DI RIFERIMENTO .....	28
5.3	PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA .....	30
5.4	CATEGORIA DI RISPOSTA SISMICA DEL SOTTOSUOLO.....	32
5.5	EFFETTI SISMICI DELLE CONDIZIONI TOPOGRAFICHE.....	34
5.6	AZIONE SISMICA LOCALE .....	35
5.7	RISCHI DI LIQUEFAZIONE DEL TERRENO DI FONDAZIONE .....	38
<b>6</b>	<b>RELAZIONE GEOTECNICA.....</b>	<b>39</b>
6.1	MODELLO GEOTECNICO DEL SOTTOSUOLO .....	39
6.1.1	<i>Indagini geotecniche in aree limitrofe .....</i>	<i>39</i>
6.1.2	<i>Prove geotecniche in sito .....</i>	<i>42</i>
6.2	INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE.....	46
6.3	DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI GEOTECNICI.....	50
6.5.	<b>VERIFICHE DI STABILITÀ .....</b>	<b>52</b>
6.5.2.	<i>Stabilità del pendio oggetto di intervento .....</i>	<i>52</i>
<b>7</b>	<b>ANALISI CHIMICHE DEI TERRENI.....</b>	<b>56</b>

<b>8</b>	<b>CONCLUSIONI .....</b>	<b>57</b>
	<b>ALLEGATI.....</b>	<b>59</b>
	<b>ALLEGATO 1: PROVE PENETROMETRICHE ED INDAGINE GEOFISICA.....</b>	
	<b>ALLEGATO 2: ANALISI CHIMICHE DEI TERRENI .....</b>	
	<b>ALLEGATO 3: VERIFICHE DI STABILITÀ.....</b>	

## 1 PREMESSA

### 1.1 Oggetto dello studio

La presente relazione geologico - tecnica ha lo scopo di illustrare le caratteristiche del sito, posto nei pressi di Via XII Settembre e Via Orefici, all'interno del Comune di Valenza (AL), ove è in progetto la realizzazione di un parcheggio.

La presente relazione geologico - tecnica si basa sull'attento esame delle informazioni e della documentazione progettuale, oltre che della letteratura geologica preesistente; in particolare, si è fatto riferimento agli studi redatti a corredo del P.R.G.C. del Comune di Valenza, le cui risultanze, in termini di suddivisione del territorio comunale in aree omogenee dal punto di vista della pericolosità geomorfologica ed idrogeologica, sono state consultate mediante il sito web del Comune medesimo.

Per la caratterizzazione di dettaglio del sito si sono inoltre effettuate indagini specifiche consistenti in, prove penetrometriche, indagini geofisiche, analisi chimiche dei terreni. Il numero e la tipologia delle prove sono stati definiti tenendo conto delle indicazioni della Committenza, dell'estensione del sito, delle prevedibili caratteristiche geologiche dello stesso, e della sua uniformità litologica e stratigrafica.

Nella presente relazione, sulla base delle conoscenze così acquisite, si è provveduto ad una ricostruzione delle caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e geotecniche del sito. A scala locale, infine, si è potuto fare riferimento sulle risultanze di 3 rilievi geomeccanici consistenti in prove penetrometriche dinamiche e una prova geosismica di tipo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves).

Più precisamente, i risultati dei sopralluoghi effettuati in sito, unitamente a dati d'archivio e di letteratura, sono stati utilizzati per procedere alla caratterizzazione e modellazione geologica del sito, così da definire, in particolare:

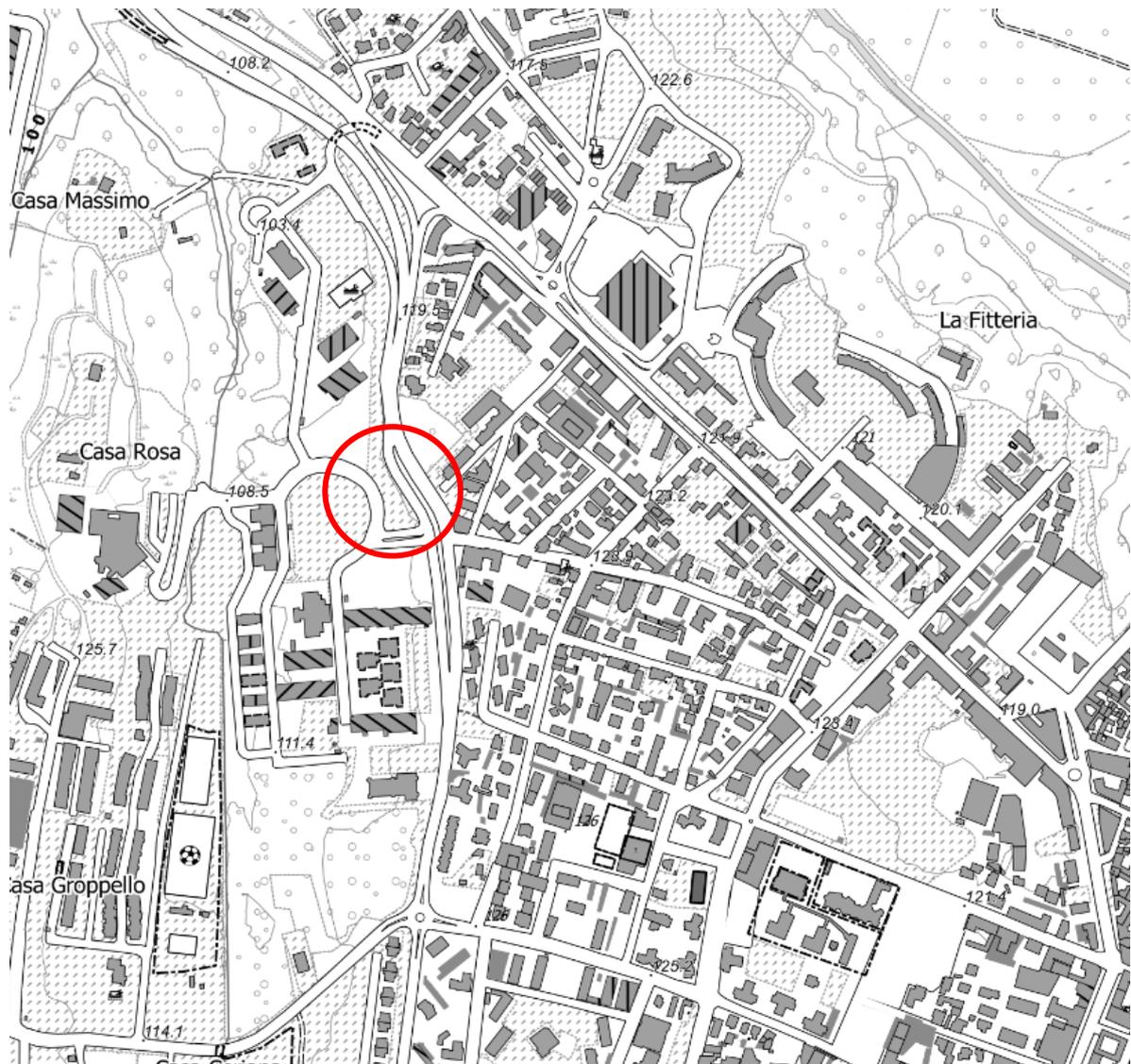
- i lineamenti geomorfologici della zona;
- la successione litostratigrafica locale;
- lo schema della circolazione idrica superficiale e sotterranea.

## 1.2 Ubicazione e localizzazione topografica

L'intervento in progetto interessa un'area ubicata in un'area collinare con presenza di blandi pendii posto nel settore nord-occidentale del territorio del Comune di Valenza (AL).

Per un inquadramento topografico dettagliato si può fare riferimento alla Sezione n. 158.160 della Carta Tecnica Regionale, edita dal Servizio Cartografico della Regione Piemonte in scala 1:10.000 del Servizio Cartografico online della Regione Piemonte (BDTRE) e della quale è parimenti riportato in allegato un estratto.

La quota assoluta del terreno interessato dalla realizzazione dell'intervento in progetto essendo su una scarpata parte indicativamente, da circa 115 m s.l.m. fino a 125 m.s.l.m. circa.



Estratto della Sezione n. 158.160 della Carta Tecnica Regionale, in scala 1:10.000 (aggiornamento 2023), con evidenziata l'ubicazione dell'area in esame.

## 2 RELAZIONE GEOLOGICA

### 2.1 Inquadramento geografico nel contesto regionale

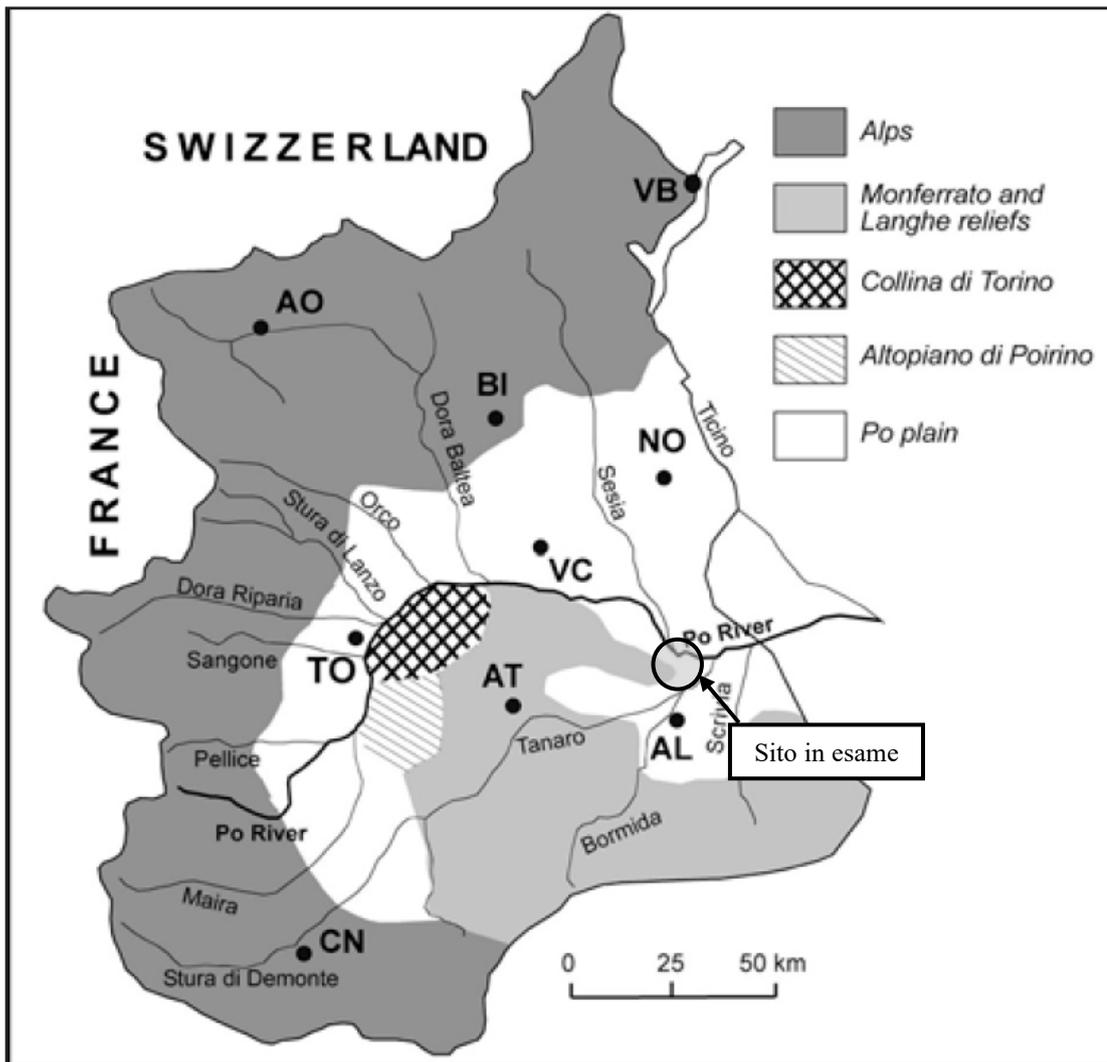
Il semplice esame di una carta geografica del Piemonte mostra l'apparente "anomalia" costituita dalla presenza di un gruppo di rilievi collinari posto nel settore centrale della regione e che, con andamento grossomodo est - ovest, separa la pianura torinese-vercellese, a nord, dal bacino piemontese meridionale.

Esaminando con maggiore dettaglio, si può notare come i rilievi collinari presentino un andamento arcuato, risalendo in destra idrografica il corso del f. Po da Casale Monferrato sino a Torino: è l'estremità occidentale dell'arco collinare, infatti, ad essere identificata con il termine convenzionale di "Collina di Torino".

Morfologicamente, questa estremità occidentale del rilievo si spinge sino a pochi chilometri dal margine dei rilievi alpini, a costituire il baluardo orientale della cosiddetta "stretta di Moncalieri" o "corridoio torinese" <sup>(1)</sup>, ossia dello stretto passaggio che costituisce il collegamento tra la pianura cuneese, a sud, e quella torinese - vercellese a nord, interpretabile come estrema propaggine occidentale della vera e propria pianura padana.

Nel caso in esame, l'area di intervento è ubicata nella porzione più nord-meridionale del cosiddetto BTP ossia Bacino Terziario Piemontese che caratterizza, insieme alla porzione più occidentale di pianura l'intera area centrale del Piemonte.

<sup>(1)</sup> Cfr.. GABERT P., "*Les plaines occidentales du Po et leur piedmont: étude morphologique*"; Imprimerie L. Jean, Gap, 1962.



Inquadramento geografico dell'area in esame nel contesto regionale <sup>(2)</sup>.

<sup>(2)</sup> Cfr.: BOANO P. FORNO M.G. & LUCCHESI S., "Pleistocene deformation of the Collina di Torino inferred from the modelling of their fluvial succession"; *Il Quaternario*, 17 (2/1), 2004.

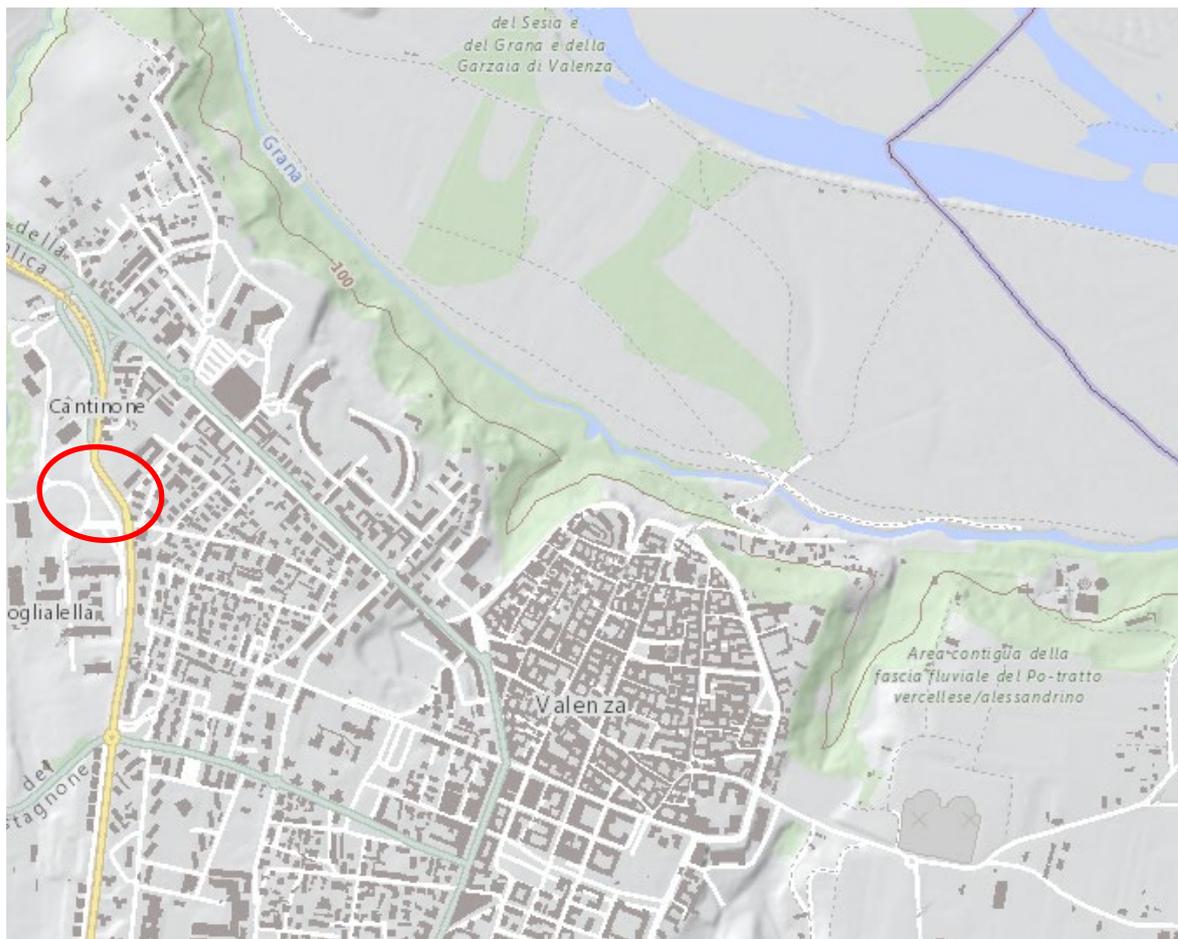
## **2.2 Inquadramento geomorfologico a scala locale**

L'area oggetto del presente studio è compresa all'interno del territorio del Comune di Valenza che, dal punto di vista della geologia regionale, ricade all'estremità orientale del settore collinare del BTP costituito essenzialmente da depositi sedimentari di tipo alluvionale e fluvioglaciale e marini.

I principali agenti morfogenetici che hanno modellato il paesaggio dell'area in esame sono invece riferibili all'azione dei corsi d'acqua, primari, in questo caso rappresentato in primo luogo dal Fiume Po che scorre nei pressi dell'abitato comunale e a pochi chilometri all'area in esame e in minor azione da corsi d'acqua secondari.

Al riguardo, si rimanda all'allegato estratto di rappresentazione cartografica, sotto forma della "Base topografica transfrontaliera" elaborata da ARPA Piemonte nell'ambito del progetto RISK NAT e utilizzata come "mappa di base" nell'apposito visualizzatore cartografico *on line* (Geoviewer 2D) <sup>(3)</sup>, che mediante una serie di ombreggiature visualizza efficacemente la morfologia di questo settore di pianura Piemontese caratterizzata essenzialmente dal Fiume Po e dei suoi affluenti minori.

<sup>(3)</sup> Cfr.: <http://webgis.arpa.piemonte.it/flxview/GeoViewerArpa/index.html>.



Individuazione dell'area in esame (evidenziata dal cerchio rosso) su estratto della “Base topografica transfrontaliera” elaborata da ARPA Piemonte nell'ambito del progetto RISK NAT. Scala 1:18.000 circa.

## **2.3 Modello geologico**

### **2.3.1 Inquadramento geologico**

L'area oggetto dello studio è compresa all'interno del territorio del Comune di Valenza che, come già segnalato, in questa porzione, dal punto di vista della geologia regionale ricade nell'ambito del settore meridionale del Bacino Terziario Piemontese, e più precisamente all'interno del Bacino Alessandrino della Pianura Piemontese.

Più precisamente il territorio comunale si estende per quasi tutta la sua interezza su settori collinari del BTP mentre le porzioni più sub-pianeggianti risultano essere ubicate a nord dell'abitato sulla sponda sinistra del Fiume Po, dalla quale diparte il settore di pianura. I rilievi che caratterizzano l'area sono modesti, non superano i 200 metri di altezza.

L'area di pianura presenta essenzialmente l'affioramento dei soli depositi alluvionali conseguenti alla dinamica fluviale, variabili in granulometria dalle argille alle ghiaie, mentre nella zona collinare affiorano i terreni del substrato cretaceo-oligocenico.

La morfogenesi legata alle acque correnti interessa principalmente l'area di pianura del territorio. Essa è determinata soprattutto dall'azione del F. Po ed in misura minore da quella dei suoi affluenti che drenano l'area collinare. Le forme di erosione sono ben visibili in prossimità del corso d'acqua principale.

Nel settore più settentrionale del Fiume Po si osservano chiare morfologie riconducibili alla presenza di terrazzi, si osservano inoltre, numerose tracce di erosione dei torrenti affluenti del Po oltre che tracce di canali abbandonati evidenti nella geometria dei campi, dalle strade e dei corsi d'acqua artificiali.

### **2.3.2 Assetto litostratigrafico**

L'area comunale come già citato, comprende il settore nord-orientale della collina terziaria emergente ad est di Torino e l'adiacente pianura Padana. In questa area si distinguono le unità strutturali costituenti la serie post-orogena terziaria, il suo substrato costituito da formazioni cretaceo-oloceniche a facies ligure, e i depositi quaternari che ricoprono la Pianura Padana.

La successione stratigrafica copre un intervallo che va dall'Eocene medio inferiore fino al Messiniano ed è schematicamente riconducibile alle formazioni descritte nel F. 58 "Mortara" in scala 1.100.000 della Carta Geologica di Italia, di cui si allega un estratto nel seguito.

I rilievi collinari sono costituiti da depositi di età terziaria con alla base il flysch eocenico. I primi formano rilievi presenti nel settore centro meridionale del territorio e sono costituiti prevalentemente da depositi argillosi, arenacei e marnosi.

Nel settore centro meridionale della zona collinare al tetto dei litotipi pliocenici si rinvengono lembi di depositi quaternari di ambiente continentale e natura sabbiosa-limosa attribuibile all'era glaciale Mindel e caratterizzati da paleosuolo argilloso probabilmente attribuibili a depositi fluvio-glaciali.

Nel settore di pianura invece si trovano i depositi di ambiente continentale che raggruppa sedimenti fluviali olocenici. Tali depositi sono formati essenzialmente da ghiaie e sabbie con intercalazioni più fini. Questi depositi alluvionali formano superfici terrazzate di età decrescente da quelli geometricamente più rilevati a quelli a quota minore.

La coltre alluvionale quaternaria si trova a tetto di una sequenza sedimentaria rappresentata dai depositi marini pliocenici sovrastati dai depositi continentali.

L'area in esame, come possibile osservare dagli stralci allegati successivamente, ricade su depositi prevalentemente su depositi siltosi e sabbiosi appartenenti all'Unità litostratigrafica delle Argille Azzurre di origine marina con a tetto di esse depositi di origine fluviale quindi sabbia e ghiaia appartenenti al bacino padano occidentale

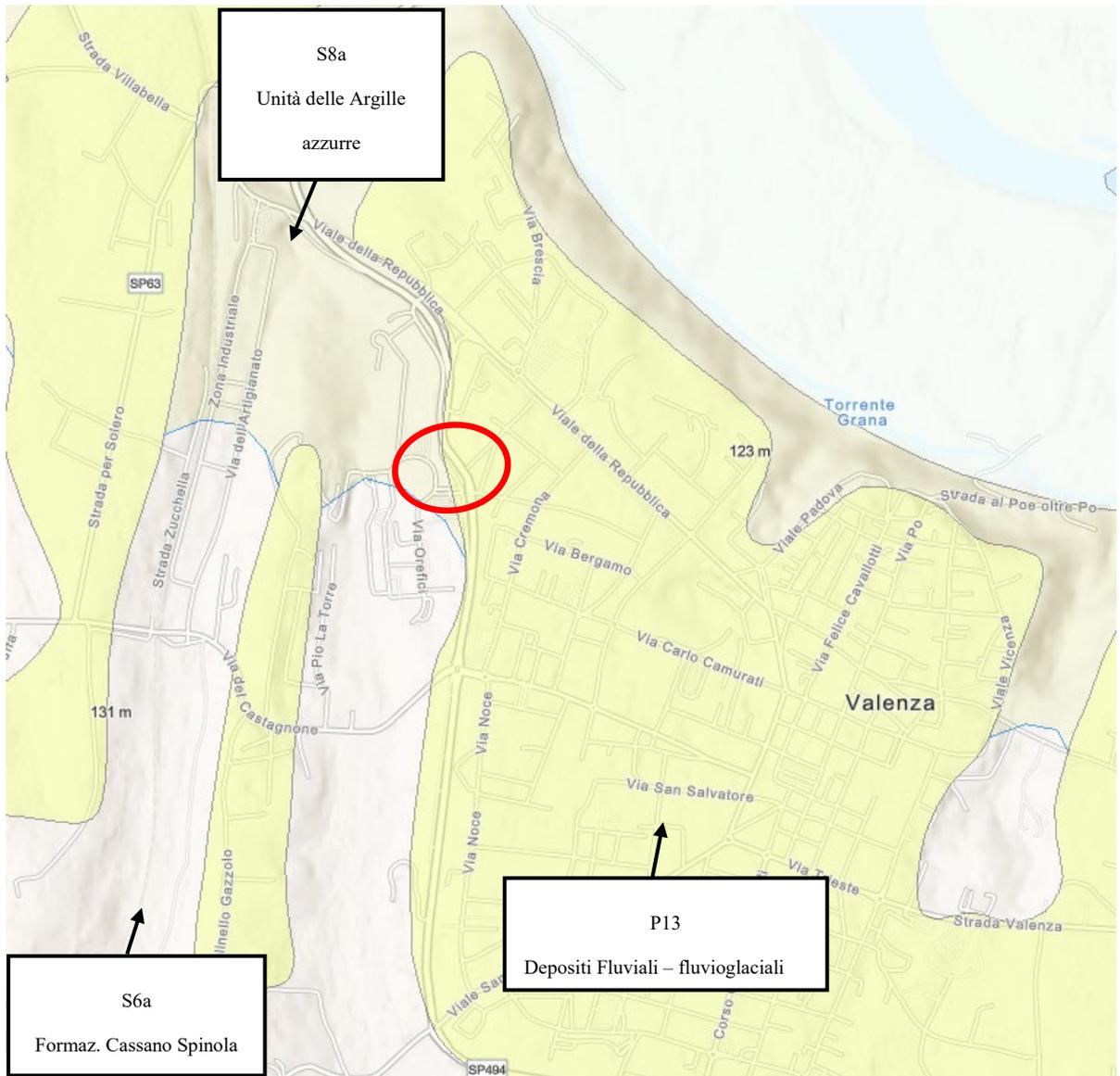


Individuazione del sito in esame (ellisse rossa) su estratto del Foglio n. 58 "Mortara" della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000. Legenda alla pagina seguente.

LEGENDA

Pleistocene	}		<p>Testimoni: erosi e dilavati di un antico terrazzo ondulato, sabbioso, alterato per metri 1,50 in sabbie giallo-ocree più o meno erancioni; inferiormente sabbie appena cementate, talora con lenti argillose fluvio-lacustri (Pleistot. ("Doss: sabbiosi: edici": Auci): (Fluviale Kiss). <b>PLEISTOCENE MEDIO.</b></p>
			<p>Testimoni del più alto e più antico terrazzo, a sabbie e limi argillosi con alternanze ghiaiose, profondamente alterato per tre metri e più in argille rosso-bruno con ossidi di manganese (tipico "ferroso"): (Fluviale Mandel). <b>PLEISTOCENE INFERIORE.</b></p>
Pliocene	}		<p>Sabbie gialle e calcari a osree, petriidi, ecc. in strati sottili, alternati a straterelli di argille e marne ("Sabbie di Andona" p. p.) Sabbie quarzoso-micacee e argille lacustri; argille, sabbie argillose giallastre o azzurrognole e sabbie quarzoso-micacee a gasteropodi e foraminiferi bentonici ("Argille di Lugagnano"). <b>PLIOCENE.</b></p>
			<p>Conglomerati e arenarie in grosse bancate, pesanti verso l'alto a marne sabbiose. Marne e argille a nulliorea e petriidi con intercalazioni calcaree, pesanti superiormente a marne e sabbie, con lenti e masse di gessi. <b>PLIOCENE INFERIORE (γ) - MES-SINIANO.</b></p>
Miocene	}		<p>MARNA DI SANT'AGATA FOSSILI Marne grigio-azzurre, con rare e sottili intercalazioni sabbiose a gasteropodi prevalenti, lamelibranchi e microfauna a foraminiferi a bentonici che planctonici. <b>TORTONIANO.</b></p>

	da 0° a 10°	} Giacitura degli strati.
	da 10° a 45°	
	da 45° a 80°	
	da 80° a 90°	
	Faglia: le frecce indicano l'immersione, i trattini la parte ribassata.	
	Faglia sepolta: le frecce indicano l'immersione, i trattini la parte ribassata.	
	Asse di anticlinie sepolte.	
	Asse di sinclinali sepolte.	
	Orlo scarpato dei terrazzi.	
	Principali pozzi per acqua (profondità in metri).	
	Pozzo per ricerca di idrocarburi (profondità in metri).	
	Sorgente principale.	
	Linea delle risorgive.	
	Sorgente minerale.	
	Fontane principale.	
	Cava.	
	Località fossilifera.	
	Tracce di sezioni.	
	Limite delle formazioni (accertato).	
	Limite delle formazioni (presunto).	



Estratto cartografico reperito dal sito del Geoportale dell'Arpa relativo al progetto del GeoPiemonte Map del 2021 della Carta geologica del Piemonte in scala 1:250.000

### **3 CIRCOLAZIONE IDRICA SUPERFICIALE E SOTTERRANEA**

#### **3.1 Rete idrografica della zona**

L'idrografia superficiale della porzione di territorio in esame, a nord-ovest di Valenza, è caratterizzata dalla presenza di rii e canali sia naturali che artificiali che fungono da collettore primario del reticolato idrografico principale in questo settore del territorio comunale.

Per quanto riguarda invece l'idrografia principale, come già detto, l'abitato di Valenza è costeggiato nella porzione settentrionale dal Fiume Po che presenta un decorso in direzione principale da Ovest verso Est e che rispetto all'area in esame dista circa 1,50 km a nord.

## 3.2 Caratterizzazione idrogeologica

Il quadro idrogeologico generale del territorio comunale è caratterizzato dalla presenza nell'area di pianura di importanti corpi acquiferi, permeabili per porosità, sedi di importanti risorse idriche. Nel settore collinare prevale invece un generale permeabilità di basso grado con possibilità di ridotti e locali circuiti ipogei in corrispondenza dei banchi calcarei ed arenacei fratturati.

L'assetto idrogeologico dell'area di pianura invece, è strettamente collegata all'idrologia superficiale; gli elementi significativi che interferiscono con la falda idrica superficiale sono il Fiume Po che, oltre ad avere apportato i materiali alluvionali drena le acque della falda superficiale; I corsi d'acqua secondari quali il torrente Grana, drena anch'esso le acque superficiali dell'area collinare confluendo nel Po.

L'idrogeologia dell'area collinare è caratterizzata dalla scarsa permeabilità dei terreni che non consente, se non in minima parte, alle acque meteoriche di infiltrarsi sotto la superficie topografica.

Nell'area di pianura, la falda è ospitata nella potente coltre alluvionale che ricopre l'area di pianura. La base della falda freatica si attesta da pochi metri sotto il piano campagna, in prossimità dei rilievi collinari, fino a circa 90 metri nel settore nord orientale del territorio comunale. In generale si riconosce una generale direzione di deflusso verso sud-est.

La superficie della falda libera subisce notevoli variazioni di livello durante l'anno a causa dei differenti apporti meteorici e a causa delle attività agricole. Il periodo di massima soggiacenza risulta essere la fine dell'inverno mediamente.

Al di sotto della falda libera si riscontrano i depositi del *Villafranchiano*.

Da un punto di vista litostratigrafico, nella pianura piemontese, i depositi riconducibili al Villafranchiano sono caratterizzati dalla presenza di ripetute alternanze di livelli ghiaioso-sabbiosi, di spessore da metrico a plurimetrico ed intercalati ad altri di tipo limoso-argilloso, spesso con presenza di torba, lignite e resti vegetali.

Nella accezione di utilizzo comune (in senso litostratigrafico) tra i geologi operanti in Piemonte, il "*Villafranchiano*" corrisponde quindi ad una facies caratterizzata da ripetute alternanze limoso-argillose e sabbioso-ghiaiose.

Da un punto di vista idrogeologico, il "*Villafranchiano*" corrisponde invece ad un complesso multifalda, in quanto i livelli ghiaioso - sabbiosi, di natura permeabile, ospitano altrettante falde acquifere, separate tra loro da parte dei livelli limoso - argillosi, di natura impermeabile o scarsamente permeabile, che nella zona in esame costituiscono anche la base impermeabile della falda acquifera superficiale, impostata nel potente spessore di depositi fluvioglaciali del soprastante Complesso I.

Viste le ripetute alternanze di livelli argilloso - limosi e ghiaioso - sabbiosi, che rendono difficile correlare stratigrafie poste anche a breve distanza tra loro, il tetto del complesso villafranchiano (inteso in senso idrogeologico come acquifero multifalda) viene definito,

convenzionalmente, in corrispondenza al primo livello limoso - argilloso di spessore significativo, che abbia una certa estensione laterale e non soltanto un significato episodico e locale.

Si deve peraltro considerare che, in molti settori della pianura piemontese, il tetto del complesso Villafranchiano è costituito fisicamente dalla superficie di appoggio basale della successione quaternaria, ossia da una superficie di erosione poligenica, modellata dai precursori dei corsi d'acqua quaternari prima di iniziare a deporre il potente complesso di depositi alluvionali e fluvioglaciali presente in superficie: si tratta quindi di una superficie con andamento geometrico estremamente irregolare nelle tre dimensioni, la cui interpolazione ed estrapolazione a partire da dati stratigrafici puntuali richiede estrema cautela, e non può essere banalizzata a mero esercizio matematico e/o informatico.

Al di sotto dei livelli che costituiscono il complesso multifalda *Villafranchiano* si trovano poi i sedimenti che costituiscono la *serie dei depositi marini pliocenici* ("Complesso III"), costituiti da argille e silt argillosi, marne e marne sabbiose, che hanno comportamenti idrogeologici tipo *acquiclude*, e nei quali la presenza di falde idriche (in pressione) è limitata ai livelli sabbiosi intercalati ai sedimenti fini.

Si segnala, che durante l'esecuzione delle prove geotecniche di terreno appositamente eseguite dal Dott. Geol. Riccardo Frenca per l'opera in progetto non si è riscontrata la presenza della falda freatica.

## **4 PERICOLOSITÀ GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA E COMPATIBILITÀ DELL'INTERVENTO**

### **4.1 Pericolosità geomorfologica del territorio**

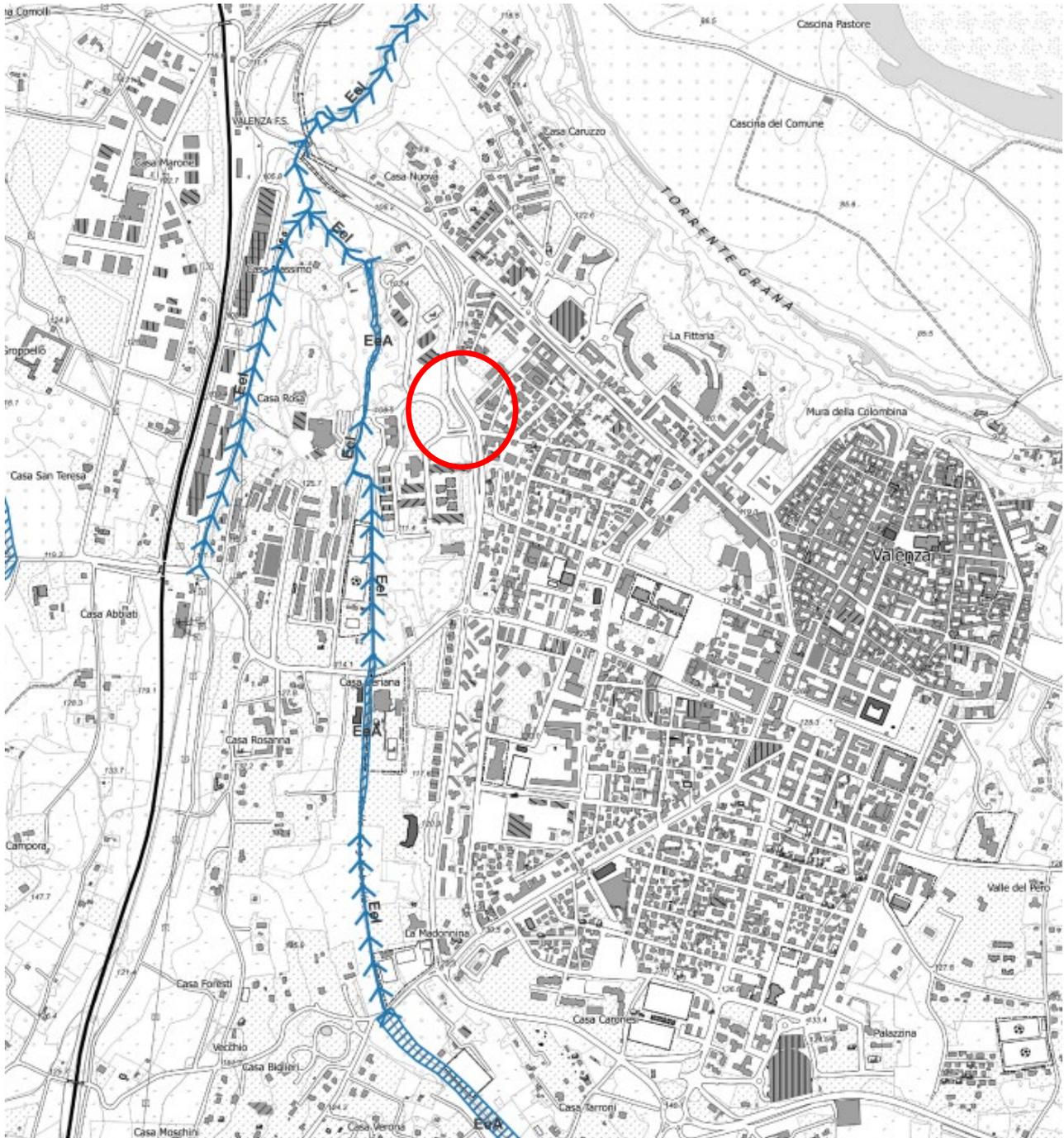
Nell'ambito della presente analisi, la pericolosità geologica del territorio, relativamente all'area in esame, è da intendersi come relativa ai processi morfologici e dissestivi in atto o potenziali che la interessano.

A tale riguardo, si può fare riferimento agli elaborati geologici allegati al P.R.G. del Comune di Valenza, che riportano sia l'analisi dei processi morfogenetici e dissestivi, ripartiti tra le diverse tipologie e per grado di intensità, che interessano il territorio comunale, sia la classificazione di quest'ultimo in zone omogenee dal punto di vista del rischio e della pericolosità idrogeologica e della conseguente idoneità all'utilizzazione urbanistica.

Da quanto si può osservare dall'estratto cartografico successivamente allegato relativo all'elaborato del PRGC "*Carta dei dissesti*" redatto in scala 1:10.000 l'area di interesse per la realizzazione del parcheggio non risulta interessata, neanche nelle vicinanze, da fenomeni dissestivi attivi o quiescenti.

Nonostante ciò si segnala la presenza a valle dell'area in esame, di un impluvio torrentizio caratterizzato da una pericolosità sia areale (EeA) sia lineare (Eel) molto elevata.

Vista l'assenza di ulteriore documentazione a supporto dell'identificazione della pericolosità geomorfologica dell'area di interesse all'interno del Comune si può comunque desumere, da quanto osservato dalla carta dei dissesti, che l'assenza di fenomeni dissestivi attivi o quiescenti non solo nelle immediate vicinanze dell'area, definisca la sostanziale fattibilità dell'intervento in progetto.



Individuazione dell'area in esame (ellisse rossa) su estratto dell'elaborato "Carta dei dissesti", allegata al P.R.G.C. del Comune di Valenza (scala 1:10.000 , legenda alla pagina seguente).

## LEGENDA

### LEGENDA



Limite amministrativo comunale da BDTRE

Frane:



FA - Aree interessate da frane attive



FQ - Aree interessate da frane quiescenti

Esondazioni e dissesti morfologici di carattere torrentizio:

EeA - Aree coinvolgibili da processi torrentizi  
a pericolosità molto elevata

Eel - Processi torrenzi lineari a pericolosità  
molto elevata

## 4.2 Analisi del rischio idraulico

A fronte di quanto discusso in precedenza relativamente alle caratteristiche idrologiche della rete idrografica naturale, il rischio idraulico associato al Fiume Po e a i suoi affluenti, che defluisce a pochi chilometri dal sito in esame, è associato agli eventi idrologici estremi, in corrispondenza ad eventi di piena con diverso tempo di ritorno.

A tale riguardo, si può fare riferimento agli studi condotti dall’Autorità di Bacino del F. Po, con sede a Parma, nell’ambito del Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (P.S.F.F.) e del successivo Piano stralcio per l’Assetto Idrogeologico (P.A.I.).

Il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali è stato redatto, ai sensi dell’art. 17, c.6/ter, della L. 18 maggio 1989, n. 183, dall’Autorità di Bacino del f. Po, con sede a Parma, ed approvato con D.P.C.M. del 24.07.1998 (G.U. n. 262 del 9/11/1998); esso è lo strumento per la delimitazione della regione fluviale, funzionale a consentire, attraverso la programmazione di azioni (opere, vincoli, direttive), il conseguimento di un assetto fisico del corso d’acqua compatibile con la sicurezza idraulica, l’uso della risorsa idrica, l’uso del suolo (a fini insediativi, agricoli e industriali) e la salvaguardia delle componenti naturali e ambientali.

L’ambito territoriale di riferimento del piano stralcio è costituito dal sistema idrografico dell’asta del Po e dei suoi affluenti; la classificazione delle Fasce Fluviali, evidenziata da apposito segno grafico nelle tavole grafiche appartenenti al piano stralcio stesso, è la seguente:

- Fascia di deflusso della piena (“*Fascia A*”), costituita dalla porzione di alveo che è sede prevalente del deflusso della corrente per la piena di riferimento (per la quale viene assunto un tempo di ritorno  $Tr = 200$  anni), ovvero che è costituita dall’insieme delle forme fluviali riattivabili durante gli stati di piena;
- Fascia di esondazione (“*Fascia B*”), esterna alla precedente, costituita dalla porzione di alveo interessata da inondazione al verificarsi della piena di riferimento; il limite di tale fascia si estende fino al punto in cui le quote naturali del terreno sono superiori ai livelli idrici corrispondenti alla piena di riferimento ( $Tr = 200$  anni) ovvero sino alle opere idrauliche esistenti o programmate di controllo delle inondazioni (argini o altre opere di contenimento); con l’accumulo temporaneo in tale fascia di parte del volume di piena si attua la laminazione dell’onda di piena con riduzione delle portate di colmo;
- Area di inondazione per piena catastrofica (“*Fascia C*”), costituita dalla porzione di territorio esterna alla precedente (Fascia B), che può essere interessata da inondazione al verificarsi di eventi di piena più gravosi di quella di riferimento; con riferimento ai corsi d’acqua per cui sono state delimitate le fasce, la piena di riferimento per la Fascia C è stata assunta come segue:
  - asta del Tanaro, evento di piena del novembre 1994,
  - restante parte dei corsi d’acqua principali nel sottobacino sotteso alla confluenza con il Tanaro: piena teorica con tempo di ritorno 500 anni.

In relazione alla rappresentazione grafica adottata sulla cartografia allegata al P.S.F.F., redatta in scala 1:25.000, nei casi in cui le linee di delimitazione delle fasce A e B coincidono, viene rappresentato convenzionalmente solamente il limite della Fascia B.

Così pure, nei casi in cui, in ragione dell'andamento topografico del terreno il limite esterno della Fascia C coincide con quello della B, viene rappresentato convenzionalmente solamente il limite della Fascia B.

Il successivo Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino del fiume Po, denominato anche P.A.I., adottato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del F. Po con la Deliberazione n. 1/99, nella seduta dell'11.05.1999, disciplina invece:

- le azioni riguardanti la difesa idrogeologica e della rete idrografica del bacino del Po, con contenuti interrelati con quelli del primo e secondo Piano Stralcio delle Fasce Fluviali;
- l'estensione della delimitazione e della normazione ora detta ai corsi d'acqua della restante parte del bacino, assumendo in tal modo i caratteri e i contenuti di secondo Piano Stralcio delle Fasce Fluviali.

Relativamente al f. Po ed ai suoi affluenti, le fasce fluviali sono state delimitate dall'Autorità di Bacino, nell'ambito del PSFF e del successivo PAI, in funzione degli elementi conoscitivi (caratteristiche geomorfologiche, dinamica evolutiva, opere idrauliche, caratteristiche naturali, ambientali, culturali e i vincoli amministrativi) che caratterizzano la regione fluviale di ciascun corso d'acqua.

Da un punto di vista idrologico, le portate di riferimento per la delimitazione delle fasce fluviali sono state determinate dall'Autorità di Bacino nell'ambito del Sottoprogetto 1 del Piano di Bacino del Po, denominato "*Piene e naturalità degli alvei fluviali*"; tale studio ha analizzato le caratteristiche di piena dei corsi d'acqua principali del bacino del Po, sui quali sono poi state costruite le fasce di riassetto fluviale nell'ambito del Piano Stralcio delle Fasce Fluviali; i risultati dello studio SP.1 sono poi stati riorganizzati ed omogeneizzati nell'ambito della "*Direttiva sulla Piena di Progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica*" emanata dall'Autorità di Bacino del Po, con deliberazione del Comitato Istituzionale n. 18 del 26 aprile 2001, nell'ambito dell'approvazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico.

Questi studi, redatti dall'Autorità di Bacino nell'ambito della stesura del P.S.F.F. e dei suoi allegati, hanno consentito di quantificare le portate di piena, per eventi con specifico tempo di ritorno, che sono poi state utilizzate per la perimetrazione delle fasce fluviali del Po nell'ambito del P.S.F.F.: nell'implementazione di quest'ultimo, infatti, le portate stesse, riferite a specifiche sezioni di deflusso, hanno consentito di ricostruire il profilo di piena dei corsi d'acqua oggetto di perimetrazione, ricavando per ciascuna specifica sezione di deflusso l'altezza idrometrica associata alla portata idrica di riferimento; l'altezza idrometrica così calcolata, raffrontata alle quote del piano campagna nelle zone circostanti l'alveo, ha consentito il tracciamento delle fasce fluviali.

Per quanto riguarda il territorio del Comune di Valenza, esso risulta interessato dalla perimetrazione delle Fasce fluviali A, B e C del Fiume Po.

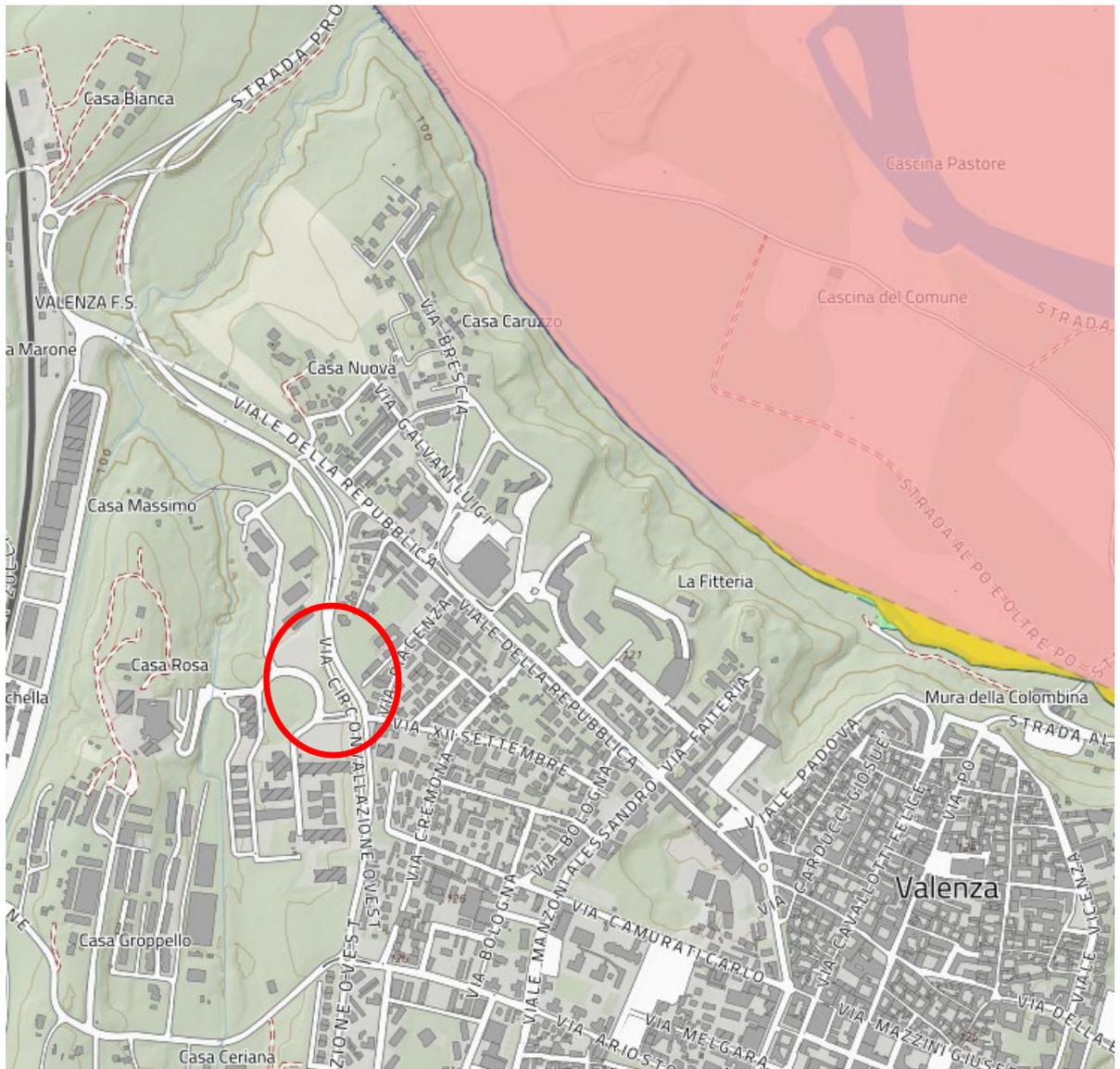
Come illustrato nell'allegato estratto di cartografia, tratta dal sito *web* Geoportale della Regione Piemonte il sito in esame, oggetto del presente studio, ricade esternamente alle perimetrazioni delle fasce A,B e C del PAI del Po. Ne consegue che esso non risulta a rischio allagamento per nessuno dei 3 casi discussi.

Per un riferimento più aggiornato, si possono considerare le mappe della pericolosità e del rischio redatte nell'ambito del "Piano di gestione del rischio di alluvioni" (PGRA) predisposto dall'Autorità di Bacino del f. Po in adempimento del D.Lgs. 49/2010 e della Direttiva Europea 2007/60/CE (c.d. "Direttiva Alluvioni").

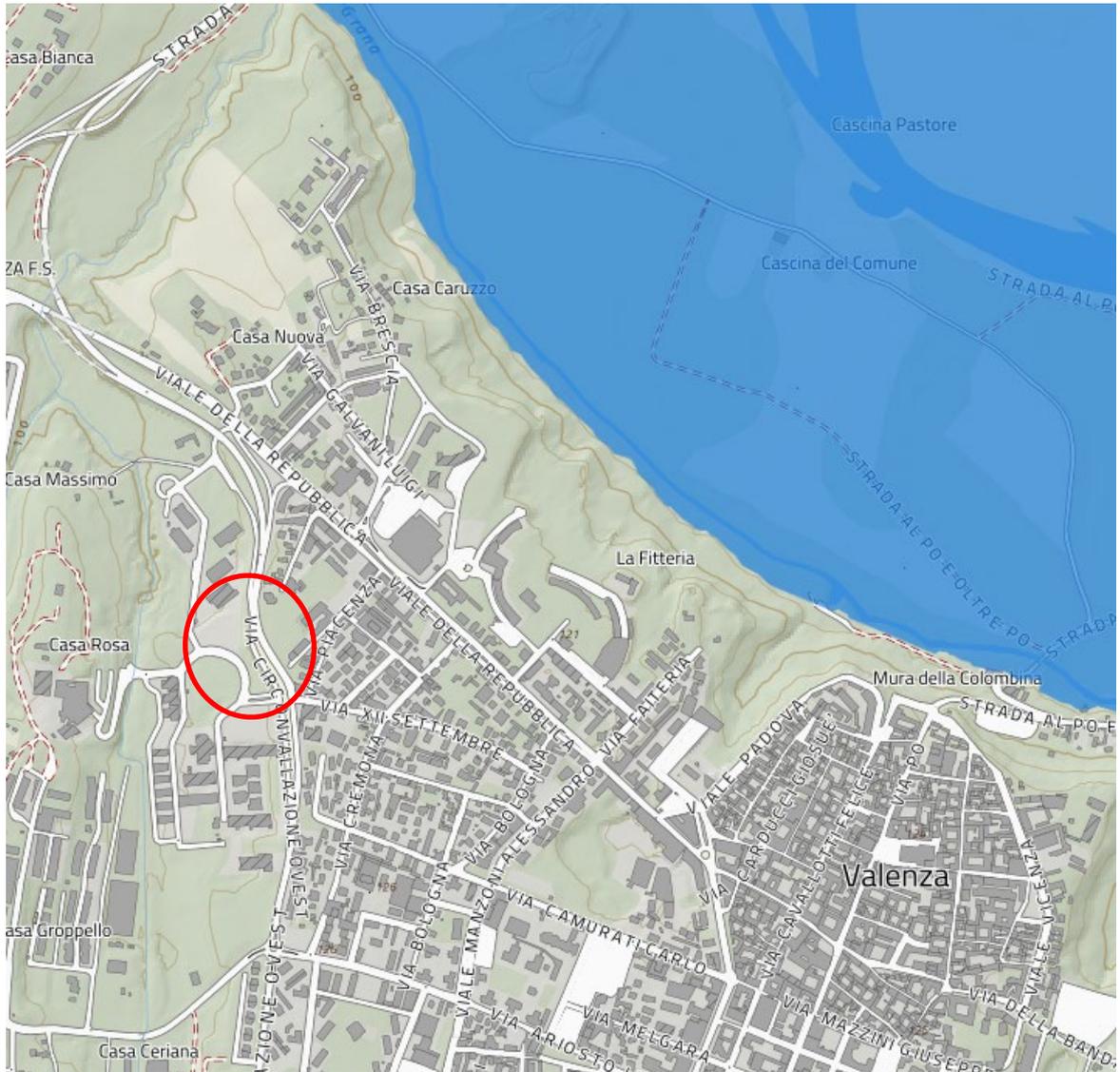
Dall'esame delle cartografie (mappe di pericolosità e di rischio) allegate al suddetto PGRA, di cui si riporta in allegato un estratto, si può riscontrare un quadro conoscitivo significativamente implementato rispetto a quanto riportato nei precedenti strumenti di pianificazione a scala di bacino (P.S.F.F. e P.A.I.).

Come si evince dall'estratto di cartografia allegato nel seguito, sulla base di tali cartografie, l'area in esame ricade anche in questo caso esternamente alle perimetrazioni dell'area caratterizzata da "*probabilità di alluvione alta, medio e scarsa*" pertanto l'area non risulta soggetta a possibili allagamenti visto anche la sua morfologia collinare con presenza di deboli versanti.

Quanto osservato va ad avvalorare ulteriormente quanto detto precedentemente relativamente alla fattibilità del progetto dal punto di vista geomorfologico ed idraulico.



Estratto cartografico ricavato dal sito del Geoportale della Regione Piemonte con riportate le 3 fasce di rispetto A (rossa), B (gialla) e C (verde) relative al Fiume Po. Con l'ellisse rossa si individua l'area in esame



Individuazione del sito in esame su estratto delle mappe della pericolosità da alluvioni redatte nell'ambito del "Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni". In rosso si individua l'area in oggetto.

## 5 ANALISI SISMICA

### 5.1 Inquadramento normativo

La normativa di riferimento, in materia sismica, è costituita dal D.M. 17.01.2018 “*Norme Tecniche per le Costruzioni*” (NTC 2018), che ha aggiornato le precedenti normative di cui al D.M. 14.01.2008, a corredo delle quali era stata emanata la specifica Circolare esplicativa del Consiglio Superiore LL.PP. 02.02.2009, n. 617: “*Istruzioni per l’applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008*” (G.U. n. 47 del 26.02.2009).

Tali norme disciplinano la progettazione di opere di fondazione e di sostegno dei terreni soggette ad azioni sismiche, nonché i requisiti cui devono soddisfare i siti di costruzione ed i terreni di fondazione in presenza di tali azioni.

Lo scopo delle norme è di assicurare che, in caso di terremoto, sia protetta la vita umana, siano limitati i danni e rimangano funzionanti le strutture essenziali agli interventi di protezione civile.

Per effetto delle modifiche e degli aggiornamenti introdotti dal citato D.M. 14.01.2008 “*Norme Tecniche per le Costruzioni*” (NTC) e riprese dal più recente D.M. 17.01.2018, l’azione sismica viene ora valutata in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido a superficie orizzontale, procedendo all’analisi sito per sito e costruzione per costruzione, e non più riferendosi ad una zona sismica territorialmente coincidente con singole entità amministrative, ad un’unica forma spettrale e ad un periodo di ritorno prefissato ed uguale per tutte le costruzioni, come avveniva invece in precedenza.

Diversamente dalle 4 zone previste in precedenza, la pericolosità sismica di un sito è ora descritta dalla probabilità che, in un fissato lasso di tempo, in detto sito si verifichi un evento sismico di entità almeno pari ad un valore prefissato.

Nelle NTC tale lasso di tempo, espresso in anni, è denominato “*periodo di riferimento*” ( $V_R$ ) e la probabilità di accadimento è denominata “*probabilità di eccedenza o di superamento nel periodo di riferimento*” ( $P_{vR}$ ).

Ai fini della determinazione delle azioni sismiche di progetto nei modi previsti dalle NTC, la pericolosità sismica del territorio nazionale è quindi definita convenzionalmente facendo riferimento ad un sito rigido (di categoria A) con superficie topografica orizzontale (di categoria T1), in condizioni di campo libero, cioè in assenza di manufatti.

I caratteri del moto sismico su sito di riferimento rigido orizzontale sono descritti dalla distribuzione sul territorio nazionale delle seguenti grandezze, sulla base delle quali sono compiutamente definite le forme spettrali per la generica  $P_{vR}$ :

A.  $a_g$  = accelerazione massima al sito;

B.  $F_0$  = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

C.  $T_c^*$  = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Il valore di  $a_g$  è desunto direttamente dalla pericolosità di riferimento (attualmente fornita dallo INGV – Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia), mentre  $F_0$  e  $T_c^*$  sono calcolati in modo che gli spettri di risposta elastici in accelerazione, velocità e spostamento forniti dalle NTC approssimino al meglio i corrispondenti spettri di risposta elastici in accelerazione, velocità e spostamento derivanti dalla pericolosità di riferimento.

I valori di  $a_g$ ,  $F_0$  e  $T_c^*$  sono riportati nell'allegato B alle NTC, nel quale di essi si fornisce la rappresentazione in termini di andamento medio in funzione del periodo di ritorno ( $T_R$ ) per l'intero territorio nazionale.

## 5.2 Stati limite di riferimento

Ai sensi del par. 3.2.1. delle NTC 2018, gli stati limite di riferimento nei confronti delle azioni sismiche, sia di esercizio che ultimi, sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti.

Le modifiche apportate, rispetto alle precedenti disposizioni, dalle NTC del 2008, confermate e riprese nelle nuove norme di cui al D.M. 17.01.2018, sono state definite in un quadro operativo finalizzato a sfruttare al meglio la puntuale definizione della pericolosità di cui si dispone, hanno portato a fare riferimento a 4 stati limite per l'azione sismica.

Sono stati dunque portati a due gli Stati Limite di Esercizio (SLE), facendo precedere lo Stato Limite di Danno (SLD) - ridefinito come stato limite da rispettare per garantire inagibilità solo temporanee nelle condizioni postsismiche - dallo Stato Limite di immediata Operatività (SLO), particolarmente utile come riferimento progettuale per le opere che debbono restare operative durante e subito dopo il terremoto (ospedali, caserme, centri della protezione civile, etc.), in tal modo articolando meglio le prestazioni della struttura in termini di esercizio.

Gli stati limite di esercizio sono così definiti:

1. **Stato Limite di Operatività (SLO):** a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e le apparecchiature rilevanti in relazione alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;
2. **Stato Limite di Danno (SLD):** a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidezza nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

In modo analogo, sono stati portati a due gli Stati Limite Ultimi (SLU) facendo seguire allo Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV), individuato definendo puntualmente lo stato limite ultimo, lo Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC), particolarmente utile come riferimento progettuale per alcune tipologie strutturali (strutture con isolamento e dissipazione di energia) e, più in generale, nel quadro complessivo della progettazione antisismica.

Più precisamente, gli stati limite ultimi sono così definiti:

3. **Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV):** a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidezza nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidezza per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;

4. **Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC):** a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

I quattro stati limite così definiti consentono di individuare quattro situazioni diverse che, al crescere progressivo dell'azione sismica, ed al conseguente progressivo superamento dei quattro stati limite ordinati per azione sismica crescente (**SLO, SLD, SLV, SLC**), fanno corrispondere una progressiva crescita del danneggiamento all'insieme di struttura, elementi non strutturali ed impianti, per individuare così univocamente ed in modo quasi "continuo" le caratteristiche prestazionali richieste alla generica costruzione.

Ai quattro stati limite sono stati attribuiti (Cfr.: Tabella 3.2.I delle NTC 2018) valori della probabilità di superamento  $P_{VR}$  pari rispettivamente a 81%, 63%, 10% e 5%, valori che restano immutati qualunque sia la classe d'uso della costruzione considerata; tali probabilità, valutate nel periodo di riferimento  $V_R$  proprio della costruzione considerata, consentono di individuare, per ciascuno stato limite, l'azione sismica di progetto corrispondente.

**Tab. 3.2.I** – Probabilità di superamento  $P_{VR}$  in funzione dello stato limite considerato

Stati Limite	$P_{VR}$ : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento $V_R$	
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

### 5.3 Periodo di riferimento per l'azione sismica

Ai sensi del par. 2.4.3. delle NTC 2018, le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento  $V_R$  che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale  $V_N$  per il coefficiente d'uso  $C_U$ .

A tale proposito, la vita nominale  $V_N$  di un'opera strutturale è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla necessaria manutenzione, mantenga specifici livelli prestazionali, così da poter essere usata per lo scopo al quale è destinata.

La vita nominale dei diversi tipi di opere è quella riportata nella Tab. 2.4.I delle NTC 2018.

Tabella 2.4.I – Vita nominale  $V_N$  per diversi tipi di opere

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di $V_N$ (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

Nel caso in esame, quale vita nominale della struttura in progetto, si può adottare un valore di  $V_N = 50$  anni.

Per quanto riguarda invece la classe d'uso, in presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise, secondo le NTC, in classi d'uso così definite:

- *Classe I:* Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.
- *Classe II:* Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso *III* o in Classe d'uso *IV*, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.
- *Classe III:* Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso *IV*. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.
- *Classe IV:* Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade

di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Il valore del coefficiente d'uso  $C_U$  è definito, al variare della classe d'uso, come mostrato nell'allegata Tab. 2.4.II delle NTC 2018:

Tab. 2.4.II – Valori del coefficiente d'uso  $C_U$

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE $C_U$	0,7	1,0	1,5	2,0

Nel caso in esame, l'intervento oggetto di studio può essere attribuito alla classe d'uso II, per cui si può adottare un valore di  $C_U = 1,0$ .

Il periodo di riferimento  $V_R$  che si ricava risulta quindi pari a:

$$V_R = V_N \times C_U = 50 \times 1 = 50 \text{ anni.}$$

Una volta valutato il periodo di riferimento  $V_R$  della costruzione (espresso in anni), ottenuto come prodotto tra la vita nominale  $V_N$  fissata all'atto della progettazione ed il coefficiente d'uso  $C_U$  che compete alla classe d'uso nella quale la costruzione ricade (par. 2.4 delle NTC 2018), si ricava poi, per ciascuno stato limite e relativa probabilità di eccedenza  $P_{VR}$  nel periodo di riferimento  $V_R$ , il periodo di ritorno  $T_R$  del sisma.

Si utilizza a tal fine la relazione:

$$T_R = -V_R / \ln(1 - P_{VR}) = -C_U \times V_N / \ln(1 - P_{VR}).$$

## 5.4 Categoria di risposta sismica del sottosuolo

In assenza di indagini di microzonazione sismica a scala di pianificazione territoriale, al momento non ancora disponibili per l'area in esame, in base alle NTC 2018 per la definizione dell'azione sismica si deve fare riferimento alla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione; le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, sono funzione infatti delle caratteristiche morfologiche e stratigrafiche che determinano la risposta sismica locale.

Le nuove NTC di cui al D.M. 17.01.2018 consentono di fare riferimento ad un approccio semplificato, che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio,  $V_s$ , intesi come valore medio che caratterizza i terreni compresi tra il piano campagna ed il top del substrato sismico (ossia avente  $V_s > 800$  m/s); nel caso il substrato sismico si imponga a profondità superiori ai 30 metri dal p.c., si fa riferimento al valore medio di velocità nei primi 30 metri dal p.c. (c.d. " $V_{s30}$ ").

Le condizioni di riferimento rigido citate in precedenza, infatti, non corrispondono in generale a quelle effettive. È necessario, pertanto, tenere conto delle condizioni stratigrafiche del volume di terreno interessato dall'opera ed anche delle condizioni topografiche, poiché entrambi questi fattori concorrono a modificare l'azione sismica in superficie rispetto a quella attesa su un sito rigido con superficie orizzontale.

Tali modifiche, in ampiezza, durata e contenuto in frequenza, sono il risultato della "risposta sismica locale", termine con il quale si intende l'azione sismica quale essa emerge in "superficie" a seguito delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza subite trasmettendosi dal substrato rigido a causa di effetti stratigrafici e topografici.

Dal punto di vista degli effetti stratigrafici, ai fini della classificazione dell'azione sismica di progetto, già prevista ai sensi della precedente O.P.C.M. 20.03.2003 n. 3274 ed aggiornata dalle NTC del 2008, poi ripresa ed aggiornata dalle più recenti NTC 2018, si definiscono delle categorie di profilo stratigrafico del suolo di fondazione.

Più dettagliatamente, la nuova normativa distingue le seguenti 5 categorie di terreni di fondazione (Tab. 3.2.II delle NTC 2018):

- A. Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m;
- B. Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s;
- C. Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento

delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s;

- D. Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s;
- E. Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Nel caso in parola, per individuare la categoria di terreno ai fini della risposta sismica locale è stata eseguita dal Dott. Geol. Riccardo Frencia una prova sismica MASW con cui è stato possibile ricavare la categoria di sottosuolo. I risultati della prova vengono riportati nei report degli allegati finali (All. 1). Ai fini della classificazione sismica del terreno di fondazione i terreni presenti presso il sito oggetto di studio possono essere attribuiti alla **categoria “C”**.

## 5.5 Effetti sismici delle condizioni topografiche

Per quanto riguarda gli effetti sismici connessi alle condizioni topografiche, nel caso di configurazioni superficiali semplici, come quella in esame, si può adottare la classificazione riportata nella Tab. 3.2.III delle NTC 2018:

Tab. 3.2.III – Categorie topografiche

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Dal momento che il sito in esame è situato in un'area subpianeggiante, si può assumere una categoria topografica pari a **T1**.

## 5.6 Azione sismica locale

Come si è visto in precedenza, la pericolosità sismica del territorio nazionale è stata definita convenzionalmente facendo riferimento ad un sito rigido (di categoria B) con superficie topografica orizzontale (di categoria T1), in condizioni di campo libero, cioè in assenza di manufatti.

I caratteri del moto sismico su sito di riferimento rigido orizzontale sono descritti dalla distribuzione sul territorio nazionale delle seguenti grandezze, sulla base delle quali sono compiutamente definite le forme spettrali per la generica  $P_{VR}$ :

$a_g$  = accelerazione massima al sito;

$F_o$  = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

$T_c^*$  = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Il valore di  $a_g$  è desunto direttamente dalla pericolosità di riferimento (attualmente fornita dallo INGV – Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia), mentre  $F_o$  e  $T_c^*$  sono calcolati in modo che gli spettri di risposta elastici in accelerazione, velocità e spostamento forniti dalle NTC approssimino al meglio i corrispondenti spettri di risposta elastici in accelerazione, velocità e spostamento derivanti dalla pericolosità di riferimento.

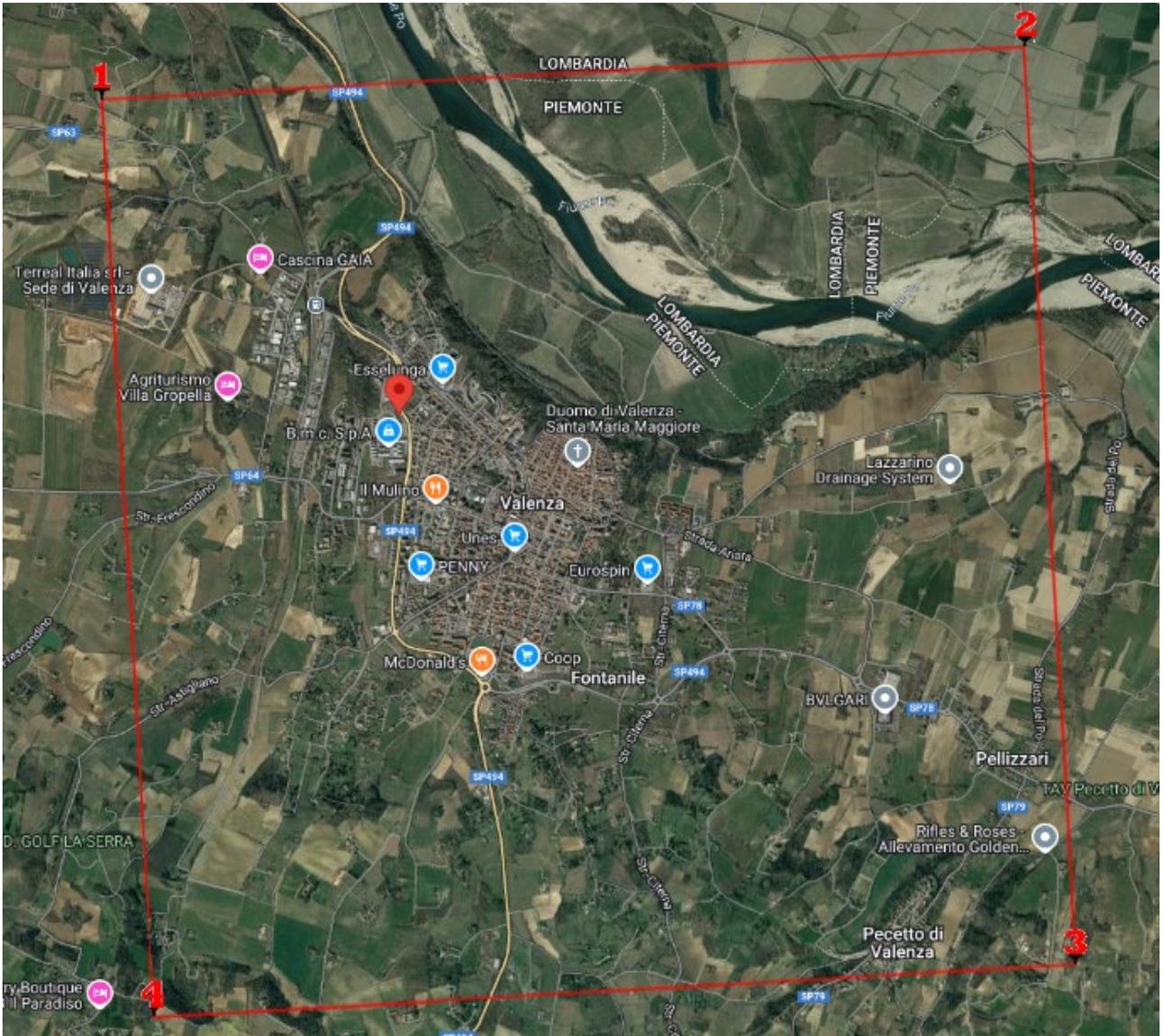
I valori di  $a_g$ ,  $F_o$  e  $T_c^*$  sono riportati in forma tabellare nell'allegato B alle NTC, nel quale di essi si fornisce la rappresentazione in termini di andamento medio in funzione del periodo di ritorno ( $T_R$ ) per l'intero territorio nazionale: i parametri in questione sono stati infatti calcolati per una maglia di "punti nodali" disposti a coprire l'intero territorio nazionale (il cosiddetto "reticolo di riferimento").

Oltre alle tabelle allegate alle NTC, sono disponibili appositi programmi di calcolo, alcuni dei quali consultabili *on line*, che procedono automaticamente, sulla base dell'esatta ubicazione di un sito, espressa mediante le sue coordinate geografiche con i dati di latitudine e longitudine, ad una quantificazione delle sollecitazioni sismiche locali, interpolando opportunamente i dati relativi ai punti nodali tra i quali viene a ricadere il sito stesso.

Di seguito vengono quantificati i principali parametri relativi all'azione sismica locale, calcolati presso il sito in esame.

Determinazione dei parametri sismici  
(<https://geoapp.eu/parametrisismici2018/>)

Individuazione del sito rispetto ai vertici della maglia di appartenenza.



## Calcolo dei coefficienti sismici

### Stati limite

 Classe Edificio

II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e sociali... -

 Vita Nominale 50 -

 Interpolazione Media ponderata -

**CU = 1**

Stato Limite	Tr [anni]	$a_g$ [g]	F <sub>0</sub>	T <sub>c</sub> <sup>+</sup> [s]
Operatività (SLO)	30	0.018	2.520	0.161
Danno (SLD)	50	0.023	2.500	0.191
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.051	2.585	0.278
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.063	2.618	0.293
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

## Calcolo dei coefficienti sismici

### Coefficienti sismici

 Tipo Stabilità dei pendii e fondazioni -

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m) 1 us (m) 0.1

 Cat. Sottosuolo C -

 Cat. Topografica T1 -

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,50	1,50	1,50	1,50
CC Coeff. funz categoria	1,92	1,81	1,60	1,58
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

Acc.ne massima attesa al sito [m/s<sup>2</sup>]  0.6

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.005	0.007	0.015	0.019
kv	0.003	0.003	0.008	0.010
Amax [m/s <sup>2</sup> ]	0.260	0.337	0.758	0.934
Beta	0.200	0.200	0.200	0.200

## **5.7 Rischi di liquefazione del terreno di fondazione**

Ai sensi dell'art. 7.11.3.4.2. delle *N.T.C.2018*, qualora le condizioni idrogeologiche e stratigrafiche lo richiedano, è necessario effettuare la verifica della suscettibilità del terreno alla liquefazione in condizioni sismiche. Nel caso in esame, la verifica può essere omessa, in quanto non si è in presenza dei presupposti che, per qualsiasi entità del fenomeno sismico atteso, siano in grado di generare fenomeni di liquefazione del terreno di fondazione.

In particolare l'accelerazione massima attesa al sito, in assenza di manufatti (condizioni di campo libero), è minore di 0,1 oltre all'assenza di falda acquifera con quote inferiori al limite previsto da normativa e queste rappresentano due delle circostanze per cui, secondo la norma, la verifica alla liquefazione del terreno di fondazione può essere omessa.

## 6 RELAZIONE GEOTECNICA

### 6.1 Modello geotecnico del sottosuolo

#### 6.1.1 Indagini geotecniche in aree limitrofe

Al fine di procedere alla definizione del modello geotecnico del sottosuolo in corrispondenza al sito in esame, si può fare riferimento ai dati litostratigrafici relativi a sondaggi svolti, negli anni trascorsi, in questo settore del Bacino Alessandrino, effettuati a corredo della progettazione di precedenti interventi condotti in passato in aree aventi medesime caratteristiche geomorfologiche e litostratigrafiche.

I dati di questi sondaggi sono consultabili interrogando il tematismo “Banca Dati Geotecnica”, disponibile sul sito web dell’A.R.P.A. Piemonte <sup>(4)</sup>, mediante il quale sono stati resi disponibili i dati d’archivio, raccolti dall’ARPA stessa, relativi a precedenti studi svolti in aree limitrofe, sottoposti ad esame istruttorio da parte degli Enti presso i quali erano state esperite le relative procedure (Regione Piemonte, Provincia di Torino, ecc...).

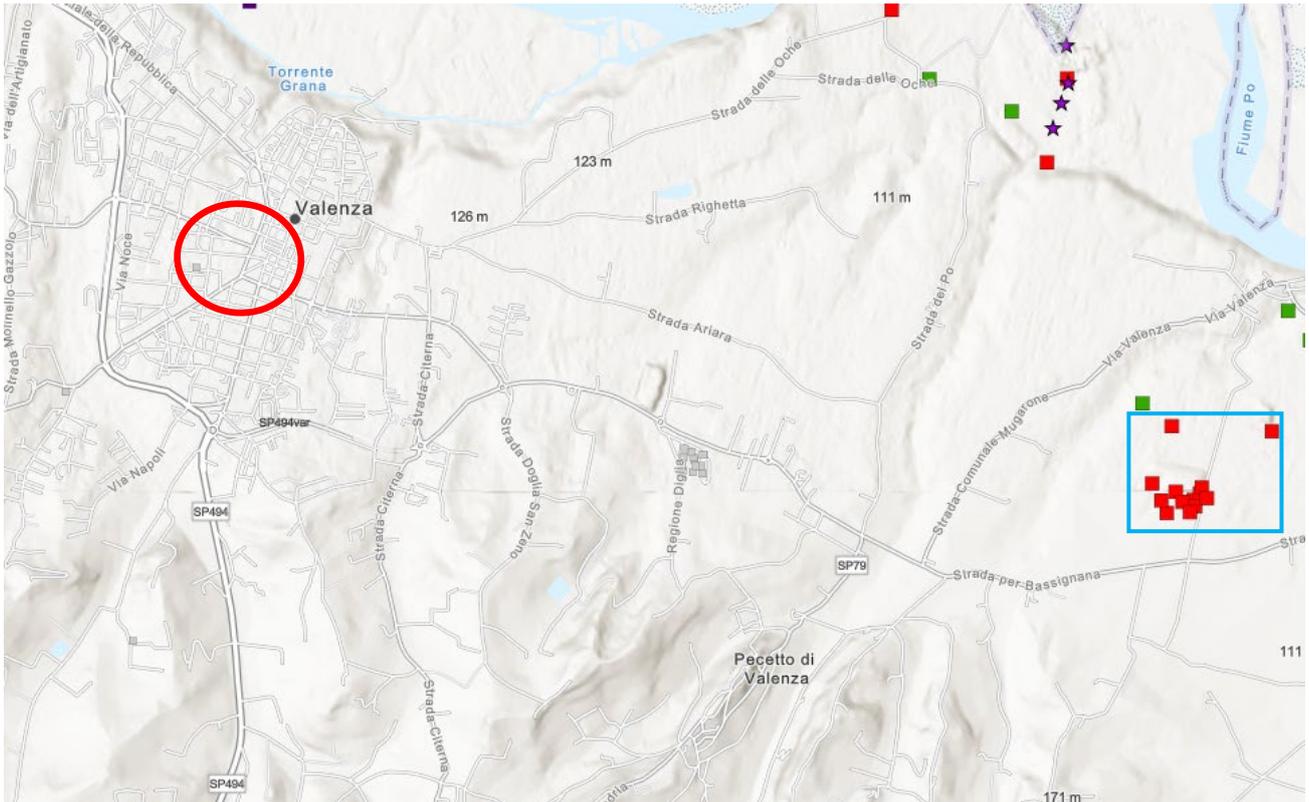
I dati così consultabili integrano da un punto di vista geotecnico le informazioni stratigrafiche relative alle formazioni presenti nel sottosuolo dell’area in esame (costituite soprattutto da depositi fluvioglaciali pleistocenici) ricavate con le prove penetrometriche appositamente effettuate: grazie a tali dati, si può pertanto procedere alla caratterizzazione geotecnica di questi depositi a granulometria grossolana (ghiaia e sabbia).

Si riportano, nel seguito, i risultati delle prove penetrometriche, di tipo SPT, eseguite nell’ambito di sondaggi effettuati a corredo di lavori passati all’interno di un’area che geologicamente risulta essere caratterizzata dagli stessi depositi e le cui stratigrafie sono consultabili mediante la Banca Dati Geotecnica dell’ARPA Piemonte.

Tali sondaggi furono eseguiti a corredo per la raccolta di dati relativi ad una discarica.

Delle 15 prove allora effettuate, 3 di esse (S1-S2-S3) hanno previsto la realizzazione di prove SPT dalla quale è stato possibile ricavare i dati che di seguito verranno esposti.

<sup>(4)</sup> Cfr.: <http://webgis.arpa.piemonte.it/flxview/GeoViewerArpa/index.html>.



*Individuazione, rispetto al sito in esame (quadrati rossi all'interno del rettangolo azzurro), dei sondaggi le cui stratigrafie, comprensive dei risultati di prove geotecniche in sito, sono reperibili e consultabili mediante la "Banca Dati Geotecnica" dell'ARPA Piemonte.*

Risultati delle prove SPT effettuate nel sondaggio S1, eseguito  
nel limitrofo Comune di Bassignana

Profondità (m)	N1	N2	N3	NSPT
5.50	6	10	11	21
12.30	8	10	12	22
18.10	10	11	13	24

NOTA: il valore R indica un rifiuto

Risultati delle prove SPT effettuate nel sondaggio S2, eseguito  
nel limitrofo Comune di Bassignana

Profondità (m)	N1	N2	N3	NSPT
6.00	7	10	14	24
12.00	9	12	17	29
18.00	16	23	28	51

Risultati delle prove SPT effettuate nel sondaggio S3, eseguito  
nel limitrofo Comune di Bassignana

Profondità (m)	N1	N2	N3	NSPT
6.50	3	4	4	8
12.00	9	9	10	19

## 6.1.2 Prove geotecniche in sito

Per una maggior caratterizzazione geotecnica del terreno dell'area in oggetto si è provveduto a far eseguire, nel mese di settembre 2024, delle prove geotecniche. Più nel dettaglio, sono state eseguite n. 3 prove penetrometriche dinamiche con codice DPM.

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infingere verticalmente nel terreno una punta conica metallica posta all'estremità di un'asta. L'infissione avviene per battuta, facendo cadere da altezza costante un maglio di dato peso.

Queste prove sono molto diffuse data la loro semplicità e rapidità esecutiva. La loro elaborazione ed interpretazione consente di parametrizzare il suolo attraversato, permettendo dunque una buona caratterizzazione stratigrafica. Inoltre, la sonda penetrometrica permette di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri del substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rotture sui pendii oltre che alla generale consistenza dei terreni.

Per questo tipo di prove è stato utilizzato un penetrometro DPM di tipo medio con un maglio di peso 30 kg, un'altezza di caduta del maglio di 20 cm.

Si contano quindi i colpi necessari per la penetrazione di ciascun tratto di lunghezza stabilita che in questo caso risulta essere uguale a 10 cm. I risultati relativi a ciascuna verticale indagata vengono riportati all'interno di un diagramma con i valori di N10 (numero di colpi necessari per infingere la punta per un tratto di 10 cm) sull'asse delle ascisse e la profondità espressa in (m) sulle ordinate. Quando il valore di N10 raggiunge gli 80 colpi, si parla di rifiuto alla penetrazione e la prova viene interrotta.

Secondo la letteratura <sup>(5)</sup> per il tipo di penetrometro medio utilizzato vale la seguente correlazione:  $N_{spt} = N/\alpha$  dove il valore del coefficiente teorico tra le prove SPT e le prove realizzate con il penetrometro "Penni30" è pertanto:  $\alpha = 1,32$  ovvero:  $N_{spt} = N/1,32$ .

Di seguito, si allegano i risultati delle tre prove penetrometriche effettuate dove si può osservare che i valori di  $N_{spt}$  relativi ai primi 0,40-0,50 metri di profondità, quindi quelli costituiti da copertura pedologica, risultano essere molto bassi a definire quindi uno scarso addensamento e un angolo di attrito basso mentre con il progredire della profondità si osserva un graduale aumento dei colpi necessari all'infissione delle aste a definire quindi un maggiore addensamento del deposito vero e proprio e dunque con una maggiore compattezza e maggiore angolo di attrito.

SI osserva però anche come a maggiori profondità, superiori ai 2,5 metri siano presenti caratteristiche più scadenti del deposito o la presenza di vuoti all'interno del deposito che facciano di nuovo diminuire il numero di colpi per risalire nuovamente fino a fine prova a quote intorno ai 3,5-8 metri di profondità.

Queste caratteristiche sono compatibili con i risultati delle prove SPT ricavate dal Geoportale dell'Arpa Piemonte e dunque confermano come l'area sia caratterizzata da prevalenti depositi fini siltosi-sabbiosi.

<sup>(5)</sup> Correlazioni N10-N<sub>SPT</sub> per il penetrometro dinamico tipo DPM Medio (Pasqualini, 1983)

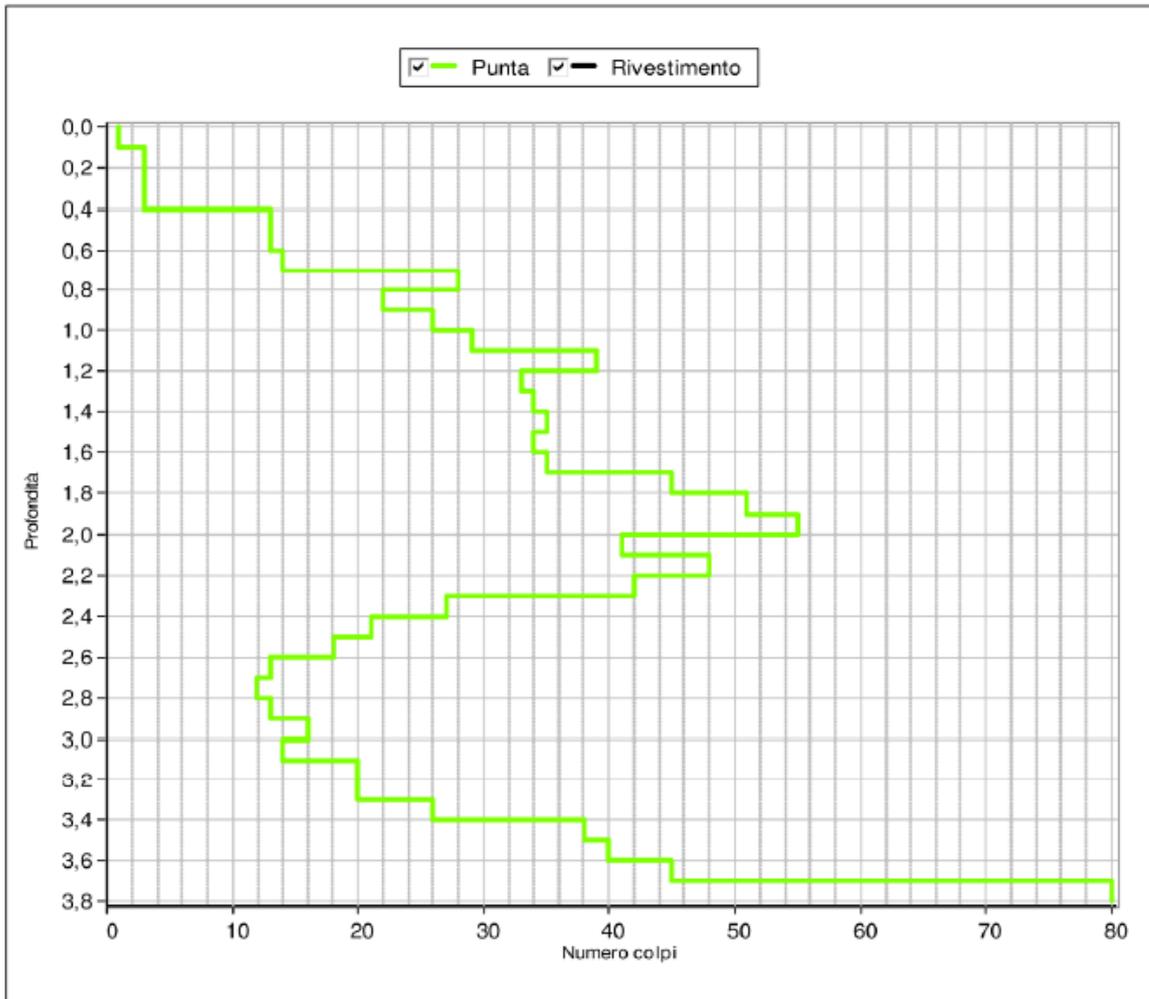
## PROVA DPM1

Profondità (m)	Nr. Colpi
0,10	1
0,20	3
0,30	3
0,40	3
0,50	13
0,60	13
0,70	14
0,80	28
0,90	22
1,00	26

Profondità (m)	Nr. Colpi
1,10	29
1,20	39
1,30	33
1,40	34
1,50	35
1,60	34
1,70	35
1,80	45
1,90	51
2,00	55

Profondità (m)	Nr. Colpi
2,10	41
2,20	48
2,30	42
2,40	27
2,50	21
2,60	18
2,70	13
2,80	12
2,90	13
3,00	16

Profondità (m)	Nr. Colpi
3,10	14
3,20	20
3,30	20
3,40	26
3,50	38
3,60	40
3,70	45
3,80	Rifiuto
3,90	
4,00	



Nota: sul grafico si riporta il valore di "80" per indicare il rifiuto di avanzamento alla penetrazione.

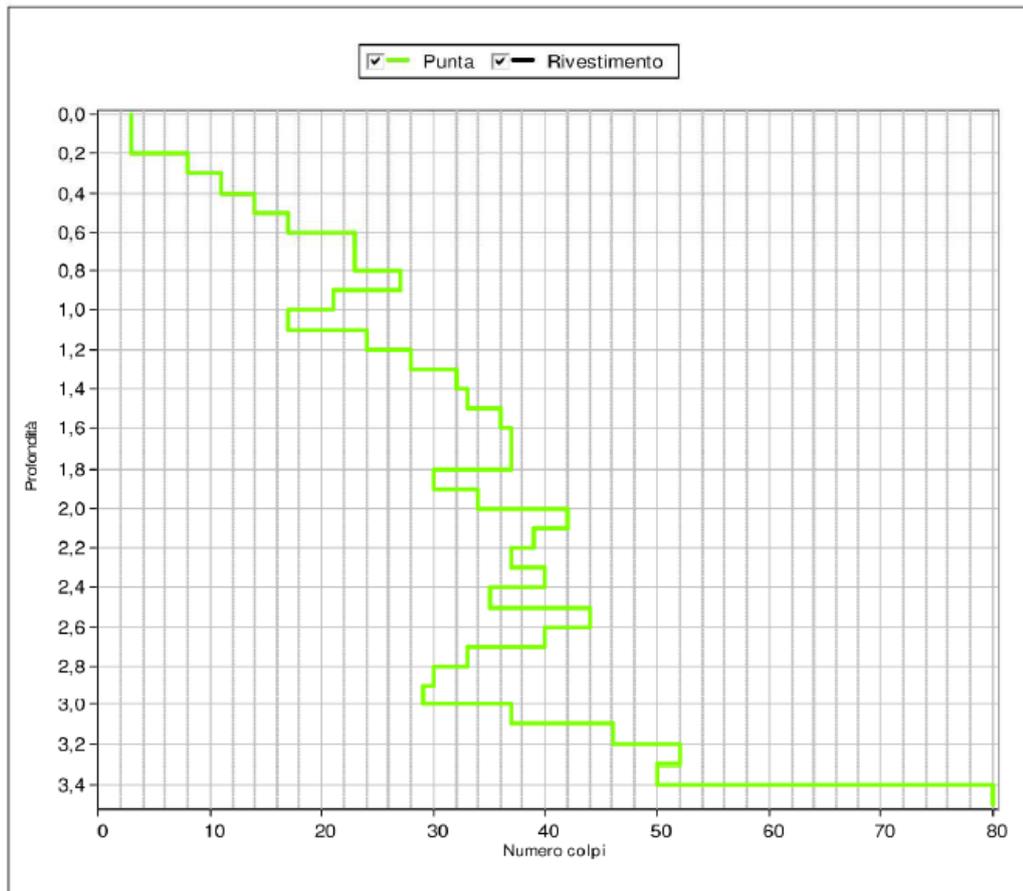
### PROVA DPM2

Profondità (m)	Nr. Colpi
0,10	3
0,20	3
0,30	8
0,40	11
0,50	14
0,60	17
0,70	23
0,80	23
0,90	27
1,00	21

Profondità (m)	Nr. Colpi
1,10	17
1,20	24
1,30	28
1,40	32
1,50	33
1,60	36
1,70	37
1,80	37
1,90	30
2,00	34

Profondità (m)	Nr. Colpi
2,10	42
2,20	39
2,30	37
2,40	40
2,50	35
2,60	44
2,70	40
2,80	33
2,90	30
3,00	29

Profondità (m)	Nr. Colpi
3,10	37
3,20	46
3,30	52
3,40	50
3,50	Rifiuto
3,60	
3,70	
3,80	
3,90	
4,00	



Nota: sul grafico si riporta il valore di "80" per indicare il rifiuto di avanzamento alla penetrazione.

### PROVA DPM3

Profondità (m)	Nr. Colpi
0,10	2
0,20	3
0,30	3
0,40	5
0,50	3
0,60	16
0,70	20
0,80	23
0,90	26
1,00	30

Profondità (m)	Nr. Colpi
1,10	30
1,20	26
1,30	29
1,40	27
1,50	23
1,60	25
1,70	18
1,80	15
1,90	14
2,00	13

Profondità (m)	Nr. Colpi
2,10	12
2,20	13
2,30	13
2,40	13
2,50	12
2,60	14
2,70	20
2,80	19
2,90	20
3,00	18

Profondità (m)	Nr. Colpi
3,10	19
3,20	18
3,30	20
3,40	34
3,50	40
3,60	39
3,70	41
3,80	32
3,90	31
4,00	30

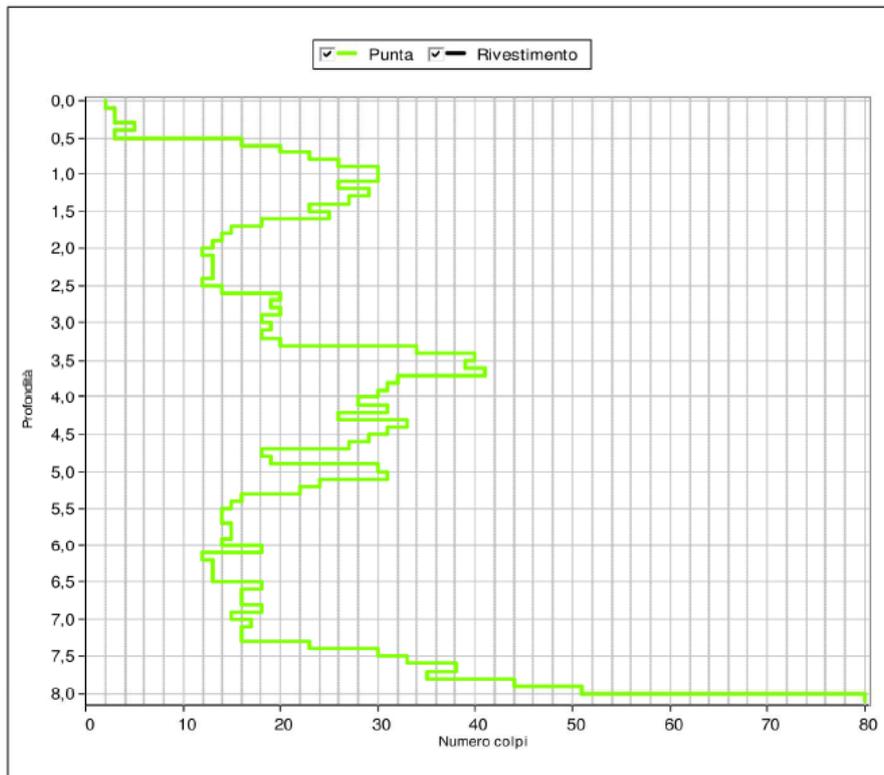
Profondità (m)	Nr. Colpi
4,10	28
4,20	31
4,30	26
4,40	33
4,50	31
4,60	29
4,70	27
4,80	18
4,90	19
5,00	30

Profondità (m)	Nr. Colpi
5,10	31
5,20	24
5,30	22
5,40	16
5,50	15
5,60	14
5,70	14
5,80	15
5,90	15
6,00	14

Profondità (m)	Nr. Colpi
6,10	18
6,20	12
6,30	13
6,40	13
6,50	13
6,60	18
6,70	16
6,80	16
6,90	18
7,00	15

Profondità (m)	Nr. Colpi
7,10	17
7,20	16
7,30	16
7,40	23
7,50	30
7,60	33
7,70	38
7,80	35
7,90	44
8,00	51

Profondità (m)	Nr. Colpi
8,10	Rifiuto



Nota: sul grafico si riporta il valore di "80" per indicare il rifiuto di avanzamento alla penetrazione.

## 6.2 Interpretazione dei risultati delle indagini geognostiche

Per la caratterizzazione geotecnica dei litotipi presenti nel sottosuolo del sito in esame, in cui si realizzerà il parcheggio, si è provveduto all'interpretazione dei dati ottenuti mediante le prove SPT effettuate nell'ambito dei citati sondaggi, ricavati dal geoportale dell'ARPA effettuati in aree limitrofe aventi medesime caratteristiche geologiche all'area in oggetto e successivamente correlati con i dati ottenuti dalle prove fatte eseguire appositamente per questo progetto.

Durante l'esecuzione delle prove di questo tipo, vengono contati i colpi  $N$  del maglio (di peso ed altezza di caduta standardizzate) necessari ad infiggere il campionatore nel terreno, al fondo del foro di sondaggio, così da farlo avanzare di tre tratti consecutivi di 15 cm ciascuno, ottenendo così una terna di valori ( $N_1$ ,  $N_2$  ed  $N_3$ ).

Ai fini dell'interpretazione delle prove viene considerato, convenzionalmente, il valore di  $N_{SPT}$  dato dalla somma degli ultimi due tratti ( $N_2 + N_3$ ), ipotizzando che nei primi 15 cm il terreno risenta ancora dell'effetto di "disturbo" associato alla precedente terebrazione condotta sino a quella quota.

Per procedere all'interpretazione dei risultati delle prove in sito, si deve considerare che, tra i principali parametri geotecnici utilizzati per quantificare le proprietà di un terreno, vi è innanzitutto la *densità relativa* ( $Dr$ ): si tratta di un parametro che quantifica l'addensamento di un terreno sotto forma di un valore percentuale rispetto all'addensamento massimo che potrebbe essere conferito, a quel terreno, mediante costipamento con mezzi meccanici, o che il terreno stesso verrebbe progressivamente ad assumere, in natura, durante la sua storia geologica, per effetto del peso degli strati di terreno che lo sovrastano.

A tale scopo, per il calcolo della densità relativa si può utilizzare il diagramma di Gibbs e Holtz, allegato nel seguito, utilizzando come dati di *input* i risultati delle prove penetrometriche effettuate nel sondaggio citato in precedenza, sotto forma dei valori del parametro  $N_{SPT}$  quantificati per gli orizzonti attraversati durante la penetrazione.

Nella tabella riportata nel seguito, i valori di  $N_{SPT}$  ottenuti nelle prove geotecniche in sito eseguite nei citati sondaggi, sono stati normalizzati in base alla tensione litostatica efficace: i valori di  $N_{SPT}$  derivanti dalle prove penetrometriche dinamiche sono stati cioè messi in correlazione con la pressione verticale litostatica che si ha, alla corrispondente profondità, per effetto del peso della colonna di terreno soprastante.

Questa pressione, indicata come  $\sigma_v$  e misurata in  $t/m^2$ , è data dal prodotto della profondità  $z$ , ossia dell'altezza della colonna di terreno soprastante, espressa in metri, per il peso di volume del terreno stesso.

Per poter calcolare il carico litostatico ( $\sigma_v$ , espresso in  $t/m^2$ ) agente alla profondità relativa in ogni punto di misura ( $Z$ , espressa in m dal p.c.), in prima approssimazione è stato assegnato al deposito fluvioglaciale un peso di volume ( $\gamma$ ) di  $1,7 t/m^3$ ; cautelativamente, alla copertura

pedologica, presente in superficie per uno spessore variabile fino ad 0-50/0,60 centimetri circa, è stato attribuito invece un peso di volume ( $\gamma$ ) di 1,5 t/m<sup>3</sup>.

Per una correlazione più accurata, occorrerebbe sottrarre alla pressione verticale così calcolata la spinta idrostatica  $U$ , associata alla presenza della falda acquifera, così da ottenere la pressione verticale efficace, indicata come  $\sigma'_v$  e misurata anch'essa in t/m<sup>2</sup>, e quantificata sulla base del livello piezometrico della falda freatica.

Nel caso in esame, la falda freatica non è stata riscontrata considerando anche che trovandoci su un'area collinare con pendenze l'eventuale presenza della falda risulta essere a quote molto maggiori. Pertanto nei calcoli non viene presa in considerazione la spinta idrostatica.

I risultati ottenuti sono sintetizzati nelle tabelle di seguito allegate.

Riportando poi sul diagramma di Gibbs & Holtz, allegato nel seguito, le diverse coppie di valori  $N_{spt}$ /pressione verticale efficace, si ottengono i corrispondenti valori del parametro densità relativa  $D_r$ ; a tale proposito, i valori ottenuti nel caso di “rifiuto” alla penetrazione sono stati riportati nel grafico equiparandoli, cautelativamente, ad un valore  $N_{spt} = 80$  colpi/piede.

I valori ottenuti sono variabili ma comunque medio-elevati, caratterizzati da densità relative compresi tra 50 e 80%.

Sulla base di questa quantificazione, si può procedere alla determinazione dell'*angolo di resistenza al taglio* (o *angolo di attrito interno*), comunemente indicato con la lettera greca  $\phi$  (“phi”), e che verrà sviluppata nel seguito: esso è definito, sperimentalmente, come l'angolo compreso tra l'ascissa e la tangente alla curva che rappresenta la relazione tra la resistenza al taglio e gli sforzi normali agenti all'interno del terreno.

## Sondaggio S1

Z(m)	$\sigma_v(t/m^2)$	U (t/m <sup>2</sup> )	$\sigma'_v(t/m^2)$	N <sub>spt</sub>	Dr (%)
5.50	9.25	-	9.25	21	78
12.30	20.81	-	20.81	22	63
18.10	30.67	-	30.67	24	57

## Sondaggio S2

Z(m)	$\sigma_v(t/m^2)$	U (t/m <sup>2</sup> )	$\sigma'_v(t/m^2)$	N <sub>spt</sub>	Dr (%)
6.00	10.1	---	10.1	24	80
12.00	20.3	---	20.3	29	70
18.00	30.5	---	30.5	51	77

## Sondaggio S3

Z(m)	$\sigma_v(t/m^2)$	U (t/m <sup>2</sup> )	$\sigma'_v(t/m^2)$	N <sub>spt</sub>	Dr (%)
6.50	10.95	---	10.95	8	50
12.00	20.3	---	20.3	19	60

I dati derivanti dalle prove penetrometriche effettuate direttamente in sito, come si è detto, indagano su profondità sicuramente minori rispetto a quelle ricavate dal geoportale dell'Arpa, ma comunque confrontabili soprattutto nei primi metri di profondità.

Tali indagini come abbiamo visto in precedenza, senza contare i primi centimetri di materiale pedologico mostrano valori simili, soprattutto nella prova DPM3, mentre nelle restanti prove si osservano valori anche più elevati e che confermano come generalmente, aumentando di profondità aumenta il grado di addensamento del terreno mentre nei metri più superficiali i valori di N<sub>spt</sub> risultano compreso fra 1 e 10.

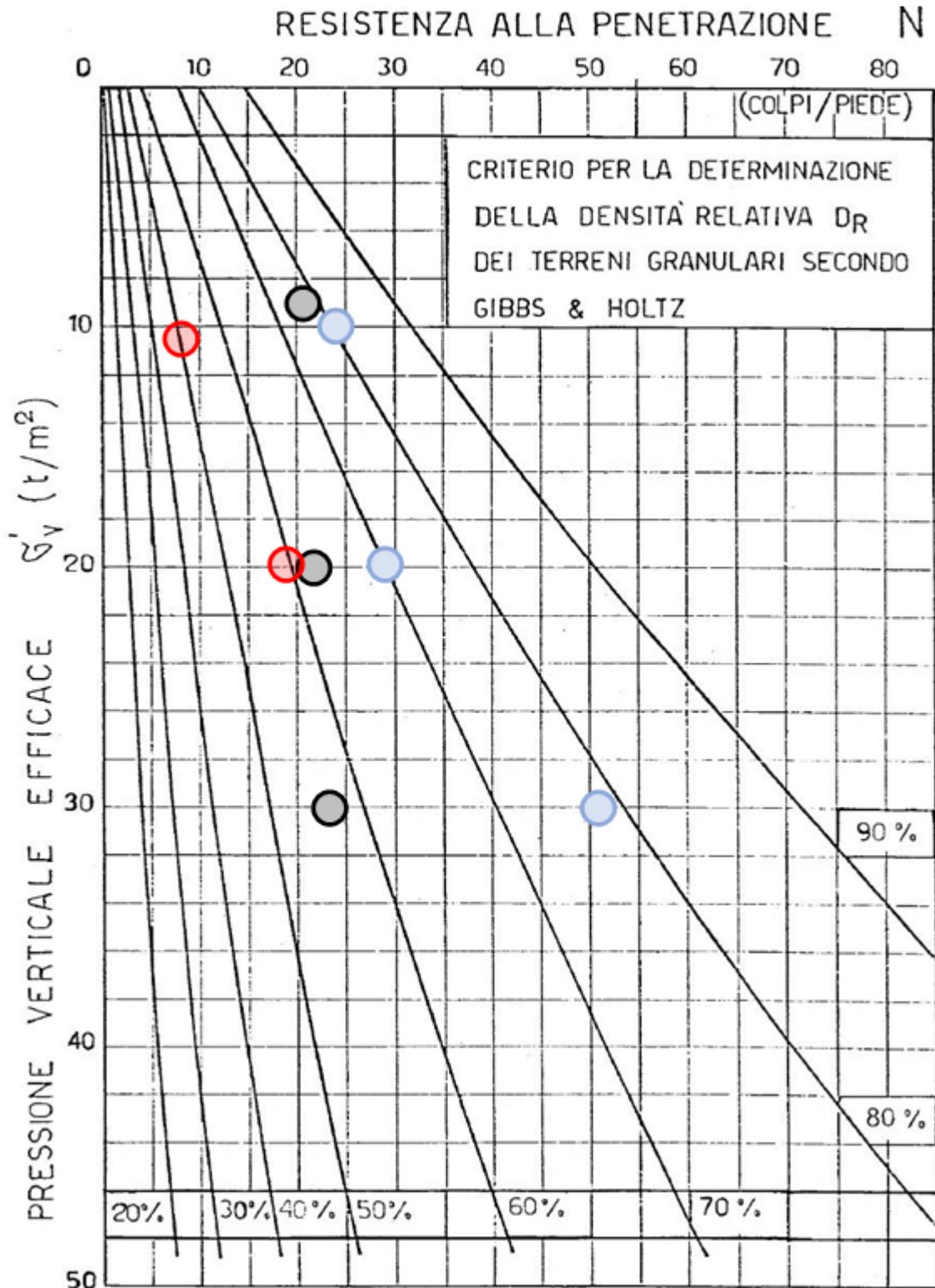


Diagramma Gibbs & Holtz relativo ai sondaggi S1(nero) S2(blu) S3(rosso).

### 6.3 Determinazione dei parametri geotecnici

Per la determinazione del parametro  $\phi$ , ossia dell'angolo di attrito interno, che nel caso in esame rappresenta quello più significativo per i depositi fluvioglaciali presenti in sito, si è partiti dall'interpretazione, svolta nel paragrafo precedente, dei dati ottenuti mediante le prove SPT effettuate nell'ambito dei sondaggi eseguiti in passato in zone limitrofe all'area in oggetto.

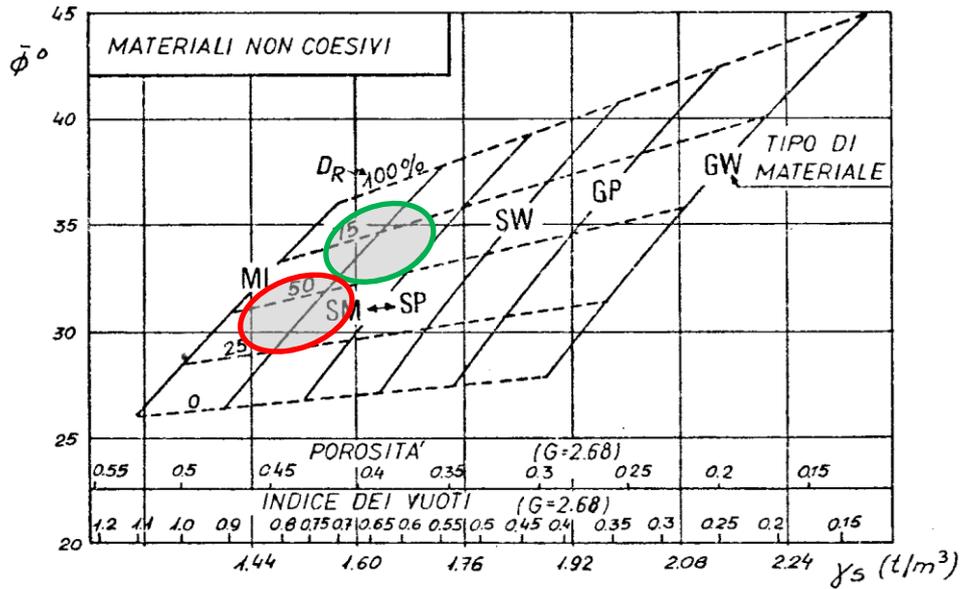
Si è provveduto a calcolare l'angolo di attrito del materiale in esame partendo dal numero di SPT e dalla  $D_r$  precedentemente individuati.

Da quanto si evince dal diagramma qualitativo NAV-FAC riportato nel seguito <sup>(6)</sup>, il deposito fluvioglaciale presente nel sottosuolo dell'area in esame può essere assimilato, complessivamente, ad un materiale intermedio tra “*Sabbie limose (SM)*” ed “*sabbia, sabbie ghiaiose con granulometria uniforme (SP)*” così da ricavare, per valori di densità relativa dell'ordine del 50 - 80%, un angolo di resistenza al taglio almeno superiore ai 33-36°. Cautelativamente, si propone di considerare una densità relativa ( $D_r$ ) superiore al 65% con un angolo di attrito dunque di 31° per il deposito fluvioglaciale mentre nel primo metro di profondità, essendo costituita essenzialmente da copertura pedologica, si consiglia di considerare una densità relativa ( $D_r$ ) dell'ordine del 40-50% e un angolo di attrito di 28°.

Cautelativamente, il valore della coesione del terreno in esame verrà invece considerato nullo ( $c = 0$ ), anche se la presenza di una matrice limosa, con forme di cementazione nei livelli superficiali, e con presenza invece di argilla di neoformazione in quelli profondi, suggerirebbe di tenere conto, più correttamente da un punto di vista scientifico ed applicativo <sup>(7)</sup>, anche della componente coesiva della resistenza al taglio del materiale, e non solo di quella attritiva.

<sup>(6)</sup> Si tratta di un diagramma di correlazione elaborato dall'U.S. Naval Publ. and Forms Center di Philadelphia, comunemente noto come "NAV-FAC".

<sup>(7)</sup> W.C.B. GATES, Jacobs Associates; “*Practical estimation of Mohr – Coulomb shear strength for cemented conglomeratic deposits in the arid western United States*”; 63rd Highway Geology Symposium, 2012.



VALORI DI  $\bar{\phi}$  PER VARI TIPI DI TERRENO (navfac-1971)

- ML – limi inorganici, sabbie limose molto fini
- SM – sabbie limose
- SP – sabbie, sabbie ghiaiose con granulometria uniforme
- SW – sabbie a granulom. mista, sabbia ghiaiosa
- GP – ghiaia a granulom. uniforme
- GW – ghiaia a granulom. mista, misto ghiaia e sabbia

*Diagramma NAV-FAC terreno naturale*

*In verde il terreno presente in profondità, in rosso lo strato pedogenizzato superficiale*

## 6.5. Verifiche di stabilità

### 6.5.2. Stabilità del pendio oggetto di intervento

Tutti i metodi di calcolo per lo studio dei problemi di stabilità basati sul concetto del cosiddetto equilibrio limite hanno in comune le seguenti assunzioni:

- l'analisi di stabilità è condotta su generiche superfici di scivolamento ben definite, considerando l'equilibrio della massa di terreno individuata da tale superficie sottoposta alle forze al contorno;
- l'equilibrio globale è studiato sulla base delle equazioni della statica;
- l'analisi è effettuata in condizioni di deformazioni piane; tale assunzione comporta comunque una valutazione cautelativa del fattore di sicurezza rispetto al caso tridimensionale;
- il fattore di sicurezza è implicitamente assunto costante lungo tutta la superficie di scivolamento.

Le verifiche devono essere effettuate considerando i parametri di resistenza  $c'$  e  $\phi'$ , coesione e angolo di attrito, in termini di tensioni efficaci.

A tale proposito, alla luce di quanto precedentemente discusso in merito alla caratterizzazione stratigrafica dell'area di intervento, la caratterizzazione e la scelta dei parametri geotecnici è stata condotta per i seguenti materiali:

1) porzione corticale del substrato litoide.

Sulla base della caratterizzazione sviluppata in precedenza, la copertura eluvio - colluviale (comprensiva del terreno vegetale), presente in superficie nell'ambito dell'area in esame, è costituita da prevalente materiale sabbioso - limoso, per il quale è possibile considerare i seguenti parametri geotecnici:

- peso di volume:  $\gamma_s = 15 \text{ kN/m}^3$ ;
- coesione efficace:  $c' = 0$ ;
- angolo di attrito:  $\phi = 28^\circ$ .

Tuttavia, visto l'esiguo spessore di tale copertura (50-60cm) essa non è stata considerata all'interno delle verifiche di stabilità, ma si è ritenuto sufficiente considerare la porzione corticale del deposito fluvioglaciale vero e proprio.

Relativamente al sottostante substrato (alternanze di sabbie limose e marne siltose e argille) si possono assumere i parametri ottenuti, nei precedenti studi progettuali, dai campioni prelevati alle profondità minori, dove il substrato litoide, nella sua porzione più corticale, risulta parzialmente alterato, determinando una riduzione dei parametri geotecnici, soprattutto in termini di componente coesiva della resistenza al taglio:

- peso di volume:  $\gamma_s = 17 \text{ kN/m}^3$ ;
- coesione efficace:  $c' = 0 \text{ MPa}$ ;
- angolo di attrito:  $\phi = 31^\circ$ .

### **6.5.2.1. Impostazione della verifica e riferimenti normativi**

La verifica analitica di stabilità, sulla base dei parametri adottati in precedenza, è stata condotta mediante il cosiddetto metodo dell'equilibrio limite: questo metodo comporta la ricerca di una superficie critica di scivolamento all'interno della scarpata, detta superficie di rottura; in particolare, ci si propone di individuare, tra le possibili superfici di scivolamento, quella avente fattore di sicurezza minimo.

Operativamente, la scarpata in esame è trattata come un piano, trascurando ogni effetto dovuto alla costrizione laterale; avendo scelto un'ipotetica linea di scivolamento all'interno del pendio, si individua quindi la massa di terreno di cui si vuole esaminare l'equilibrio, suddividendola poi in conci: l'equilibrio dell'intera massa viene infine studiato come somma delle condizioni di equilibrio di ogni singolo concio.

Il calcolo viene effettuato ipotizzando che le linee di scivolamento abbiano forma circolare; le forze di taglio mobilitabili lungo la superficie di scivolamento sono poi determinate in accordo con il criterio di Coulomb.

Il calcolo procede poi iterativamente, mediante l'uso di un elaboratore elettronico, sino ad individuare la superficie di scivolamento critica, caratterizzata dal fattore di sicurezza minimo, inteso come rapporto tra gli sforzi di taglio disponibili e quelli mobilitati dalla gravità.

L'analisi di stabilità della porzione di versante oggetto del previsto intervento è stata sviluppata facendo riferimento ai criteri riportati nelle vigenti normative in materia di costruzioni e stabilità dei pendii, sotto forma del Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018 “*Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»*” (c.d. “NTC2018”), pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 42 del 22.02.2018 (Suppl. Ordinario n. 8), con relativa “Circolare esplicativa”.

A tale proposito, si deve considerare che le Norme in parola, così come le precedenti “*Norme Tecniche per le Costruzioni*” (D.M. 14.01.2008), entrate in vigore il 1° luglio 2009 e da esse abrogate e sostituite, hanno modificato profondamente l'approccio progettuale alle verifiche geotecniche, comprese quelle sulla stabilità dei pendii.

A fronte dell'approccio previsto dal precedente D.M. 11.03.1988, nel quale la verifica di stabilità era svolta partendo dai parametri geotecnici “integri”, le nuove NTC (sia nell'edizione del 2008 che in quella del 2018) prevedono invece, nei diversi approcci progettuali, l'applicazione preliminare di “coefficienti di sicurezza parziali” (fattori correttivi) ai singoli parametri geotecnici.

### **6.5.2.2. Verifica analitica mediante programma di calcolo**

La verifica numerica di stabilità del pendio in relazione al muro in progetto è stata effettuata mediante l'ausilio del programma di calcolo “*ISMURP*” della casa produttrice *CDM Dolmen*, che permette un'analisi ad elementi finiti di muri controterra, a sezione costante o variabile, con contrafforti, mensole, denti, pali e mensole. Questo programma inoltre consente un'analisi di tipo iterativo, per approssimazioni successive, dell'elevato numero di superfici di tentativo che devono essere prese in considerazione secondo il metodo dell'equilibrio limite globale.

L'analisi viene effettuata nell'ipotesi che le superfici di scivolamento possano essere schematizzate attraverso sviluppi cilindrici, e quindi i calcoli sono effettuati per uno spessore unitario nella direzione del fronte.

Il metodo applicato prevede che il pendio in esame sia suddiviso in un numero prefissato di conci o "strisce" verticali, a ciascuno dei quali, note le caratteristiche geometriche, si attribuiscono gli appropriati parametri fisico - meccanici.

Relativamente al metodo di calcolo, i metodi generalmente utilizzati per le analisi di stabilità dei pendii si differenziano tra loro per le diverse ipotesi statiche effettuate: lo studio globale di un pendio suddiviso in conci costituisce un problema iperstatico, in quanto non è possibile conoscere a priori le direzioni ed i punti di applicazione delle forze all'interfaccia dei conci.

Senza considerare la deformabilità dei materiali interessati dal potenziale fenomeno di instabilità, si presuppone la conoscenza, nel corpo del pendio, della potenziale superficie di scivolamento; tale superficie è ricercata tra quelle di una famiglia di superfici circolari che presenta il fattore di sicurezza minimo: tale fattore è definito come rapporto tra le massime forze resistenti mobilitabili sulla superficie di scivolamento stessa e le forze realmente mobilitate.

Pertanto gli unici parametri fisico - meccanici che concorrono alla definizione del fenomeno sono:

- peso di volume del materiale;
- caratteristiche di resistenza al taglio del materiale;
- condizioni della falda;
- caratteristiche geometriche del pendio;
- sollecitazioni sismiche.

La verifica globale del pendio collinare oggetto di intervento è stata effettuata per mezzo del suddetto programma di calcolo iterativo, che procede alla ricerca automatica della superficie di scivolamento più critica, determinandone il relativo fattore di sicurezza.

Con riferimento ai parametri geotecnici, discussi e riassunti in precedenza, da considerare nella verifica, per l'effettuazione delle verifiche di stabilità oggetto del presente studio si deve osservare che il software utilizzato applica preventivamente, ai parametri geotecnici immessi come input (che vengono ancora nominalmente riportati come tali nei tabulati di calcolo e negli output grafici), gli appropriati fattori di riduzione previsti dalle NTC.

Le verifiche sono state condotte in condizioni sismiche, ed i parametri sismici da utilizzare nel calcolo sono stati definiti sulla base della vigente normativa di riferimento per le costruzioni, ovvero seguendo quanto previsto dal citato D.M. 17.01.2018 e dalla relativa Circolare esplicativa.

Il caso in esame è stato studiato con l'ausilio del suddetto programma di calcolo automatico ed i relativi tabulati di calcolo sono riportati in allegato; per la verifica, come già segnalato, è stata considerata la sezione A-A' di progetto.

Alle caratteristiche del pendio il software utilizzato prevede anche la possibilità di inserire le caratteristiche strutturali del muro in progetto al fine di modellarlo insieme al pendio di riferimento e calcolarne dunque la stabilità globale data dall'interazione muro-terreno.

A tal proposito sono stati inseriti all'interno del software i dati dimensionali del muro anch'essi ricavati dalle sezioni progettuali.

### **6.5.2.3. Risultati delle verifiche di stabilità**

Sulla sezione-tipo del profilo trasversale del pendio, nell'area oggetto dell'intervento, è stata effettuata la verifica di stabilità del versante; in particolare, tutte le superfici analizzate intersecano il pendio analizzato in modo tale da indagare ed analizzare dei cinematismi potenzialmente in grado di "instabilizzarne" anche delle porzioni di entità significativa e rilevante, ricavando pertanto la stabilità globale dovuta dall'interazione tra terreno-muro.

I risultati completi delle analisi sono riportati negli allegati tabulati di calcolo; qui di seguito si evidenziano le caratteristiche geometriche della scarpata considerata per il calcolo di stabilità, ove si osserva una pendenza inferiore ai 15°.

Dall'esame dei risultati di calcolo effettuati è emerso come il fattore di sicurezza minimo risulti pari a  $F_s = 1,42$  calcolato utilizzando i due metodi di Fellenius e Bishop semplificato e andando pertanto a ricavarci il minimo tra i due.

Le verifiche di stabilità hanno pertanto dato esito positivo con valori del  $F_s > 1,1$  secondo normativa del DM 17/01/2018.

Per un maggiore dettaglio relativamente ai risultati delle analisi di stabilità si rimanda ai tabulati di calcolo inseriti in allegato in coda al presente elaborato.

## **7 ANALISI CHIMICHE DEI TERRENI**

A corredo della progettazione del parcheggio, la committenza ha provveduto, tramite la S.A. Servizio Ambiente S.r.l. a far analizzare 6 campioni di terreno all'interno dell'area di progetto in modo tale da condurre delle analisi chimiche sui principali composti che caratterizzano il terreno stesso secondo quanto previsto dalla normativa vigente relativa al D.Lgs. 152/06 relativamente alla parte IV – all. 5 – tabella 1 terreni.

Queste tipologie di analisi permettono di individuare eventuali sostanze tossiche od inquinanti presenti all'interno del terreno stesso che verrà movimentato per poter procedere alla realizzazione del parcheggio.

I risultati riportati all'interno dei diversi report allegati a fondo di questo elaborato hanno evidenziato come tutti e 6 i campioni di terreno prelevato non presentino livelli di contaminazioni superiori ai limiti indicati all'interno dei tabulati e che pertanto tali terreni di scavo possano essere riutilizzati.

Sono state inoltre fatte effettuare le analisi chimiche sui terreni per la caratterizzazione della tipologia di eventuale rifiuto o meno che si possa generare dallo sbancamento del terreno in sito. Più nel dettaglio sono state effettuate le analisi sugli eluati all'interno dei campioni e i report delle analisi che vengono anch'essi allegati hanno dimostrato come il terreno che verrà movimentato possa essere considerato un rifiuto non pericoloso ai sensi della decisione 2000/532/CE, come modificata dalle Decisioni 2001/118/CE e 2001/573/CE sui rifiuti pericolosi e non e dunque possa essere conferito qualora non venga riutilizzato, in discariche per rifiuti non pericolosi.

## **8 CONCLUSIONI**

Nella presente relazione sono state descritte le caratteristiche geologiche ed idrogeologiche del sito, del Comune di Valenza (AL), interessato dal progetto di realizzazione di un parcheggio.

Lo studio si basa sull'esame della documentazione bibliografica e della letteratura geologica preesistente, con particolare attenzione per gli studi geologici condotti a corredo del P.R.G. del Comune di Valenza, così come per le risultanze delle indagini effettuate in aree limitrofe nell'ambito di precedenti studi progettuali.

Sulla base delle conoscenze così acquisite, si è provveduto ad una caratterizzazione e modellazione geologica del sito, così da definire i lineamenti geomorfologici della zona, gli eventuali processi morfologici ed i dissesti in atto o potenziali, la successione litostratigrafica locale e lo schema della circolazione idrica superficiale e sotterranea.

A livello di prescrizioni e di raccomandazioni di carattere geologico, tenendo conto dell'ubicazione e delle caratteristiche geologiche del sito, si devono considerare le possibili eterogeneità stratigrafiche del terreno di fondazione, evidenziate dalle indagini geognostiche condotte in precedenti studi e che caratterizzano l'assetto geolitologico di tutta la pianura alluvionale di questo settore, sulla quale sorge il sito in esame.

Si richiama pertanto la necessità di procedere, durante la realizzazione dell'intervento ed a cura e discrezione della D.L., ad una accurata verifica preliminare della natura e della stratigrafia di dettaglio, anche a piccola scala, dei terreni costituenti il sottosuolo nell'ambito della intera estensione dell'area di intervento: tali terreni sono costituiti, infatti, da lenti giustapposte, di spessore da decimetrico a metrico, di materiali a diversa granulometria e con diverso grado di addensamento.

Ciò allo scopo di verificare, in particolare, l'eventuale presenza di punti in cui lo strato superficiale pedogenizzato presenta maggiore spessore, o di intercalazioni e livelli concentrati di frazione fine o comunque di materiale più scadente.

Si richiama inoltre la necessità, in sede esecutiva dell'effettivo dimensionamento del muro in modo da verificare nel dettaglio in base alle dimensioni e al peso effettivo previsto il corretto dimensionamento relativo ai carichi ammissibili.

Da un punto di vista idrogeologico, i dati disponibili indicano che in corrispondenza al sito in esame la falda acquifera a superficie libera, ospitata nel materasso alluvionale, risulta livellarsi a profondità elevate dal piano campagna.

Relativamente alle problematiche idrogeologiche, pertanto, si confermano le indicazioni, riportate nel vigente P.R.G.C. del Comune di Valenza, in merito all'opportunità di evitare la realizzazione di opere interrato.

Dal punto di vista idraulico, l'area risulta esterna ad aree ad allagamenti.

Tenendo conto della natura prevalentemente limosi-argillosi dei terreni presenti più superficiali, le strutture a contatto del terreno dovranno altresì essere munite di accorgimenti atti ad impedire la risalita idrica per capillarità, che può risultare accentuata dalla presenza di materiali a granulometria fine (limoso – sabbiosa) negli strati più superficiali del sottosuolo.

Si raccomanda infine una buona regimazione delle acque superficiali per limitare al massimo i ristagni di acque nonostante la pendenza dell'area in oggetto

Torino, ottobre 2024

***dott. ing. Giuseppe BIOLATTI***

*n. 5340 Ordine Ingegneri Provincia di Torino*

*n. 165 Ordine Reg. Geologi del Piemonte – Sez. A*



Collaborazione: ***dott. geol. Stefano SCHIRINZI***

*n. 912 Ordine Reg. Geologi del Piemonte – Sez. A*

**ALLEGATI**

## **Allegato 1: Prove penetrometriche ed Indagine geofisica**

**COMUNE DI VALENZA**

**PROVINCIA DI ALESSANDRIA**

**PROSPEZIONE PENETROMETRICA E INDAGINE SISMICA MASW**

COMMITTENTE: **GEOSTUDIO STUDIO ASSOCIATO**

**RELAZIONE TECNICA**

(codice interno: SGF24\_e\_51)

**Saluzzo, 02 ottobre 2024**

dott. Geol. **FRENCIA** Riccardo

(n. 715 Ordine Regionale Geologi del Piemonte - Sez. A)



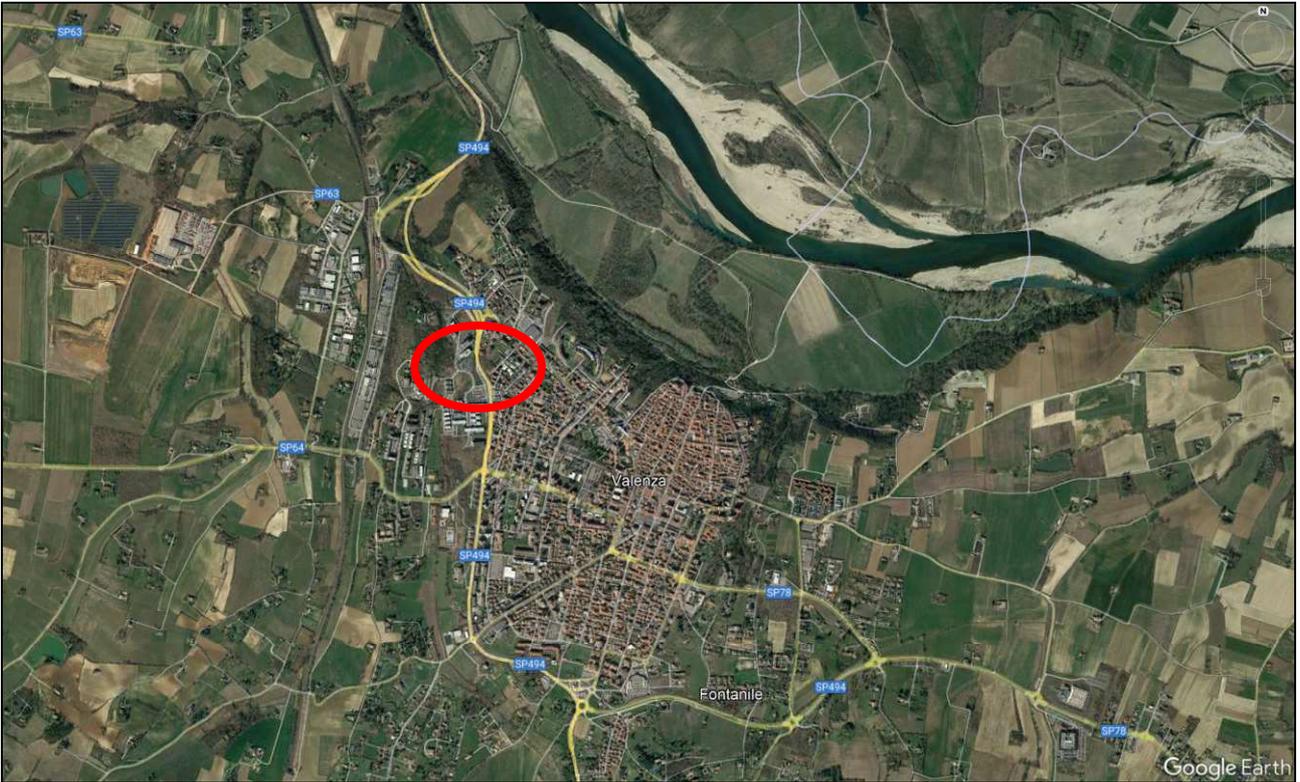
## INDICE

<b>1. PREMESSA E UBICAZIONE DELLE PROVE .....</b>	<b>2</b>
<b>2. DESCRIZIONE DELLA PROVA PENETROMETRICA E DELLA STRUMENTAZIONE UTILIZZATA.....</b>	<b>4</b>
<b>3. RISULTATI DELLE PROVE PENETROMETRICHE .....</b>	<b>6</b>
3.1 PROVA DPM-01 .....	6
3.2 PROVA DPM-02 .....	8
3.3 PROVA DPM-03 .....	10
<b>4. PROVA MASW .....</b>	<b>13</b>
4.1 PREMESSA .....	13
4.2 ESITI DELLA PROVA ESEGUITA.....	14

### 1. PREMESSA E UBICAZIONE DELLE PROVE

La presente relazione tecnica espone le caratteristiche e i risultati ottenuti nel corso di una prospezione penetrometrica eseguita con penetrometro medio (DPM, massa da 30 kg) e di una prospezione geofisica di tipo MASW, condotte dallo scrivente in data 24 settembre 2024 nel Comune di Valenza (AL), Via XII settembre.

In seguito si riporta l'ubicazione, su foto aerea reperita online mediante il software © Google Earth, delle 3 prove penetrometriche realizzate e dello stendimento MASW.



**Figura 1:** localizzazione dell'area di indagine su immagine fotografica aerea tratta dal software © Google Earth.



**Figura 2:** localizzazione delle prove penetrometriche e dello stendimento MASW nell'area di indagine su immagine fotografica aerea tratta dal software © Google Earth.

## 2. DESCRIZIONE DELLA PROVA PENETROMETRICA E DELLA STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infingere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi  $\Delta$ ) misurando il numero di colpi N necessari al suo avanzamento

Le Prove Penetrometriche Dinamiche sono molto diffuse ed utilizzate data la loro semplicità esecutiva, economicità e rapidità di esecuzione.

La loro elaborazione e interpretazione consente di "catalogare e parametrizzare" il suolo attraversato, permettendo di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica.

La sonda penetrometrica permette inoltre di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii, e la consistenza in generale del terreno.

L'utilizzo dei dati, ricavati da correlazioni indirette e facendo riferimento a vari autori, dovrà comunque essere trattato con le opportune cautele e, possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona.

Con riferimento alla classificazione ISSMFE (1988) dei diversi tipi di penetrometri dinamici (vedi tabella sotto riportata) si riporta la suddivisione in quattro classi (in base al peso M della massa battente):

Tipo	Sigla di riferimento	Peso della massa M (kg)	Prof.max indagine battente (m)
Leggero	DPL (Light)	M <10	8
Medio	DPM (Medium)	10 < M < 40	20-25
Pesante	DPH (Heavy)	40 < M < 60	25
Super pesante	DPSH (Super Heavy)	M > 60	25

### Caratteristiche Tecniche-Strumentali Penetrometro: Compac Penny 30 (Medio)

Peso Massa battente	<b>M</b>	<b>30 kg</b>
Altezza di caduta libera	<b>H</b>	<b>0,20 m</b>
Massa passiva	<b>Pp</b>	<b>12 kg</b>
Area di base punta	<b>A</b>	<b>10 cm<sup>2</sup></b>
Lunghezza delle aste		<b>1 m</b>
Peso aste a metro	<b>P</b>	<b>2,4 kg</b>
Avanzamento punta		<b>0,10 m</b>
Rivestimento/fanghi		<b>NO</b>
Angolo di apertura punta		<b>60°</b>

## Correlazione con N<sub>spt</sub>

Poiché la prova penetrometrica standard (SPT) rappresenta, ad oggi, uno dei mezzi più diffusi ed economici per ricavare informazioni dal sottosuolo, la maggior parte delle correlazioni esistenti riguardano i valori del numero di colpi N<sub>SPT</sub> ottenuto con la suddetta prova, pertanto si presenta la necessità di rapportare il numero di colpi di una prova dinamica con N<sub>SPT</sub>.

Il passaggio viene dato da:

$$N_{SPT} = N/\alpha$$

Dove:

$$\alpha = \frac{m_1 \cdot h_1 \cdot e_2 \cdot A_2}{m_2 \cdot h_2 \cdot e_1 \cdot A_1} \text{ formula da E. Pasqualini (1983)}$$

in cui il pedice 1 si riferisce alla prova eseguita con un penetrometro SPT

il pedice 2 si riferisce alla prova eseguita con il penetrometro DPM Penny 30

m = peso massa battente;

h = altezza di caduta;

A = area base punta conica;

e = passo di avanzamento.

Il coefficiente teorico di energia tra le prove SPT e le prove realizzate con il penetrometro Penni30 è pertanto:

$$\alpha = 1,32$$

ovvero:

$$N_{SPT} = N/1,32$$

## Valutazione resistenza dinamica alla punta R<sub>pd</sub>

Formula Olandesi:

$$R_{pd} = \frac{M^2 \cdot H}{[A \cdot e \cdot (M + P)]} = \frac{M^2 \cdot H \cdot N}{[A \cdot \delta \cdot (M + P)]}$$

R<sub>pd</sub> = resistenza dinamica punta (area A);

e = infissione media per colpo (δ/ N);

M = peso massa battente (altezza caduta H);

P = peso totale aste e sistema battuta.

## Metodologia di Elaborazione.

Le elaborazioni sono state effettuate mediante un programma di calcolo automatico SCPT5 della ProgramGeo.

### 3. RISULTATI DELLE PROVE PENETROMETRICHE

#### 3.1 PROVA DPM-01

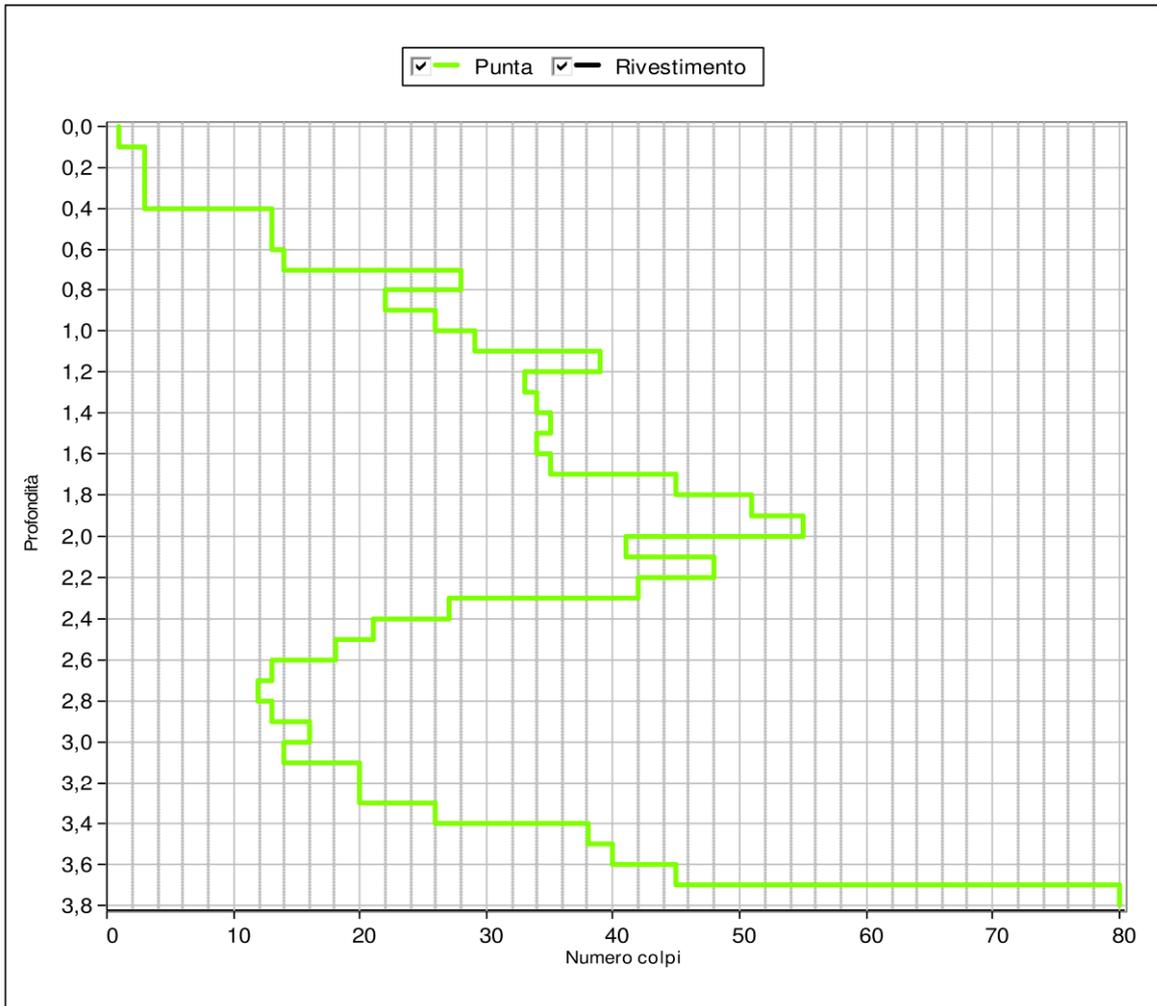
La prova ha raggiunto la profondità di 3,8 m dal piano campagna, la prova è stata eseguita "a mezza costa" lungo la scarpata in esame.

In seguito si riporta una scheda elaborata con il software *SCPT5* della *ProgramGeo*, in cui vengono riportati, il numero di colpi per l'avanzamento sui 10 cm.

Profondità (m)	Nr. Colpi						
0,10	1	1,10	29	2,10	41	3,10	14
0,20	3	1,20	39	2,20	48	3,20	20
0,30	3	1,30	33	2,30	42	3,30	20
0,40	3	1,40	34	2,40	27	3,40	26
0,50	13	1,50	35	2,50	21	3,50	38
0,60	13	1,60	34	2,60	18	3,60	40
0,70	14	1,70	35	2,70	13	3,70	45
0,80	28	1,80	45	2,80	12	3,80	Rifiuto
0,90	22	1,90	51	2,90	13	3,90	
1,00	26	2,00	55	3,00	16	4,00	



**Figura 3:** immagine fotografica della realizzazione della prova DPM-01.



Nota: sul grafico si riporta il valore di "80" per indicare il rifiuto di avanzamento alla penetrazione.

### 3.2 PROVA DPM-02

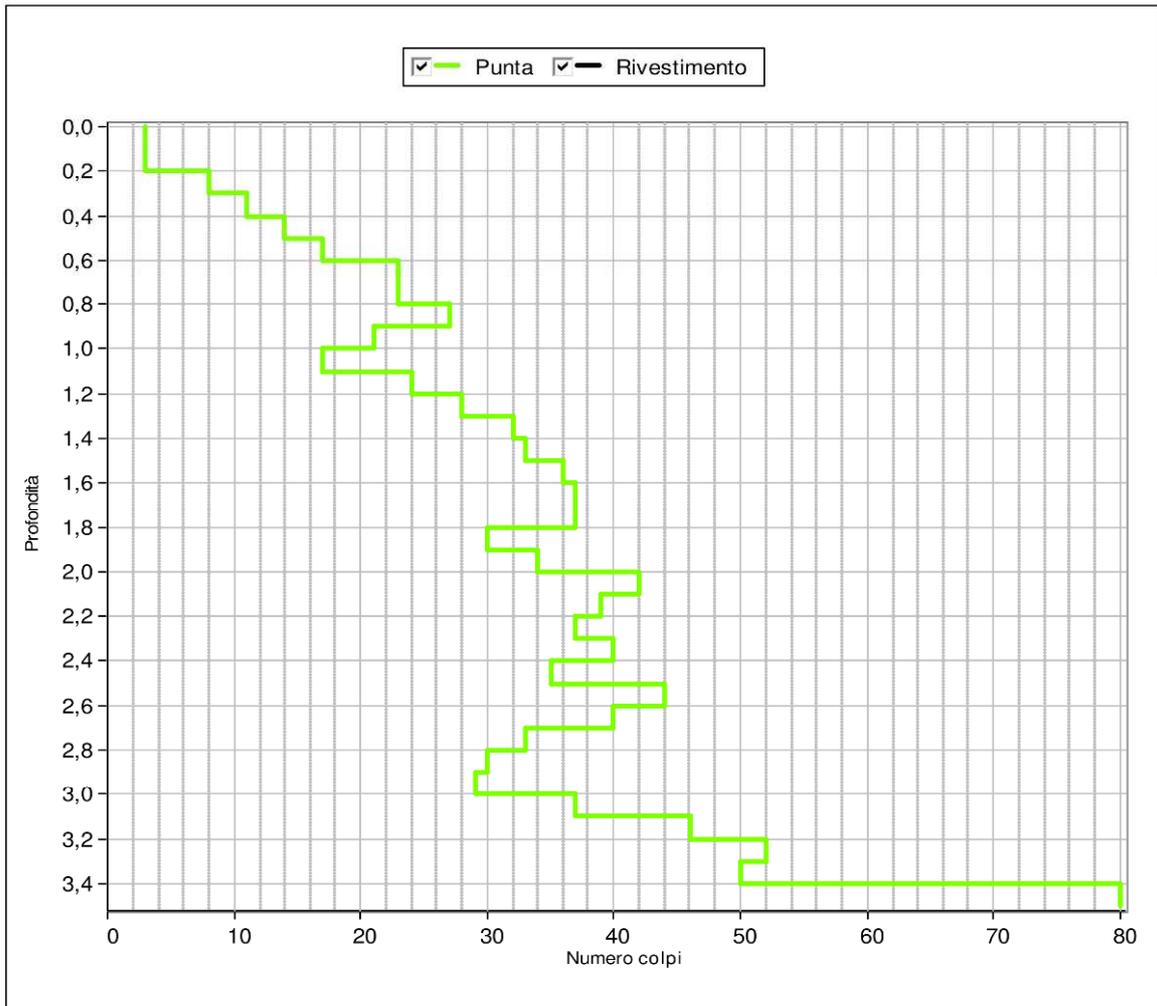
La prova ha raggiunto la profondità di 3,5 m dal piano campagna, la prova è stata eseguita nella alta della scarpata a circa 2 m dal piano viario di via XII settembre.

In seguito si riporta una scheda elaborata con il software *SCPT5* della *ProgramGeo*, in cui vengono riportati, il numero di colpi per l'avanzamento sui 10 cm.

Profondità (m)	Nr. Colpi						
0,10	3	1,10	17	2,10	42	3,10	37
0,20	3	1,20	24	2,20	39	3,20	46
0,30	8	1,30	28	2,30	37	3,30	52
0,40	11	1,40	32	2,40	40	3,40	50
0,50	14	1,50	33	2,50	35	3,50	Rifiuto
0,60	17	1,60	36	2,60	44	3,60	
0,70	23	1,70	37	2,70	40	3,70	
0,80	23	1,80	37	2,80	33	3,80	
0,90	27	1,90	30	2,90	30	3,90	
1,00	21	2,00	34	3,00	29	4,00	



**Figura 4:** immagine fotografica della realizzazione della prova DPM-02.



Nota: sul grafico si riporta il valore di "80" per indicare il rifiuto di avanzamento alla penetrazione.

### 3.3 PROVA DPM-03

La prova ha raggiunto la profondità di 8,1 m dal piano campagna, la prova è stata eseguita nella parte bassa della scarpata, a circa 6 m dalla sede viaria di Via Orefici.

In seguito si riporta una scheda elaborata con il software *SCPT5* della *ProgramGeo*, in cui vengono riportati, il numero di colpi per l'avanzamento sui 10 cm.

Profondità (m)	Nr. Colpi
0,10	2
0,20	3
0,30	3
0,40	5
0,50	3
0,60	16
0,70	20
0,80	23
0,90	26
1,00	30

Profondità (m)	Nr. Colpi
1,10	30
1,20	26
1,30	29
1,40	27
1,50	23
1,60	25
1,70	18
1,80	15
1,90	14
2,00	13

Profondità (m)	Nr. Colpi
2,10	12
2,20	13
2,30	13
2,40	13
2,50	12
2,60	14
2,70	20
2,80	19
2,90	20
3,00	18

Profondità (m)	Nr. Colpi
3,10	19
3,20	18
3,30	20
3,40	34
3,50	40
3,60	39
3,70	41
3,80	32
3,90	31
4,00	30

Profondità (m)	Nr. Colpi
4,10	28
4,20	31
4,30	26
4,40	33
4,50	31
4,60	29
4,70	27
4,80	18
4,90	19
5,00	30

Profondità (m)	Nr. Colpi
5,10	31
5,20	24
5,30	22
5,40	16
5,50	15
5,60	14
5,70	14
5,80	15
5,90	15
6,00	14

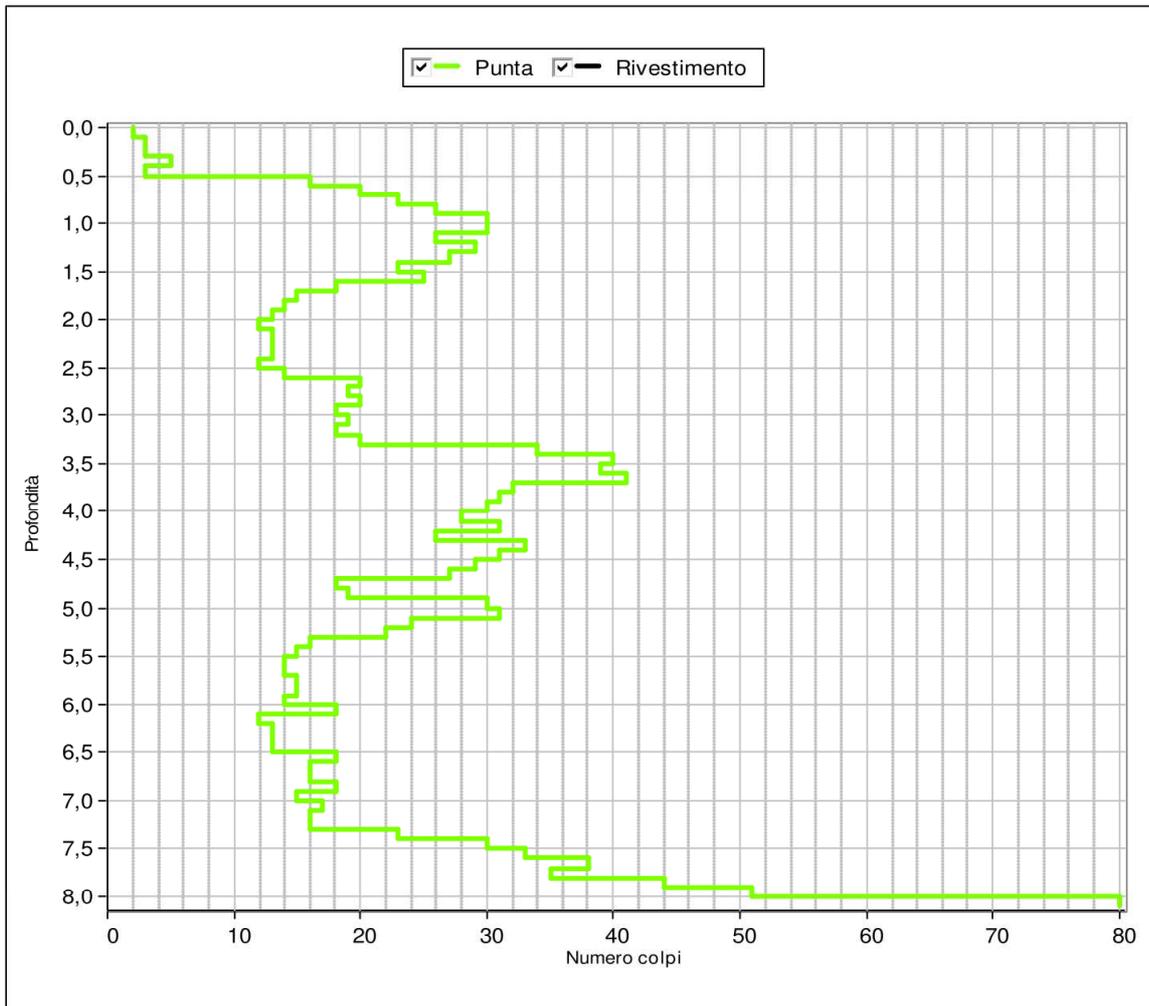
Profondità (m)	Nr. Colpi
6,10	18
6,20	12
6,30	13
6,40	13
6,50	13
6,60	18
6,70	16
6,80	16
6,90	18
7,00	15

Profondità (m)	Nr. Colpi
7,10	17
7,20	16
7,30	16
7,40	23
7,50	30
7,60	33
7,70	38
7,80	35
7,90	44
8,00	51

Profondità (m)	Nr. Colpi
8,10	Rifiuto



**Figura 5:** immagine fotografica della realizzazione della prova DPM-03.



Nota: sul grafico si riporta il valore di "80" per indicare il rifiuto di avanzamento alla penetrazione.

## 4. PROVA MASW

### 4.1 PREMESSA

La geofisica osserva il comportamento delle onde che si propagano all'interno dei materiali. Un segnale sismico, infatti, si modifica in funzione delle caratteristiche del mezzo che attraversa. Le onde possono essere generate in modo artificiale attraverso l'uso di masse battenti, di scoppi, etc.

#### Moto del segnale sismico

Il segnale sismico può essere scomposto in più fasi ognuna delle quali identifica il movimento delle particelle investite dalle onde sismiche. Le fasi possono essere:

- **P**-Longitudinale: onda profonda di compressione;
- **S**-Trasversale: onda profonda di taglio;
- **L**-Love: onda di superficie, composta da onde P e S;
- **R**-Rayleigh: onda di superficie composta da un movimento ellittico e retrogrado.

#### Onde di Rayleigh – "R"

In passato gli studi sulla diffusione delle onde sismiche si sono concentrati sulla propagazione delle onde profonde (onde P, onde S) considerando le onde di superficie come un disturbo del segnale sismico da analizzare. Recenti studi hanno consentito di creare dei modelli matematici avanzati per l'analisi delle onde di superficie in mezzi a differente rigidità.

#### Analisi del segnale con tecnica MASW

Secondo l'ipotesi fondamentale della fisica lineare (Teorema di Fourier) i segnali possono essere rappresentati come la somma di segnali indipendenti, dette armoniche del segnale. Tali armoniche, per analisi monodimensionali, sono funzioni trigonometriche seno e coseno, e si comportano in modo indipendente non interagendo tra di loro. Concentrando l'attenzione su ciascuna componente armonica il risultato finale in analisi lineare risulterà equivalente alla somma dei comportamenti parziali corrispondenti alle singole armoniche. L'analisi di Fourier (analisi spettrale FFT) è lo strumento fondamentale per la caratterizzazione spettrale del segnale. L'analisi delle onde di Rayleigh, mediante tecnica MASW, viene eseguita con la trattazione spettrale del segnale nel dominio trasformato dove è possibile, in modo abbastanza agevole, identificare il segnale relativo alle onde di Rayleigh rispetto ad altri tipi di segnali, osservando, inoltre, che le onde di Rayleigh si propagano con velocità che è funzione della frequenza. Il legame velocità frequenza è detto spettro di dispersione. La curva di dispersione individuata nel dominio f-k è detta curva di dispersione sperimentale, e rappresenta in tale dominio le massime ampiezze dello spettro.

#### Modellizzazione

È possibile simulare, a partire da un modello geotecnico sintetico caratterizzato da spessore, densità, coefficiente di Poisson, velocità delle onde S e velocità delle Onde

P, la curva di dispersione teorica la quale lega velocità e lunghezza d'onda secondo la relazione:  $v = \lambda \times \nu$

Modificando i parametri del modello geotecnico sintetico, si può ottenere una sovrapposizione della curva di dispersione teorica con quella sperimentale: questa fase è detta di inversione e consente di determinare il profilo delle velocità in mezzi a differente rigidità.

### **Modi di vibrazione**

Sia nella curva di inversione teorica che in quella sperimentale è possibile individuare le diverse configurazioni di vibrazione del terreno. I modi per le onde di Rayleigh possono essere: deformazioni a contatto con l'aria, deformazioni quasi nulle a metà della lunghezza d'onda e deformazioni nulle a profondità elevate.

### **Profondità di indagine**

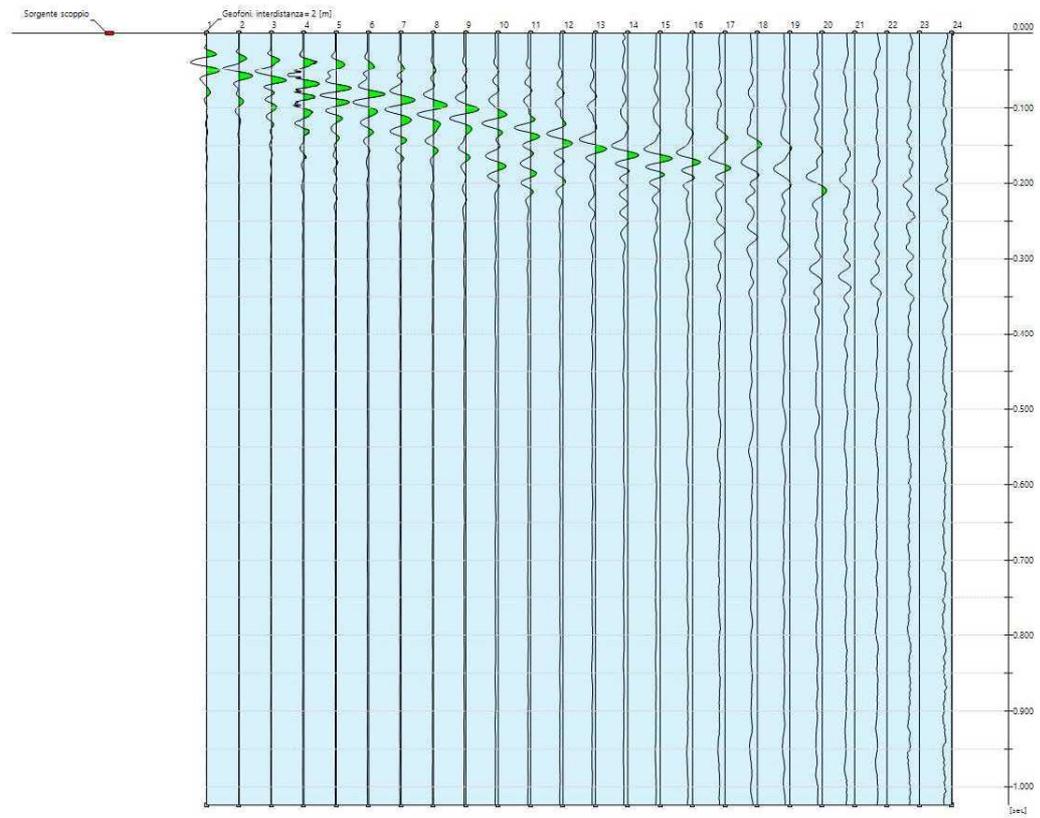
Le onde di Rayleigh decadono a profondità circa uguali alla lunghezza d'onda. Piccole lunghezze d'onda (alte frequenze) consentono di indagare zone superficiali mentre grandi lunghezze d'onda (basse frequenze) consentono indagini a maggiore profondità.

## **4.2 ESITI DELLA PROVA ESEGUITA**

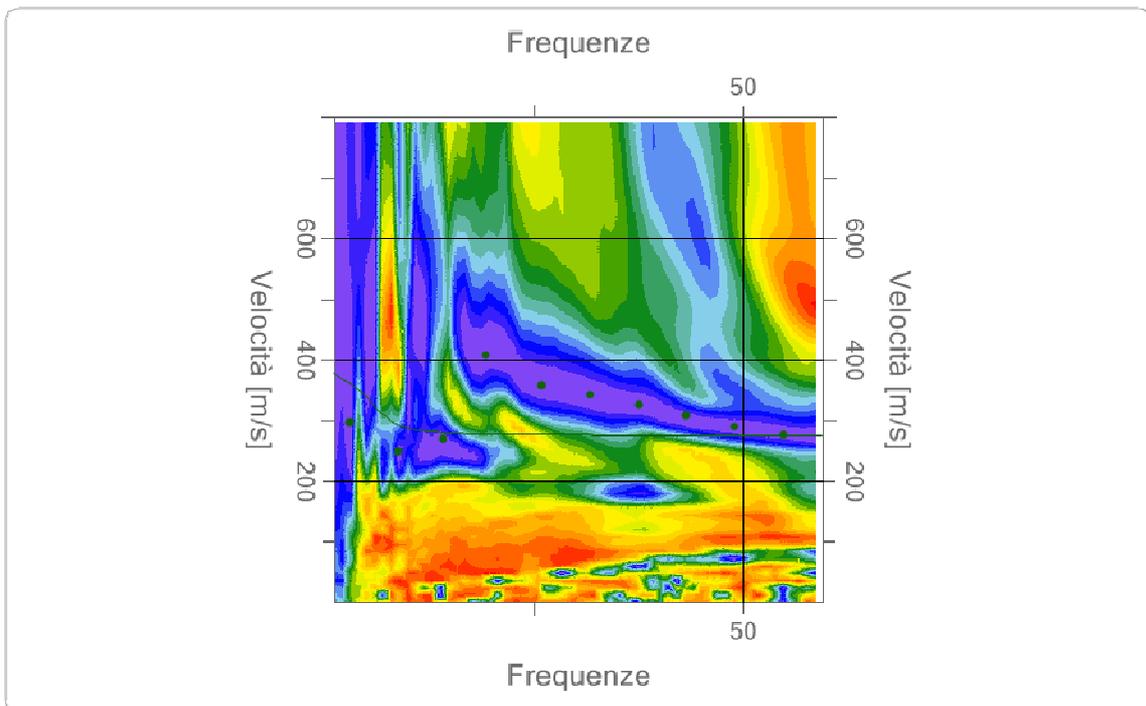
In data 24 settembre 2024 è stato effettuato uno stendimento sismico di tipo M.A.S.W. costituito da 24 geofoni aventi distanza intergeofonica pari a 2,0 m, i cui esiti vengono riportati nelle tabelle e nei grafici seguenti. La strumentazione utilizzata è costituita dal sismografo della MAE Srl denominato "Sysmatrack".

L'interpretazione dei dati è stata eseguita mediante il software *EasyMASW della Geostru.*

Committente: Geotudio  
Cantiera: VALENZA  
Località: Via XII Settembre  
Operatore: Francia  
Responsabile: Francia  
Data: 03/10/2024



Inversione

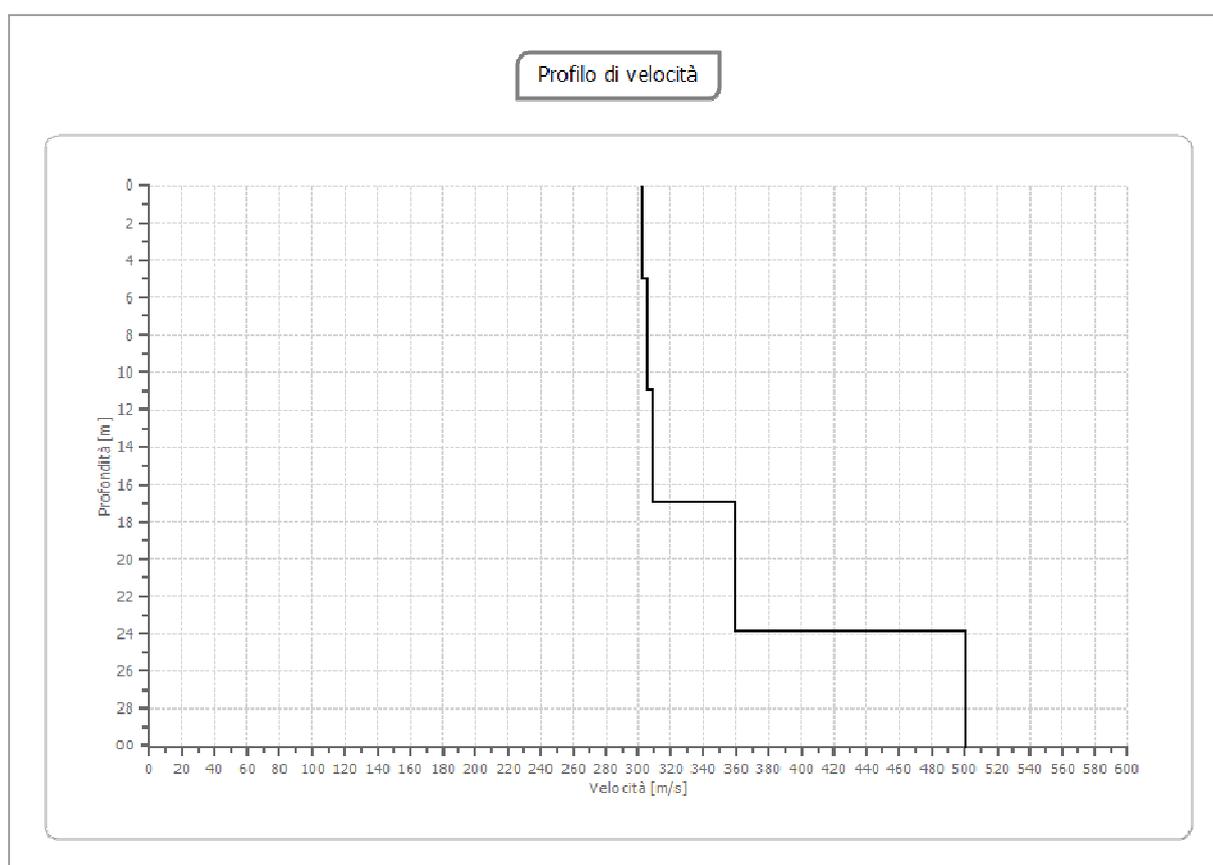


### Inversione

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/sec]
1	5.00	5.00	302.0
2	10.96	5.96	305.4
3	16.94	5.98	308.9
4	23.90	6.96	359.6
5	32.90	9.00	500.9

Percentuale di errore 3.852 %

Fattore di disadattamento della soluzione 0.176



Profondità piano di posa [m]

**0.00**

Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)

**344,97**

Categoria del suolo

**C**

**Suolo di tipo C**: Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.



**Figura 6:** immagine fotografica dello stendimento sismico eseguito in sito.



**Figura 7:** immagine fotografica dello stendimento sismico eseguito in sito.

## **Allegato 2: Analisi chimiche dei terreni**



# S.A. SERVIZIO AMBIENTE S.r.l.

Sede Legale:  
Via C, Romani, 2  
20091 Bresso (MI)  
C.F./P.IVA 02583960121

Uffici e laboratorio:  
Via Cattaneo, 9  
21013 Gallarate (Varese)

Telefono: 0331.782901  
PEC: servizioambiente.srl@pec.it  
Sito: www.servizioambiente.it

Rapporto di prova n°:

**2403012-001**

Descrizione: **TERRENO SIGLATO 1 (#)** Spettabile:  
Data Arrivo Camp.: **16-set-24** Data Inizio Prova: **17-set-24** **ARCH. RICCARDO SALVI**  
Data Rapp. Prova: **01-ott-24** Data Fine Prova: **27-set-24** **VIA LEGNONE, 4 -**  
Data Stampa Rapp. Prova: **01-ott-24** **20158 MILANO (MI)**  
Cliente: **ARCH. RICCARDO SALVI**  
Rif. Legge/Autoriz.: **D.Lgs 152/06 - Allegati alla parte IV - all. 5 - tabella 1- Terreni**  
Prelevatore: **Effettuato da Gram.mi Srl**

## Risultati delle Prove

Prova	U.M	Metodo	Risultato	LIM. 1	LIM. 2
Residuo 40°C	%	D.M. 13/09/1999 Metodi ufficiali analisi chim. del suolo	83,23	-	-
Amianto	mg/kg ss	DM 06/09/1994 (DRX)	< 1000	≤ 1000	≤ 1000
GRANULOMETRIA DEL TERRENO					
Frazione <2mm	%	D.M. 13/09/1999 Metodi ufficiali analisi chim. del suolo - Metodo II.3	72,14	-	-
Frazione 2mm - 2cm	%	D.M. 13/09/1999 Metodi ufficiali analisi chim. del suolo - Metodo II.3	27,86	-	-
IDROCARBURI					
Idrocarburi pesanti C>12	mg/kg ss	UNI EN ISO 16703:2011	< 20	≤ 50	≤ 750
IDROCARBURI AROMATICI					
Benzene (19)	mg/kg ss	EPA 5035 A 2002 + EPA 8260 D 2018	< 0,01	≤ 0,1	≤ 2
Etilbenzene (20)	mg/kg ss	EPA 5035 A 2002 + EPA 8260 D 2018	< 0,01	≤ 0,5	≤ 50
Stirene (21)	mg/kg ss	EPA 5035 A 2002 + EPA 8260 D 2018	< 0,01	≤ 0,5	≤ 50
Toluene (22)	mg/kg ss	EPA 5035 A 2002 + EPA 8260 D 2018	< 0,01	≤ 0,5	≤ 50
Xilene (23)	mg/kg ss	EPA 5035 A 2002 + EPA 8260 D 2018	< 0,01	≤ 0,5	≤ 50
Somm. organici aromatici (da 20 a 23)	mg/kg ss	--	< 0,1	≤ 1	≤ 100
IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI					
Benzo(a)antracene (25)	mg/kg ss	EPA 3550 C 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2018	< 0,1	≤ 0,5	≤ 10
Benzo(a)pirene (26)	mg/kg ss	EPA 3550 C 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2018	< 0,1	≤ 0,1	≤ 10

Le date di inizio e fine di ciascuna prova, così come l'identificazione degli analisti, sono rintracciabili sui quaderni di laboratorio e sono a disposizione del cliente.

I contenuti del presente documento sono riferibili esclusivamente ai campioni sottoposti a prove di laboratorio. Il presente rapporto di prova non può essere riprodotto parzialmente senza autorizzazione della società S.A. Servizio Ambiente S.r.l.

Qualora il campionamento sia eseguito dal cliente/committente, i risultati inseriti nel presente rapporto di prova si riferiscono al campione così come ricevuto; in questo caso il laboratorio è responsabile di tutte le informazioni presenti all'interno del rapporto di prova ad eccezione di quelle fornite dal cliente/committente quali la descrizione del campione, la data del prelievo, la metodica di campionamento e qualunque altra misurazione effettuata su campo (in particolare se queste possono influenzare i risultati).

(§) Parametro misurato su campo durante l'attività di campionamento - (#) Dati forniti dal cliente

(\*) Prova sub-appaltata presso laboratorio esterno (S.A. Servizio Ambiente Srl è responsabile per il lavoro subappaltato)

Documento Elettronico con Firma Digitale



## S.A. SERVIZIO AMBIENTE S.r.l.

Sede Legale:  
Via C, Romani, 2  
20091 Bresso (MI)  
C.F./P.IVA 02583960121

Uffici e laboratorio:  
Via Cattaneo, 9  
21013 Gallarate (Varese)

Telefono: 0331.782901  
PEC: servizioambiente.srl@pec.it  
Sito: www.servizioambiente.it

Segue Rapporto di prova n°: **2403012-001**

del: **01-ott-24**

Prova	U.M	Metodo	Risultato	LIM. 1	LIM. 2
Benzo(b)fluorantene (27)	mg/kg ss	EPA 3550 C 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2018	< 0,1	≤ 0,5	≤ 10
Benzo(k)fluorantene (28)	mg/kg ss	EPA 3550 C 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2018	< 0,1	≤ 0,5	≤ 10
Benzo(g,h,i)perilene (29)	mg/kg ss	EPA 3550 C 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2018	< 0,1	≤ 0,1	≤ 10
Crisene (30)	mg/kg ss	EPA 3550 C 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2018	< 0,1	≤ 5	≤ 50
Dibenzo(a,e)pirene (31)	mg/kg ss	EPA 3550 C 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2018	< 0,1	≤ 0,1	≤ 10
Dibenzo(a,l)pirene (32)	mg/kg ss	EPA 3550 C 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2018	< 0,1	≤ 0,1	≤ 10
Dibenzo(a,i)pirene (33)	mg/kg ss	EPA 3550 C 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2018	< 0,1	≤ 0,1	≤ 10
Dibenzo(a,h)pirene (34)	mg/kg ss	EPA 3550 C 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2018	< 0,1	≤ 0,1	≤ 10
Dibenzo(a,h)antracene (35)	mg/kg ss	EPA 3550 C 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2018	< 0,1	≤ 0,1	≤ 10
Indenopirene (36)	mg/kg ss	EPA 3550 C 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2018	< 0,1	≤ 0,1	≤ 5
Pirene (37)	mg/kg ss	EPA 3550 C 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2018	< 0,1	≤ 5	≤ 50
Sommatoria IPA (da 25 a 34)	mg/kg ss	--	< 1	≤ 10	≤ 100
<b>METALLI</b>					
Arsenico (As)	mg/kg ss	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 D 2018	< 5	≤ 20	≤ 50
Cadmio (Cd)	mg/kg ss	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 D 2018	1,0	≤ 2	≤ 15
Cobalto (Co)	mg/kg ss	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 D 2018	< 10	≤ 20	≤ 250
Cromo (Cr)	mg/kg ss	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 D 2018	77	≤ 150	≤ 800
Cromo esavalente (CrVI)	mg/kg ss	EPA 3060 A 1996 + EPA 7196 A 1992	< 0,5	≤ 2	≤ 15
Mercurio (Hg)	mg/kg ss	EPA 3051 A 2007 + APAT CNR IRSA 3200 A1 Man 29 2003	< 0,5	≤ 1	≤ 5
Nichel (Ni)	mg/kg ss	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 D 2018	53	≤ 120	≤ 500

Le date di inizio e fine di ciascuna prova, così come l'identificazione degli analisti, sono rintracciabili sui quaderni di laboratorio e sono a disposizione del cliente.

I contenuti del presente documento sono riferibili esclusivamente ai campioni sottoposti a prove di laboratorio. Il presente rapporto di prova non può essere riprodotto parzialmente senza autorizzazione della società S.A. Servizio Ambiente S.r.l.

Qualora il campionamento sia eseguito dal cliente/committente, i risultati inseriti nel presente rapporto di prova si riferiscono al campione così come ricevuto; in questo caso il laboratorio è responsabile di tutte le informazioni presenti all'interno del rapporto di prova ad eccezione di quelle fornite dal cliente/committente quali la descrizione del campione, la data del prelievo, la metodica di campionamento e qualunque altra misurazione effettuata su campo (in particolare se queste possono influenzare i risultati).

(§) Parametro misurato su campo durante l'attività di campionamento - (#) Dati forniti dal cliente

(\*) Prova sub-appaltata presso laboratorio esterno (S.A. Servizio Ambiente Srl è responsabile per il lavoro subappaltato)

Documento Elettronico con Firma Digitale



# S.A. SERVIZIO AMBIENTE S.r.l.

Sede Legale:  
Via C, Romani, 2  
20091 Bresso (MI)  
C.F/P.IVA 02583960121

Uffici e laboratorio:  
Via Cattaneo, 9  
21013 Gallarate (Varese)

Telefono: 0331.782901  
PEC: servizioambiente.srl@pec.it  
Sito: www.servizioambiente.it

Segue Rapporto di prova n°: **2403012-001**

del: **01-ott-24**

Prova	U.M	Metodo	Risultato	LIM. 1	LIM. 2
Piombo (Pb)	mg/kg ss	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 D 2018	14	≤ 100	≤ 1000
Rame (Cu)	mg/kg ss	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 D 2018	27	≤ 120	≤ 600
Zinco (Zn)	mg/kg ss	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 D 2018	42	≤ 150	≤ 1500

#### Riferimenti di Legge Parametri

LIM. 1 D.Lgs 152/06 - Allegati alla parte IV - all. 5 - tabella 1- Terreni - Siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale

LIM. 2 D.Lgs 152/06 - Allegati alla parte IV - all. 5 - tabella 1- Terreni - Siti ad uso commerciale e industriale

Le determinazioni analitiche in laboratorio sono state condotte sull'aliquota di granulometria inferiore a 2 mm. La concentrazione del campione è stata determinata riferendosi alla totalità dei materiali secchi, comprensiva anche dello scheletro.

Direttore Tecnico

Dott.ssa Anna Consolati  
Ordine Biologi Lombardia  
Iscrizione n. AAQ74247

Responsabile del laboratorio

Per.Ind. Oliviero Minisini  
Ordine dei Periti Industriali di Milano e Lodi  
n. 5833 Industria Tintoria

----- FINE RAPPORTO DI PROVA -----

Le date di inizio e fine di ciascuna prova, così come l'identificazione degli analisti, sono rintracciabili sui quaderni di laboratorio e sono a disposizione del cliente.

I contenuti del presente documento sono riferibili esclusivamente ai campioni sottoposti a prove di laboratorio. Il presente rapporto di prova non può essere riprodotto parzialmente senza autorizzazione della società S.A. Servizio Ambiente S.r.l.

Qualora il campionamento sia eseguito dal cliente/committente, i risultati inseriti nel presente rapporto di prova si riferiscono al campione così come ricevuto; in questo caso il laboratorio è responsabile di tutte le informazioni presenti all'interno del rapporto di prova ad eccezione di quelle fornite dal cliente/committente quali la descrizione del campione, la data del prelievo, la metodica di campionamento e qualunque altra misurazione effettuata su campo (in particolare se queste possono influenzare i risultati).

(§) Parametro misurato su campo durante l'attività di campionamento - (#) Dati forniti dal cliente

(\*) Prova sub-appaltata presso laboratorio esterno (S.A. Servizio Ambiente Srl è responsabile per il lavoro subappaltato)

Documento Elettronico con Firma Digitale



# S.A. SERVIZIO AMBIENTE S.r.l.

Sede Legale:  
Via C, Romani, 2  
20091 Bresso (MI)  
C.F./P.IVA 02583960121

Uffici e laboratorio:  
Via Cattaneo, 9  
21013 Gallarate (Varese)

Telefono: 0331.782901  
PEC: servizioambiente.srl@pec.it  
Sito: www.servizioambiente.it

Rapporto di prova n°:

**2403013-001**

Descrizione: **TERRENO SIGLATO 2 (#)** Spettabile:  
Data Prelievo: **16-set-24** **ARCH. RICCARDO SALVI**  
Data Arrivo Camp.: **16-set-24** Data Inizio Prova: **17-set-24** **VIA LEGNONE, 4 -**  
Data Rapp. Prova: **01-ott-24** Data Fine Prova: **27-set-24** **20158 MILANO (MI)**  
Data Stampa Rapp. Prova: **01-ott-24**  
Cliente: **ARCH. RICCARDO SALVI**  
Rif. Legge/Autoriz.: **D.Lgs 152/06 - Allegati alla parte IV - all. 5 - tabella 1- Terreni**  
Prelevatore: **Effettuato da Gram.mi Srl**

## Risultati delle Prove

Prova	U.M	Metodo	Risultato	LIM. 1	LIM. 2
Residuo 40°C	%	D.M. 13/09/1999 Metodi ufficiali analisi chim. del suolo	89,13	-	-
Amianto	mg/kg ss	DM 06/09/1994 (DRX)	< 1000	≤ 1000	≤ 1000
<b>GRANULOMETRIA DEL TERRENO</b>					
Frazione <2mm	%	D.M. 13/09/1999 Metodi ufficiali analisi chim. del suolo - Metodo II.3	91,55	-	-
Frazione 2mm - 2cm	%	D.M. 13/09/1999 Metodi ufficiali analisi chim. del suolo - Metodo II.3	8,45	-	-
<b>IDROCARBURI</b>					
Idrocarburi pesanti C>12	mg/kg ss	UNI EN ISO 16703:2011	33	≤ 50	≤ 750
<b>IDROCARBURI AROMATICI</b>					
Benzene (19)	mg/kg ss	EPA 5035 A 2002 + EPA 8260 D 2018	< 0,01	≤ 0,1	≤ 2
Etilbenzene (20)	mg/kg ss	EPA 5035 A 2002 + EPA 8260 D 2018	< 0,01	≤ 0,5	≤ 50
Stirene (21)	mg/kg ss	EPA 5035 A 2002 + EPA 8260 D 2018	< 0,01	≤ 0,5	≤ 50
Toluene (22)	mg/kg ss	EPA 5035 A 2002 + EPA 8260 D 2018	< 0,01	≤ 0,5	≤ 50
Xilene (23)	mg/kg ss	EPA 5035 A 2002 + EPA 8260 D 2018	< 0,01	≤ 0,5	≤ 50
Somm. organici aromatici (da 20 a 23)	mg/kg ss	--	< 0,1	≤ 1	≤ 100
<b>IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI</b>					
Benzo(a)antracene (25)	mg/kg ss	EPA 3550 C 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2018	< 0,1	≤ 0,5	≤ 10
Benzo(a)pirene (26)	mg/kg ss	EPA 3550 C 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2018	< 0,1	≤ 0,1	≤ 10

Le date di inizio e fine di ciascuna prova, così come l'identificazione degli analisti, sono rintracciabili sui quaderni di laboratorio e sono a disposizione del cliente.

I contenuti del presente documento sono riferibili esclusivamente ai campioni sottoposti a prove di laboratorio. Il presente rapporto di prova non può essere riprodotto parzialmente senza autorizzazione della società S.A. Servizio Ambiente S.r.l.

Qualora il campionamento sia eseguito dal cliente/committente, i risultati inseriti nel presente rapporto di prova si riferiscono al campione così come ricevuto; in questo caso il laboratorio è responsabile di tutte le informazioni presenti all'interno del rapporto di prova ad eccezione di quelle fornite dal cliente/committente quali la descrizione del campione, la data del prelievo, la metodica di campionamento e qualunque altra misurazione effettuata su campo (in particolare se queste possono influenzare i risultati).

(§) Parametro misurato su campo durante l'attività di campionamento - (#) Dati forniti dal cliente

(\*) Prova sub-appaltata presso laboratorio esterno (S.A. Servizio Ambiente Srl è responsabile per il lavoro subappaltato)

Documento Elettronico con Firma Digitale



## S.A. SERVIZIO AMBIENTE S.r.l.

Sede Legale:  
Via C, Romani, 2  
20091 Bresso (MI)  
C.F./P.IVA 02583960121

Uffici e laboratorio:  
Via Cattaneo, 9  
21013 Gallarate (Varese)

Telefono: 0331.782901  
PEC: servizioambiente.srl@pec.it  
Sito: www.servizioambiente.it

Segue Rapporto di prova n°: **2403013-001**

del: **01-ott-24**

Prova	U.M	Metodo	Risultato	LIM. 1	LIM. 2
Benzo(b)fluorantene (27)	mg/kg ss	EPA 3550 C 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2018	< 0,1	≤ 0,5	≤ 10
Benzo(k)fluorantene (28)	mg/kg ss	EPA 3550 C 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2018	< 0,1	≤ 0,5	≤ 10
Benzo(g,h,i)perilene (29)	mg/kg ss	EPA 3550 C 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2018	< 0,1	≤ 0,1	≤ 10
Crisene (30)	mg/kg ss	EPA 3550 C 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2018	< 0,1	≤ 5	≤ 50
Dibenzo(a,e)pirene (31)	mg/kg ss	EPA 3550 C 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2018	< 0,1	≤ 0,1	≤ 10
Dibenzo(a,l)pirene (32)	mg/kg ss	EPA 3550 C 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2018	< 0,1	≤ 0,1	≤ 10
Dibenzo(a,i)pirene (33)	mg/kg ss	EPA 3550 C 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2018	< 0,1	≤ 0,1	≤ 10
Dibenzo(a,h)pirene (34)	mg/kg ss	EPA 3550 C 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2018	< 0,1	≤ 0,1	≤ 10
Dibenzo(a,h)antracene (35)	mg/kg ss	EPA 3550 C 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2018	< 0,1	≤ 0,1	≤ 10
Indenopirene (36)	mg/kg ss	EPA 3550 C 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2018	< 0,1	≤ 0,1	≤ 5
Pirene (37)	mg/kg ss	EPA 3550 C 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2018	< 0,1	≤ 5	≤ 50
Sommatoria IPA (da 25 a 34)	mg/kg ss	--	< 1	≤ 10	≤ 100
<b>METALLI</b>					
Arsenico (As)	mg/kg ss	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 D 2018	< 5	≤ 20	≤ 50
Cadmio (Cd)	mg/kg ss	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 D 2018	< 1	≤ 2	≤ 15
Cobalto (Co)	mg/kg ss	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 D 2018	< 10	≤ 20	≤ 250
Cromo (Cr)	mg/kg ss	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 D 2018	112	≤ 150	≤ 800
Cromo esavalente (CrVI)	mg/kg ss	EPA 3060 A 1996 + EPA 7196 A 1992	< 0,5	≤ 2	≤ 15
Mercurio (Hg)	mg/kg ss	EPA 3051 A 2007 + APAT CNR IRSA 3200 A1 Man 29 2003	< 0,5	≤ 1	≤ 5
Nichel (Ni)	mg/kg ss	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 D 2018	65	≤ 120	≤ 500

Le date di inizio e fine di ciascuna prova, così come l'identificazione degli analisti, sono rintracciabili sui quaderni di laboratorio e sono a disposizione del cliente.

I contenuti del presente documento sono riferibili esclusivamente ai campioni sottoposti a prove di laboratorio. Il presente rapporto di prova non può essere riprodotto parzialmente senza autorizzazione della società S.A. Servizio Ambiente S.r.l.

Qualora il campionamento sia eseguito dal cliente/committente, i risultati inseriti nel presente rapporto di prova si riferiscono al campione così come ricevuto; in questo caso il laboratorio è responsabile di tutte le informazioni presenti all'interno del rapporto di prova ad eccezione di quelle fornite dal cliente/committente quali la descrizione del campione, la data del prelievo, la metodica di campionamento e qualunque altra misurazione effettuata su campo (in particolare se queste possono influenzare i risultati).

(§) Parametro misurato su campo durante l'attività di campionamento - (#) Dati forniti dal cliente

(\*) Prova sub-appaltata presso laboratorio esterno (S.A. Servizio Ambiente Srl è responsabile per il lavoro subappaltato)

Documento Elettronico con Firma Digitale



# S.A. SERVIZIO AMBIENTE S.r.l.

**Sede Legale:**  
Via C, Romani, 2  
20091 Bresso (MI)  
**C.F/P.IVA** 02583960121

**Uffici e laboratorio:**  
Via Cattaneo, 9  
21013 Gallarate (Varese)

**Telefono:** 0331.782901  
**PEC:** servizioambiente.srl@pec.it  
**Sito:** www.servizioambiente.it

Segue Rapporto di prova n°: **2403013-001**

del: **01-ott-24**

Prova	U.M	Metodo	Risultato	LIM. 1	LIM. 2
Piombo (Pb)	mg/kg ss	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 D 2018	< 10	≤ 100	≤ 1000
Rame (Cu)	mg/kg ss	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 D 2018	15	≤ 120	≤ 600
Zinco (Zn)	mg/kg ss	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 D 2018	25	≤ 150	≤ 1500

#### Riferimenti di Legge Parametri

LIM. 1 D.Lgs 152/06 - Allegati alla parte IV - all. 5 - tabella 1- Terreni - Siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale

LIM. 2 D.Lgs 152/06 - Allegati alla parte IV - all. 5 - tabella 1- Terreni - Siti ad uso commerciale e industriale

Le determinazioni analitiche in laboratorio sono state condotte sull'aliquota di granulometria inferiore a 2 mm. La concentrazione del campione è stata determinata riferendosi alla totalità dei materiali secchi, comprensiva anche dello scheletro.

Direttore Tecnico

Dott.ssa Anna Consolati  
Ordine Biologi Lombardia  
Iscrizione n. AAQ74247

Responsabile del laboratorio

Per.Ind. Oliviero Minisini  
Ordine dei Periti Industriali di Milano e Lodi  
n. 5833 Industria Tintoria

----- FINE RAPPORTO DI PROVA -----

Le date di inizio e fine di ciascuna prova, così come l'identificazione degli analisti, sono rintracciabili sui quaderni di laboratorio e sono a disposizione del cliente.

I contenuti del presente documento sono riferibili esclusivamente ai campioni sottoposti a prove di laboratorio. Il presente rapporto di prova non può essere riprodotto parzialmente senza autorizzazione della società S.A. Servizio Ambiente S.r.l.

Qualora il campionamento sia eseguito dal cliente/committente, i risultati inseriti nel presente rapporto di prova si riferiscono al campione così come ricevuto; in questo caso il laboratorio è responsabile di tutte le informazioni presenti all'interno del rapporto di prova ad eccezione di quelle fornite dal cliente/committente quali la descrizione del campione, la data del prelievo, la metodica di campionamento e qualunque altra misurazione effettuata su campo (in particolare se queste possono influenzare i risultati).

(§) Parametro misurato su campo durante l'attività di campionamento - (#) Dati forniti dal cliente

(\*) Prova sub-appaltata presso laboratorio esterno (S.A. Servizio Ambiente Srl è responsabile per il lavoro subappaltato)

Documento Elettronico con Firma Digitale



# S.A. SERVIZIO AMBIENTE S.r.l.

Sede Legale:  
Via C, Romani, 2  
20091 Bresso (MI)  
C.F./P.IVA 02583960121

Uffici e laboratorio:  
Via Cattaneo, 9  
21013 Gallarate (Varese)

Telefono: 0331.782901  
PEC: servizioambiente.srl@pec.it  
Sito: www.servizioambiente.it

Rapporto di prova n°:

**2403014-001**

Descrizione: **TERRENO SIGLATO 3 (#)** Spettabile:  
Data Arrivo Camp.: **16-set-24** Data Inizio Prova: **17-set-24** **ARCH. RICCARDO SALVI**  
Data Rapp. Prova: **01-ott-24** Data Fine Prova: **27-set-24** **VIA LEGNONE, 4 -**  
Data Stampa Rapp. Prova: **01-ott-24** **20158 MILANO (MI)**  
Cliente: **ARCH. RICCARDO SALVI**  
Rif. Legge/Autoriz.: **D.Lgs 152/06 - Allegati alla parte IV - all. 5 - tabella 1- Terreni**  
Prelevatore: **Effettuato da Gram.mi Srl**

## Risultati delle Prove

Prova	U.M	Metodo	Risultato	LIM. 1	LIM. 2
Residuo 40°C	%	D.M. 13/09/1999 Metodi ufficiali analisi chim. del suolo	<b>82,27</b>	-	-
Amianto	mg/kg ss	DM 06/09/1994 (DRX)	<b>&lt; 1000</b>	≤ 1000	≤ 1000
<b>GRANULOMETRIA DEL TERRENO</b>					
Frazione <2mm	%	D.M. 13/09/1999 Metodi ufficiali analisi chim. del suolo - Metodo II.3	<b>70,89</b>	-	-
Frazione 2mm - 2cm	%	D.M. 13/09/1999 Metodi ufficiali analisi chim. del suolo - Metodo II.3	<b>29,11</b>	-	-
<b>IDROCARBURI</b>					
Idrocarburi pesanti C>12	mg/kg ss	UNI EN ISO 16703:2011	<b>23</b>	≤ 50	≤ 750
<b>IDROCARBURI AROMATICI</b>					
Benzene (19)	mg/kg ss	EPA 5035 A 2002 + EPA 8260 D 2018	<b>&lt; 0,01</b>	≤ 0,1	≤ 2
Etilbenzene (20)	mg/kg ss	EPA 5035 A 2002 + EPA 8260 D 2018	<b>&lt; 0,01</b>	≤ 0,5	≤ 50
Stirene (21)	mg/kg ss	EPA 5035 A 2002 + EPA 8260 D 2018	<b>&lt; 0,01</b>	≤ 0,5	≤ 50
Toluene (22)	mg/kg ss	EPA 5035 A 2002 + EPA 8260 D 2018	<b>&lt; 0,01</b>	≤ 0,5	≤ 50
Xilene (23)	mg/kg ss	EPA 5035 A 2002 + EPA 8260 D 2018	<b>&lt; 0,01</b>	≤ 0,5	≤ 50
Somm. organici aromatici (da 20 a 23)	mg/kg ss	--	<b>&lt; 0,1</b>	≤ 1	≤ 100
<b>IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI</b>					
Benzo(a)antracene (25)	mg/kg ss	EPA 3550 C 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2018	<b>&lt; 0,1</b>	≤ 0,5	≤ 10
Benzo(a)pirene (26)	mg/kg ss	EPA 3550 C 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2018	<b>&lt; 0,1</b>	≤ 0,1	≤ 10

Le date di inizio e fine di ciascuna prova, così come l'identificazione degli analisti, sono rintracciabili sui quaderni di laboratorio e sono a disposizione del cliente.

I contenuti del presente documento sono riferibili esclusivamente ai campioni sottoposti a prove di laboratorio. Il presente rapporto di prova non può essere riprodotto parzialmente senza autorizzazione della società S.A. Servizio Ambiente S.r.l.

Qualora il campionamento sia eseguito dal cliente/committente, i risultati inseriti nel presente rapporto di prova si riferiscono al campione così come ricevuto; in questo caso il laboratorio è responsabile di tutte le informazioni presenti all'interno del rapporto di prova ad eccezione di quelle fornite dal cliente/committente quali la descrizione del campione, la data del prelievo, la metodica di campionamento e qualunque altra misurazione effettuata su campo (in particolare se queste possono influenzare i risultati).

(§) Parametro misurato su campo durante l'attività di campionamento - (#) Dati forniti dal cliente

(\*) Prova sub-appaltata presso laboratorio esterno (S.A. Servizio Ambiente Srl è responsabile per il lavoro subappaltato)

Documento Elettronico con Firma Digitale



## S.A. SERVIZIO AMBIENTE S.r.l.

Sede Legale:  
Via C, Romani, 2  
20091 Bresso (MI)  
C.F./P.IVA 02583960121

Uffici e laboratorio:  
Via Cattaneo, 9  
21013 Gallarate (Varese)

Telefono: 0331.782901  
PEC: servizioambiente.srl@pec.it  
Sito: www.servizioambiente.it

Segue Rapporto di prova n°: **2403014-001**

del: **01-ott-24**

Prova	U.M	Metodo	Risultato	LIM. 1	LIM. 2
Benzo(b)fluorantene (27)	mg/kg ss	EPA 3550 C 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2018	< 0,1	≤ 0,5	≤ 10
Benzo(k)fluorantene (28)	mg/kg ss	EPA 3550 C 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2018	< 0,1	≤ 0,5	≤ 10
Benzo(g,h,i)perilene (29)	mg/kg ss	EPA 3550 C 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2018	< 0,1	≤ 0,1	≤ 10
Crisene (30)	mg/kg ss	EPA 3550 C 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2018	< 0,1	≤ 5	≤ 50
Dibenzo(a,e)pirene (31)	mg/kg ss	EPA 3550 C 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2018	< 0,1	≤ 0,1	≤ 10
Dibenzo(a,l)pirene (32)	mg/kg ss	EPA 3550 C 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2018	< 0,1	≤ 0,1	≤ 10
Dibenzo(a,i)pirene (33)	mg/kg ss	EPA 3550 C 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2018	< 0,1	≤ 0,1	≤ 10
Dibenzo(a,h)pirene (34)	mg/kg ss	EPA 3550 C 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2018	< 0,1	≤ 0,1	≤ 10
Dibenzo(a,h)antracene (35)	mg/kg ss	EPA 3550 C 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2018	< 0,1	≤ 0,1	≤ 10
Indenopirene (36)	mg/kg ss	EPA 3550 C 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2018	< 0,1	≤ 0,1	≤ 5
Pirene (37)	mg/kg ss	EPA 3550 C 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2018	< 0,1	≤ 5	≤ 50
Sommatoria IPA (da 25 a 34)	mg/kg ss	--	< 1	≤ 10	≤ 100
<b>METALLI</b>					
Arsenico (As)	mg/kg ss	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 D 2018	< 5	≤ 20	≤ 50
Cadmio (Cd)	mg/kg ss	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 D 2018	< 1	≤ 2	≤ 15
Cobalto (Co)	mg/kg ss	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 D 2018	< 10	≤ 20	≤ 250
Cromo (Cr)	mg/kg ss	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 D 2018	69	≤ 150	≤ 800
Cromo esavalente (CrVI)	mg/kg ss	EPA 3060 A 1996 + EPA 7196 A 1992	< 0,5	≤ 2	≤ 15
Mercurio (Hg)	mg/kg ss	EPA 3051 A 2007 + APAT CNR IRSA 3200 A1 Man 29 2003	< 0,5	≤ 1	≤ 5
Nichel (Ni)	mg/kg ss	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 D 2018	47	≤ 120	≤ 500

Le date di inizio e fine di ciascuna prova, così come l'identificazione degli analisti, sono rintracciabili sui quaderni di laboratorio e sono a disposizione del cliente.

I contenuti del presente documento sono riferibili esclusivamente ai campioni sottoposti a prove di laboratorio. Il presente rapporto di prova non può essere riprodotto parzialmente senza autorizzazione della società S.A. Servizio Ambiente S.r.l.

Qualora il campionamento sia eseguito dal cliente/committente, i risultati inseriti nel presente rapporto di prova si riferiscono al campione così come ricevuto; in questo caso il laboratorio è responsabile di tutte le informazioni presenti all'interno del rapporto di prova ad eccezione di quelle fornite dal cliente/committente quali la descrizione del campione, la data del prelievo, la metodica di campionamento e qualunque altra misurazione effettuata su campo (in particolare se queste possono influenzare i risultati).

(§) Parametro misurato su campo durante l'attività di campionamento - (#) Dati forniti dal cliente

(\*) Prova sub-appaltata presso laboratorio esterno (S.A. Servizio Ambiente Srl è responsabile per il lavoro subappaltato)

Documento Elettronico con Firma Digitale



# S.A. SERVIZIO AMBIENTE S.r.l.

**Sede Legale:**  
Via C, Romani, 2  
20091 Bresso (MI)  
**C.F/P.IVA** 02583960121

**Uffici e laboratorio:**  
Via Cattaneo, 9  
21013 Gallarate (Varese)

**Telefono:** 0331.782901  
**PEC:** servizioambiente.srl@pec.it  
**Sito:** www.servizioambiente.it

Segue Rapporto di prova n°: **2403014-001**

del: **01-ott-24**

Prova	U.M	Metodo	Risultato	LIM. 1	LIM. 2
Piombo (Pb)	mg/kg ss	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 D 2018	< 10	≤ 100	≤ 1000
Rame (Cu)	mg/kg ss	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 D 2018	20	≤ 120	≤ 600
Zinco (Zn)	mg/kg ss	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 D 2018	35	≤ 150	≤ 1500

#### Riferimenti di Legge Parametri

LIM. 1 D.Lgs 152/06 - Allegati alla parte IV - all. 5 - tabella 1- Terreni - Siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale

LIM. 2 D.Lgs 152/06 - Allegati alla parte IV - all. 5 - tabella 1- Terreni - Siti ad uso commerciale e industriale

Le determinazioni analitiche in laboratorio sono state condotte sull'aliquota di granulometria inferiore a 2 mm. La concentrazione del campione è stata determinata riferendosi alla totalità dei materiali secchi, comprensiva anche dello scheletro.

Direttore Tecnico

Dott.ssa Anna Consolati  
Ordine Biologi Lombardia  
Iscrizione n. AAQ74247

Responsabile del laboratorio

Per.Ind. Oliviero Minisini  
Ordine dei Periti Industriali di Milano e Lodi  
n. 5833 Industria Tintoria

----- FINE RAPPORTO DI PROVA -----

Le date di inizio e fine di ciascuna prova, così come l'identificazione degli analisti, sono rintracciabili sui quaderni di laboratorio e sono a disposizione del cliente.

I contenuti del presente documento sono riferibili esclusivamente ai campioni sottoposti a prove di laboratorio. Il presente rapporto di prova non può essere riprodotto parzialmente senza autorizzazione della società S.A. Servizio Ambiente S.r.l.

Qualora il campionamento sia eseguito dal cliente/committente, i risultati inseriti nel presente rapporto di prova si riferiscono al campione così come ricevuto; in questo caso il laboratorio è responsabile di tutte le informazioni presenti all'interno del rapporto di prova ad eccezione di quelle fornite dal cliente/committente quali la descrizione del campione, la data del prelievo, la metodica di campionamento e qualunque altra misurazione effettuata su campo (in particolare se queste possono influenzare i risultati).

(§) Parametro misurato su campo durante l'attività di campionamento - (#) Dati forniti dal cliente

(\*) Prova sub-appaltata presso laboratorio esterno (S.A. Servizio Ambiente Srl è responsabile per il lavoro subappaltato)

Documento Elettronico con Firma Digitale



# S.A. SERVIZIO AMBIENTE S.r.l.

Sede Legale:  
Via C, Romani, 2  
20091 Bresso (MI)  
C.F./P.IVA 02583960121

Uffici e laboratorio:  
Via Cattaneo, 9  
21013 Gallarate (Varese)

Telefono: 0331.782901  
PEC: servizioambiente.srl@pec.it  
Sito: www.servizioambiente.it

Rapporto di prova n°:

**2403015-001**

Descrizione: **TERRENO SIGLATO 4 (#)** Spettabile:  
Data Arrivo Camp.: **16-set-24** Data Inizio Prova: **17-set-24** **ARCH. RICCARDO SALVI**  
Data Rapp. Prova: **01-ott-24** Data Fine Prova: **27-set-24** **VIA LEGNONE, 4 -**  
Data Stampa Rapp. Prova: **01-ott-24** **20158 MILANO (MI)**  
Cliente: **ARCH. RICCARDO SALVI**  
Rif. Legge/Autoriz.: **D.Lgs 152/06 - Allegati alla parte IV - all. 5 - tabella 1- Terreni**  
Prelevatore: **Effettuato da Gram.mi Srl**

## Risultati delle Prove

Prova	U.M	Metodo	Risultato	LIM. 1	LIM. 2
Residuo 40°C	%	D.M. 13/09/1999 Metodi ufficiali analisi chim. del suolo	<b>85,62</b>	-	-
Amianto	mg/kg ss	DM 06/09/1994 (DRX)	<b>&lt; 1000</b>	≤ 1000	≤ 1000
<b>GRANULOMETRIA DEL TERRENO</b>					
Frazione <2mm	%	D.M. 13/09/1999 Metodi ufficiali analisi chim. del suolo - Metodo II.3	<b>84,54</b>	-	-
Frazione 2mm - 2cm	%	D.M. 13/09/1999 Metodi ufficiali analisi chim. del suolo - Metodo II.3	<b>15,46</b>	-	-
<b>IDROCARBURI</b>					
Idrocarburi pesanti C>12	mg/kg ss	UNI EN ISO 16703:2011	<b>&lt; 20</b>	≤ 50	≤ 750
<b>IDROCARBURI AROMATICI</b>					
Benzene (19)	mg/kg ss	EPA 5035 A 2002 + EPA 8260 D 2018	<b>&lt; 0,01</b>	≤ 0,1	≤ 2
Etilbenzene (20)	mg/kg ss	EPA 5035 A 2002 + EPA 8260 D 2018	<b>&lt; 0,01</b>	≤ 0,5	≤ 50
Stirene (21)	mg/kg ss	EPA 5035 A 2002 + EPA 8260 D 2018	<b>&lt; 0,01</b>	≤ 0,5	≤ 50
Toluene (22)	mg/kg ss	EPA 5035 A 2002 + EPA 8260 D 2018	<b>&lt; 0,01</b>	≤ 0,5	≤ 50
Xilene (23)	mg/kg ss	EPA 5035 A 2002 + EPA 8260 D 2018	<b>&lt; 0,01</b>	≤ 0,5	≤ 50
Somm. organici aromatici (da 20 a 23)	mg/kg ss	--	<b>&lt; 0,1</b>	≤ 1	≤ 100
<b>IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI</b>					
Benzo(a)antracene (25)	mg/kg ss	EPA 3550 C 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2018	<b>&lt; 0,1</b>	≤ 0,5	≤ 10
Benzo(a)pirene (26)	mg/kg ss	EPA 3550 C 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2018	<b>&lt; 0,1</b>	≤ 0,1	≤ 10

Le date di inizio e fine di ciascuna prova, così come l'identificazione degli analisti, sono rintracciabili sui quaderni di laboratorio e sono a disposizione del cliente.

I contenuti del presente documento sono riferibili esclusivamente ai campioni sottoposti a prove di laboratorio. Il presente rapporto di prova non può essere riprodotto parzialmente senza autorizzazione della società S.A. Servizio Ambiente S.r.l.

Qualora il campionamento sia eseguito dal cliente/committente, i risultati inseriti nel presente rapporto di prova si riferiscono al campione così come ricevuto; in questo caso il laboratorio è responsabile di tutte le informazioni presenti all'interno del rapporto di prova ad eccezione di quelle fornite dal cliente/committente quali la descrizione del campione, la data del prelievo, la metodica di campionamento e qualunque altra misurazione effettuata su campo (in particolare se queste possono influenzare i risultati).

(§) Parametro misurato su campo durante l'attività di campionamento - (#) Dati forniti dal cliente

(\*) Prova sub-appaltata presso laboratorio esterno (S.A. Servizio Ambiente Srl è responsabile per il lavoro subappaltato)

Documento Elettronico con Firma Digitale



# S.A. SERVIZIO AMBIENTE S.r.l.

Sede Legale:  
Via C, Romani, 2  
20091 Bresso (MI)  
C.F./P.IVA 02583960121

Uffici e laboratorio:  
Via Cattaneo, 9  
21013 Gallarate (Varese)

Telefono: 0331.782901  
PEC: servizioambiente.srl@pec.it  
Sito: www.servizioambiente.it

Segue Rapporto di prova n°: **2403015-001**

del: **01-ott-24**

Prova	U.M	Metodo	Risultato	LIM. 1	LIM. 2
Benzo(b)fluorantene (27)	mg/kg ss	EPA 3550 C 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2018	< 0,1	≤ 0,5	≤ 10
Benzo(k)fluorantene (28)	mg/kg ss	EPA 3550 C 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2018	< 0,1	≤ 0,5	≤ 10
Benzo(g,h,i)perilene (29)	mg/kg ss	EPA 3550 C 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2018	< 0,1	≤ 0,1	≤ 10
Crisene (30)	mg/kg ss	EPA 3550 C 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2018	< 0,1	≤ 5	≤ 50
Dibenzo(a,e)pirene (31)	mg/kg ss	EPA 3550 C 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2018	< 0,1	≤ 0,1	≤ 10
Dibenzo(a,l)pirene (32)	mg/kg ss	EPA 3550 C 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2018	< 0,1	≤ 0,1	≤ 10
Dibenzo(a,i)pirene (33)	mg/kg ss	EPA 3550 C 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2018	< 0,1	≤ 0,1	≤ 10
Dibenzo(a,h)pirene (34)	mg/kg ss	EPA 3550 C 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2018	< 0,1	≤ 0,1	≤ 10
Dibenzo(a,h)antracene (35)	mg/kg ss	EPA 3550 C 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2018	< 0,1	≤ 0,1	≤ 10
Indenopirene (36)	mg/kg ss	EPA 3550 C 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2018	< 0,1	≤ 0,1	≤ 5
Pirene (37)	mg/kg ss	EPA 3550 C 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2018	< 0,1	≤ 5	≤ 50
Sommatoria IPA (da 25 a 34)	mg/kg ss	--	< 1	≤ 10	≤ 100
<b>METALLI</b>					
Arsenico (As)	mg/kg ss	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 D 2018	5	≤ 20	≤ 50
Cadmio (Cd)	mg/kg ss	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 D 2018	1,4	≤ 2	≤ 15
Cobalto (Co)	mg/kg ss	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 D 2018	13	≤ 20	≤ 250
Cromo (Cr)	mg/kg ss	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 D 2018	65	≤ 150	≤ 800
Cromo esavalente (CrVI)	mg/kg ss	EPA 3060 A 1996 + EPA 7196 A 1992	< 0,5	≤ 2	≤ 15
Mercurio (Hg)	mg/kg ss	EPA 3051 A 2007 + APAT CNR IRSA 3200 A1 Man 29 2003	< 0,5	≤ 1	≤ 5
Nichel (Ni)	mg/kg ss	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 D 2018	61	≤ 120	≤ 500

Le date di inizio e fine di ciascuna prova, così come l'identificazione degli analisti, sono rintracciabili sui quaderni di laboratorio e sono a disposizione del cliente.

I contenuti del presente documento sono riferibili esclusivamente ai campioni sottoposti a prove di laboratorio. Il presente rapporto di prova non può essere riprodotto parzialmente senza autorizzazione della società S.A. Servizio Ambiente S.r.l.

Qualora il campionamento sia eseguito dal cliente/committente, i risultati inseriti nel presente rapporto di prova si riferiscono al campione così come ricevuto; in questo caso il laboratorio è responsabile di tutte le informazioni presenti all'interno del rapporto di prova ad eccezione di quelle fornite dal cliente/committente quali la descrizione del campione, la data del prelievo, la metodica di campionamento e qualunque altra misurazione effettuata su campo (in particolare se queste possono influenzare i risultati).

(§) Parametro misurato su campo durante l'attività di campionamento - (#) Dati forniti dal cliente

(\*) Prova sub-appaltata presso laboratorio esterno (S.A. Servizio Ambiente Srl è responsabile per il lavoro subappaltato)

Documento Elettronico con Firma Digitale



# S.A. SERVIZIO AMBIENTE S.r.l.

Sede Legale:  
Via C, Romani, 2  
20091 Bresso (MI)  
C.F/P.IVA 02583960121

Uffici e laboratorio:  
Via Cattaneo, 9  
21013 Gallarate (Varese)

Telefono: 0331.782901  
PEC: servizioambiente.srl@pec.it  
Sito: www.servizioambiente.it

Segue Rapporto di prova n°: **2403015-001**

del: **01-ott-24**

Prova	U.M	Metodo	Risultato	LIM. 1	LIM. 2
Piombo (Pb)	mg/kg ss	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 D 2018	14	≤ 100	≤ 1000
Rame (Cu)	mg/kg ss	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 D 2018	35	≤ 120	≤ 600
Zinco (Zn)	mg/kg ss	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 D 2018	118	≤ 150	≤ 1500

#### Riferimenti di Legge Parametri

LIM. 1 D.Lgs 152/06 - Allegati alla parte IV - all. 5 - tabella 1- Terreni - Siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale

LIM. 2 D.Lgs 152/06 - Allegati alla parte IV - all. 5 - tabella 1- Terreni - Siti ad uso commerciale e industriale

Le determinazioni analitiche in laboratorio sono state condotte sull'aliquota di granulometria inferiore a 2 mm. La concentrazione del campione è stata determinata riferendosi alla totalità dei materiali secchi, comprensiva anche dello scheletro.

Direttore Tecnico

Dott.ssa Anna Consolati  
Ordine Biologi Lombardia  
Iscrizione n. AAQ74247

Responsabile del laboratorio

Per.Ind. Oliviero Minisini  
Ordine dei Periti Industriali di Milano e Lodi  
n. 5833 Industria Tintoria

----- FINE RAPPORTO DI PROVA -----

Le date di inizio e fine di ciascuna prova, così come l'identificazione degli analisti, sono rintracciabili sui quaderni di laboratorio e sono a disposizione del cliente.

I contenuti del presente documento sono riferibili esclusivamente ai campioni sottoposti a prove di laboratorio. Il presente rapporto di prova non può essere riprodotto parzialmente senza autorizzazione della società S.A. Servizio Ambiente S.r.l.

Qualora il campionamento sia eseguito dal cliente/committente, i risultati inseriti nel presente rapporto di prova si riferiscono al campione così come ricevuto; in questo caso il laboratorio è responsabile di tutte le informazioni presenti all'interno del rapporto di prova ad eccezione di quelle fornite dal cliente/committente quali la descrizione del campione, la data del prelievo, la metodica di campionamento e qualunque altra misurazione effettuata su campo (in particolare se queste possono influenzare i risultati).

(§) Parametro misurato su campo durante l'attività di campionamento - (#) Dati forniti dal cliente

(\*) Prova sub-appaltata presso laboratorio esterno (S.A. Servizio Ambiente Srl è responsabile per il lavoro subappaltato)

Documento Elettronico con Firma Digitale



# S.A. SERVIZIO AMBIENTE S.r.l.

Sede Legale:  
Via C, Romani, 2  
20091 Bresso (MI)  
C.F./P.IVA 02583960121

Uffici e laboratorio:  
Via Cattaneo, 9  
21013 Gallarate (Varese)

Telefono: 0331.782901  
PEC: servizioambiente.srl@pec.it  
Sito: www.servizioambiente.it

Rapporto di prova n°:

**2403016-001**

Descrizione: **TERRENO SIGLATO 5 (#)** Spettabile:  
Data Arrivo Camp.: **16-set-24** Data Inizio Prova: **17-set-24** **ARCH. RICCARDO SALVI**  
Data Rapp. Prova: **01-ott-24** Data Fine Prova: **27-set-24** **VIA LEGNONE, 4 -**  
Data Stampa Rapp. Prova: **01-ott-24** **20158 MILANO (MI)**  
Cliente: **ARCH. RICCARDO SALVI**  
Rif. Legge/Autoriz.: **D.Lgs 152/06 - Allegati alla parte IV - all. 5 - tabella 1- Terreni**  
Prelevatore: **Effettuato da Gram.mi Srl**

## Risultati delle Prove

Prova	U.M	Metodo	Risultato	LIM. 1	LIM. 2
Residuo 40°C	%	D.M. 13/09/1999 Metodi ufficiali analisi chim. del suolo	<b>81,50</b>	-	-
Amianto	mg/kg ss	DM 06/09/1994 (DRX)	<b>&lt; 1000</b>	≤ 1000	≤ 1000
<b>GRANULOMETRIA DEL TERRENO</b>					
Frazione <2mm	%	D.M. 13/09/1999 Metodi ufficiali analisi chim. del suolo - Metodo II.3	<b>84,20</b>	-	-
Frazione 2mm - 2cm	%	D.M. 13/09/1999 Metodi ufficiali analisi chim. del suolo - Metodo II.3	<b>15,80</b>	-	-
<b>IDROCARBURI</b>					
Idrocarburi pesanti C>12	mg/kg ss	UNI EN ISO 16703:2011	<b>29</b>	≤ 50	≤ 750
<b>IDROCARBURI AROMATICI</b>					
Benzene (19)	mg/kg ss	EPA 5035 A 2002 + EPA 8260 D 2018	<b>&lt; 0,01</b>	≤ 0,1	≤ 2
Etilbenzene (20)	mg/kg ss	EPA 5035 A 2002 + EPA 8260 D 2018	<b>&lt; 0,01</b>	≤ 0,5	≤ 50
Stirene (21)	mg/kg ss	EPA 5035 A 2002 + EPA 8260 D 2018	<b>&lt; 0,01</b>	≤ 0,5	≤ 50
Toluene (22)	mg/kg ss	EPA 5035 A 2002 + EPA 8260 D 2018	<b>&lt; 0,01</b>	≤ 0,5	≤ 50
Xilene (23)	mg/kg ss	EPA 5035 A 2002 + EPA 8260 D 2018	<b>&lt; 0,01</b>	≤ 0,5	≤ 50
Somm. organici aromatici (da 20 a 23)	mg/kg ss	--	<b>&lt; 0,1</b>	≤ 1	≤ 100
<b>IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI</b>					
Benzo(a)antracene (25)	mg/kg ss	EPA 3550 C 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2018	<b>&lt; 0,1</b>	≤ 0,5	≤ 10
Benzo(a)pirene (26)	mg/kg ss	EPA 3550 C 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2018	<b>&lt; 0,1</b>	≤ 0,1	≤ 10

Le date di inizio e fine di ciascuna prova, così come l'identificazione degli analisti, sono rintracciabili sui quaderni di laboratorio e sono a disposizione del cliente.

I contenuti del presente documento sono riferibili esclusivamente ai campioni sottoposti a prove di laboratorio. Il presente rapporto di prova non può essere riprodotto parzialmente senza autorizzazione della società S.A. Servizio Ambiente S.r.l.

Qualora il campionamento sia eseguito dal cliente/committente, i risultati inseriti nel presente rapporto di prova si riferiscono al campione così come ricevuto; in questo caso il laboratorio è responsabile di tutte le informazioni presenti all'interno del rapporto di prova ad eccezione di quelle fornite dal cliente/committente quali la descrizione del campione, la data del prelievo, la metodica di campionamento e qualunque altra misurazione effettuata su campo (in particolare se queste possono influenzare i risultati).

(§) Parametro misurato su campo durante l'attività di campionamento - (#) Dati forniti dal cliente

(\*) Prova sub-appaltata presso laboratorio esterno (S.A. Servizio Ambiente Srl è responsabile per il lavoro subappaltato)

Documento Elettronico con Firma Digitale



## S.A. SERVIZIO AMBIENTE S.r.l.

Sede Legale:  
Via C, Romani, 2  
20091 Bresso (MI)  
C.F./P.IVA 02583960121

Uffici e laboratorio:  
Via Cattaneo, 9  
21013 Gallarate (Varese)

Telefono: 0331.782901  
PEC: servizioambiente.srl@pec.it  
Sito: www.servizioambiente.it

Segue Rapporto di prova n°: **2403016-001**

del: **01-ott-24**

Prova	U.M	Metodo	Risultato	LIM. 1	LIM. 2
Benzo(b)fluorantene (27)	mg/kg ss	EPA 3550 C 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2018	< 0,1	≤ 0,5	≤ 10
Benzo(k)fluorantene (28)	mg/kg ss	EPA 3550 C 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2018	< 0,1	≤ 0,5	≤ 10
Benzo(g,h,i)perilene (29)	mg/kg ss	EPA 3550 C 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2018	< 0,1	≤ 0,1	≤ 10
Crisene (30)	mg/kg ss	EPA 3550 C 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2018	< 0,1	≤ 5	≤ 50
Dibenzo(a,e)pirene (31)	mg/kg ss	EPA 3550 C 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2018	< 0,1	≤ 0,1	≤ 10
Dibenzo(a,l)pirene (32)	mg/kg ss	EPA 3550 C 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2018	< 0,1	≤ 0,1	≤ 10
Dibenzo(a,i)pirene (33)	mg/kg ss	EPA 3550 C 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2018	< 0,1	≤ 0,1	≤ 10
Dibenzo(a,h)pirene (34)	mg/kg ss	EPA 3550 C 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2018	< 0,1	≤ 0,1	≤ 10
Dibenzo(a,h)antracene (35)	mg/kg ss	EPA 3550 C 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2018	< 0,1	≤ 0,1	≤ 10
Indenopirene (36)	mg/kg ss	EPA 3550 C 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2018	< 0,1	≤ 0,1	≤ 5
Pirene (37)	mg/kg ss	EPA 3550 C 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2018	< 0,1	≤ 5	≤ 50
Sommatoria IPA (da 25 a 34)	mg/kg ss	--	< 1	≤ 10	≤ 100
<b>METALLI</b>					
Arsenico (As)	mg/kg ss	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 D 2018	6	≤ 20	≤ 50
Cadmio (Cd)	mg/kg ss	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 D 2018	1,3	≤ 2	≤ 15
Cobalto (Co)	mg/kg ss	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 D 2018	12	≤ 20	≤ 250
Cromo (Cr)	mg/kg ss	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 D 2018	57	≤ 150	≤ 800
Cromo esavalente (CrVI)	mg/kg ss	EPA 3060 A 1996 + EPA 7196 A 1992	< 0,5	≤ 2	≤ 15
Mercurio (Hg)	mg/kg ss	EPA 3051 A 2007 + APAT CNR IRSA 3200 A1 Man 29 2003	< 0,5	≤ 1	≤ 5
Nichel (Ni)	mg/kg ss	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 D 2018	47	≤ 120	≤ 500

Le date di inizio e fine di ciascuna prova, così come l'identificazione degli analisti, sono rintracciabili sui quaderni di laboratorio e sono a disposizione del cliente.

I contenuti del presente documento sono riferibili esclusivamente ai campioni sottoposti a prove di laboratorio. Il presente rapporto di prova non può essere riprodotto parzialmente senza autorizzazione della società S.A. Servizio Ambiente S.r.l.

Qualora il campionamento sia eseguito dal cliente/committente, i risultati inseriti nel presente rapporto di prova si riferiscono al campione così come ricevuto; in questo caso il laboratorio è responsabile di tutte le informazioni presenti all'interno del rapporto di prova ad eccezione di quelle fornite dal cliente/committente quali la descrizione del campione, la data del prelievo, la metodica di campionamento e qualunque altra misurazione effettuata su campo (in particolare se queste possono influenzare i risultati).

(§) Parametro misurato su campo durante l'attività di campionamento - (#) Dati forniti dal cliente

(\*) Prova sub-appaltata presso laboratorio esterno (S.A. Servizio Ambiente Srl è responsabile per il lavoro subappaltato)

Documento Elettronico con Firma Digitale



# S.A. SERVIZIO AMBIENTE S.r.l.

**Sede Legale:**  
Via C, Romani, 2  
20091 Bresso (MI)  
**C.F/P.IVA** 02583960121

**Uffici e laboratorio:**  
Via Cattaneo, 9  
21013 Gallarate (Varese)

**Telefono:** 0331.782901  
**PEC:** servizioambiente.srl@pec.it  
**Sito:** www.servizioambiente.it

Segue Rapporto di prova n°: **2403016-001**

del: **01-ott-24**

Prova	U.M	Metodo	Risultato	LIM. 1	LIM. 2
Piombo (Pb)	mg/kg ss	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 D 2018	13	≤ 100	≤ 1000
Rame (Cu)	mg/kg ss	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 D 2018	38	≤ 120	≤ 600
Zinco (Zn)	mg/kg ss	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 D 2018	46	≤ 150	≤ 1500

#### Riferimenti di Legge Parametri

LIM. 1 D.Lgs 152/06 - Allegati alla parte IV - all. 5 - tabella 1- Terreni - Siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale

LIM. 2 D.Lgs 152/06 - Allegati alla parte IV - all. 5 - tabella 1- Terreni - Siti ad uso commerciale e industriale

Le determinazioni analitiche in laboratorio sono state condotte sull'aliquota di granulometria inferiore a 2 mm. La concentrazione del campione è stata determinata riferendosi alla totalità dei materiali secchi, comprensiva anche dello scheletro.

Direttore Tecnico

Dott.ssa Anna Consolati  
Ordine Biologi Lombardia  
Iscrizione n. AAQ74247

Responsabile del laboratorio

Per.Ind. Oliviero Minisini  
Ordine dei Periti Industriali di Milano e Lodi  
n. 5833 Industria Tintoria

----- FINE RAPPORTO DI PROVA -----

Le date di inizio e fine di ciascuna prova, così come l'identificazione degli analisti, sono rintracciabili sui quaderni di laboratorio e sono a disposizione del cliente.

I contenuti del presente documento sono riferibili esclusivamente ai campioni sottoposti a prove di laboratorio. Il presente rapporto di prova non può essere riprodotto parzialmente senza autorizzazione della società S.A. Servizio Ambiente S.r.l.

Qualora il campionamento sia eseguito dal cliente/committente, i risultati inseriti nel presente rapporto di prova si riferiscono al campione così come ricevuto; in questo caso il laboratorio è responsabile di tutte le informazioni presenti all'interno del rapporto di prova ad eccezione di quelle fornite dal cliente/committente quali la descrizione del campione, la data del prelievo, la metodica di campionamento e qualunque altra misurazione effettuata su campo (in particolare se queste possono influenzare i risultati).

(§) Parametro misurato su campo durante l'attività di campionamento - (#) Dati forniti dal cliente

(\*) Prova sub-appaltata presso laboratorio esterno (S.A. Servizio Ambiente Srl è responsabile per il lavoro subappaltato)

Documento Elettronico con Firma Digitale



# S.A. SERVIZIO AMBIENTE S.r.l.

Sede Legale:  
Via C, Romani, 2  
20091 Bresso (MI)  
C.F./P.IVA 02583960121

Uffici e laboratorio:  
Via Cattaneo, 9  
21013 Gallarate (Varese)

Telefono: 0331.782901  
PEC: servizioambiente.srl@pec.it  
Sito: www.servizioambiente.it

Rapporto di prova n°:

**2403017-001**

Descrizione: **TERRENO SIGLATO 6 (#)** Spettabile:  
Data Arrivo Camp.: **16-set-24** Data Inizio Prova: **17-set-24** **ARCH. RICCARDO SALVI**  
Data Rapp. Prova: **01-ott-24** Data Fine Prova: **27-set-24** **VIA LEGNONE, 4 -**  
Data Stampa Rapp. Prova: **01-ott-24** **20158 MILANO (MI)**  
Cliente: **ARCH. RICCARDO SALVI**  
Rif. Legge/Autoriz.: **D.Lgs 152/06 - Allegati alla parte IV - all. 5 - tabella 1- Terreni**  
Prelevatore: **Effettuato da Gram.mi Srl**

## Risultati delle Prove

Prova	U.M	Metodo	Risultato	LIM. 1	LIM. 2
Residuo 40°C	%	D.M. 13/09/1999 Metodi ufficiali analisi chim. del suolo	<b>81,58</b>	-	-
Amianto	mg/kg ss	DM 06/09/1994 (DRX)	<b>&lt; 1000</b>	≤ 1000	≤ 1000
<b>GRANULOMETRIA DEL TERRENO</b>					
Frazione <2mm	%	D.M. 13/09/1999 Metodi ufficiali analisi chim. del suolo - Metodo II.3	<b>66,23</b>	-	-
Frazione 2mm - 2cm	%	D.M. 13/09/1999 Metodi ufficiali analisi chim. del suolo - Metodo II.3	<b>33,77</b>	-	-
<b>IDROCARBURI</b>					
Idrocarburi pesanti C>12	mg/kg ss	UNI EN ISO 16703:2011	<b>20</b>	≤ 50	≤ 750
<b>IDROCARBURI AROMATICI</b>					
Benzene (19)	mg/kg ss	EPA 5035 A 2002 + EPA 8260 D 2018	<b>&lt; 0,01</b>	≤ 0,1	≤ 2
Etilbenzene (20)	mg/kg ss	EPA 5035 A 2002 + EPA 8260 D 2018	<b>&lt; 0,01</b>	≤ 0,5	≤ 50
Stirene (21)	mg/kg ss	EPA 5035 A 2002 + EPA 8260 D 2018	<b>&lt; 0,01</b>	≤ 0,5	≤ 50
Toluene (22)	mg/kg ss	EPA 5035 A 2002 + EPA 8260 D 2018	<b>&lt; 0,01</b>	≤ 0,5	≤ 50
Xilene (23)	mg/kg ss	EPA 5035 A 2002 + EPA 8260 D 2018	<b>&lt; 0,01</b>	≤ 0,5	≤ 50
Somm. organici aromatici (da 20 a 23)	mg/kg ss	--	<b>&lt; 0,1</b>	≤ 1	≤ 100
<b>IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI</b>					
Benzo(a)antracene (25)	mg/kg ss	EPA 3550 C 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2018	<b>&lt; 0,1</b>	≤ 0,5	≤ 10
Benzo(a)pirene (26)	mg/kg ss	EPA 3550 C 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2018	<b>&lt; 0,1</b>	≤ 0,1	≤ 10

Le date di inizio e fine di ciascuna prova, così come l'identificazione degli analisti, sono rintracciabili sui quaderni di laboratorio e sono a disposizione del cliente.

I contenuti del presente documento sono riferibili esclusivamente ai campioni sottoposti a prove di laboratorio. Il presente rapporto di prova non può essere riprodotto parzialmente senza autorizzazione della società S.A. Servizio Ambiente S.r.l.

Qualora il campionamento sia eseguito dal cliente/committente, i risultati inseriti nel presente rapporto di prova si riferiscono al campione così come ricevuto; in questo caso il laboratorio è responsabile di tutte le informazioni presenti all'interno del rapporto di prova ad eccezione di quelle fornite dal cliente/committente quali la descrizione del campione, la data del prelievo, la metodica di campionamento e qualunque altra misurazione effettuata su campo (in particolare se queste possono influenzare i risultati).

(§) Parametro misurato su campo durante l'attività di campionamento - (#) Dati forniti dal cliente

(\*) Prova sub-appaltata presso laboratorio esterno (S.A. Servizio Ambiente Srl è responsabile per il lavoro subappaltato)

Documento Elettronico con Firma Digitale



## S.A. SERVIZIO AMBIENTE S.r.l.

Sede Legale:  
Via C, Romani, 2  
20091 Bresso (MI)  
C.F./P.IVA 02583960121

Uffici e laboratorio:  
Via Cattaneo, 9  
21013 Gallarate (Varese)

Telefono: 0331.782901  
PEC: servizioambiente.srl@pec.it  
Sito: www.servizioambiente.it

Segue Rapporto di prova n°: **2403017-001**

del: **01-ott-24**

Prova	U.M	Metodo	Risultato	LIM. 1	LIM. 2
Benzo(b)fluorantene (27)	mg/kg ss	EPA 3550 C 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2018	< 0,1	≤ 0,5	≤ 10
Benzo(k)fluorantene (28)	mg/kg ss	EPA 3550 C 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2018	< 0,1	≤ 0,5	≤ 10
Benzo(g,h,i)perilene (29)	mg/kg ss	EPA 3550 C 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2018	< 0,1	≤ 0,1	≤ 10
Crisene (30)	mg/kg ss	EPA 3550 C 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2018	< 0,1	≤ 5	≤ 50
Dibenzo(a,e)pirene (31)	mg/kg ss	EPA 3550 C 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2018	< 0,1	≤ 0,1	≤ 10
Dibenzo(a,l)pirene (32)	mg/kg ss	EPA 3550 C 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2018	< 0,1	≤ 0,1	≤ 10
Dibenzo(a,i)pirene (33)	mg/kg ss	EPA 3550 C 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2018	< 0,1	≤ 0,1	≤ 10
Dibenzo(a,h)pirene (34)	mg/kg ss	EPA 3550 C 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2018	< 0,1	≤ 0,1	≤ 10
Dibenzo(a,h)antracene (35)	mg/kg ss	EPA 3550 C 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2018	< 0,1	≤ 0,1	≤ 10
Indenopirene (36)	mg/kg ss	EPA 3550 C 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2018	< 0,1	≤ 0,1	≤ 5
Pirene (37)	mg/kg ss	EPA 3550 C 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2018	< 0,1	≤ 5	≤ 50
Sommatoria IPA (da 25 a 34)	mg/kg ss	--	< 1	≤ 10	≤ 100
<b>METALLI</b>					
Arsenico (As)	mg/kg ss	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 D 2018	5	≤ 20	≤ 50
Cadmio (Cd)	mg/kg ss	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 D 2018	1,0	≤ 2	≤ 15
Cobalto (Co)	mg/kg ss	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 D 2018	10	≤ 20	≤ 250
Cromo (Cr)	mg/kg ss	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 D 2018	72	≤ 150	≤ 800
Cromo esavalente (CrVI)	mg/kg ss	EPA 3060 A 1996 + EPA 7196 A 1992	< 0,5	≤ 2	≤ 15
Mercurio (Hg)	mg/kg ss	EPA 3051 A 2007 + APAT CNR IRSA 3200 A1 Man 29 2003	< 0,5	≤ 1	≤ 5
Nichel (Ni)	mg/kg ss	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 D 2018	54	≤ 120	≤ 500

Le date di inizio e fine di ciascuna prova, così come l'identificazione degli analisti, sono rintracciabili sui quaderni di laboratorio e sono a disposizione del cliente.

I contenuti del presente documento sono riferibili esclusivamente ai campioni sottoposti a prove di laboratorio. Il presente rapporto di prova non può essere riprodotto parzialmente senza autorizzazione della società S.A. Servizio Ambiente S.r.l.

Qualora il campionamento sia eseguito dal cliente/committente, i risultati inseriti nel presente rapporto di prova si riferiscono al campione così come ricevuto; in questo caso il laboratorio è responsabile di tutte le informazioni presenti all'interno del rapporto di prova ad eccezione di quelle fornite dal cliente/committente quali la descrizione del campione, la data del prelievo, la metodica di campionamento e qualunque altra misurazione effettuata su campo (in particolare se queste possono influenzare i risultati).

(§) Parametro misurato su campo durante l'attività di campionamento - (#) Dati forniti dal cliente

(\*) Prova sub-appaltata presso laboratorio esterno (S.A. Servizio Ambiente Srl è responsabile per il lavoro subappaltato)

Documento Elettronico con Firma Digitale



# S.A. SERVIZIO AMBIENTE S.r.l.

Sede Legale:  
Via C, Romani, 2  
20091 Bresso (MI)  
C.F/P.IVA 02583960121

Uffici e laboratorio:  
Via Cattaneo, 9  
21013 Gallarate (Varese)

Telefono: 0331.782901  
PEC: servizioambiente.srl@pec.it  
Sito: www.servizioambiente.it

Segue Rapporto di prova n°: **2403017-001**

del: **01-ott-24**

Prova	U.M	Metodo	Risultato	LIM. 1	LIM. 2
Piombo (Pb)	mg/kg ss	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 D 2018	10	≤ 100	≤ 1000
Rame (Cu)	mg/kg ss	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 D 2018	27	≤ 120	≤ 600
Zinco (Zn)	mg/kg ss	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 D 2018	37	≤ 150	≤ 1500

#### Riferimenti di Legge Parametri

LIM. 1 D.Lgs 152/06 - Allegati alla parte IV - all. 5 - tabella 1- Terreni - Siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale

LIM. 2 D.Lgs 152/06 - Allegati alla parte IV - all. 5 - tabella 1- Terreni - Siti ad uso commerciale e industriale

Le determinazioni analitiche in laboratorio sono state condotte sull'aliquota di granulometria inferiore a 2 mm. La concentrazione del campione è stata determinata riferendosi alla totalità dei materiali secchi, comprensiva anche dello scheletro.

Direttore Tecnico

Dott.ssa Anna Consolati  
Ordine Biologi Lombardia  
Iscrizione n. AAQ74247

Responsabile del laboratorio

Per.Ind. Oliviero Minisini  
Ordine dei Periti Industriali di Milano e Lodi  
n. 5833 Industria Tintoria

----- FINE RAPPORTO DI PROVA -----

Le date di inizio e fine di ciascuna prova, così come l'identificazione degli analisti, sono rintracciabili sui quaderni di laboratorio e sono a disposizione del cliente.

I contenuti del presente documento sono riferibili esclusivamente ai campioni sottoposti a prove di laboratorio. Il presente rapporto di prova non può essere riprodotto parzialmente senza autorizzazione della società S.A. Servizio Ambiente S.r.l.

Qualora il campionamento sia eseguito dal cliente/committente, i risultati inseriti nel presente rapporto di prova si riferiscono al campione così come ricevuto; in questo caso il laboratorio è responsabile di tutte le informazioni presenti all'interno del rapporto di prova ad eccezione di quelle fornite dal cliente/committente quali la descrizione del campione, la data del prelievo, la metodica di campionamento e qualunque altra misurazione effettuata su campo (in particolare se queste possono influenzare i risultati).

(§) Parametro misurato su campo durante l'attività di campionamento - (#) Dati forniti dal cliente

(\*) Prova sub-appaltata presso laboratorio esterno (S.A. Servizio Ambiente Srl è responsabile per il lavoro subappaltato)

Documento Elettronico con Firma Digitale



## S.A. Servizio Ambiente S.r.l.

**Sede Legale:**

Via C. Romani, 2  
20091 Bresso (MI)

C.F./P.IVA 02583960121

**Uffici e Laboratorio:**

Via Cattaneo, 9  
21013 Gallarate (VA)

**Telefono:** +39 0331.782901**PEC:** servizioambiente.srl@pec.it**Sito:** www.servizioambiente.it

Gallarate, 02/10/24

**RAPPORTO DI PROVA 2403018-001**

Produttore **ARCH. RICCARDO SALVI**  
Indirizzo **VIA LEGNONE, 4 - 20158 MILANO MI**  
Committente **ARCH. RICCARDO SALVI**

---

Campione **2403018-001**  
Descrizione (#) **TERRENO SIGLATO MIX 6 TERRENI**

Luogo del prelievo //  
Prelievo Effettuato da Gram.mi Srl  
Modalità campionamento //  
Data del prelievo //  
Data accettazione 16/09/2024  
Data inizio prove 23/09/2024  
Data di fine prove 30/09/2024

Riferimento legislativo **CARATTERIZZAZIONE ANALITICA**  
Decisione 2000/532/CE, come modificata dalle Decisioni 2001/118/CE, 2001/119/CE e 2001/573/CE sui rifiuti pericolosi e non;  
  
D.Lgs. n. 121 del 03/09/2020 – Attuazione della direttiva (UE) 2018/850, che modifica la direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche di rifiuti

Tipologia di rifiuto **RIFIUTO SPECIALE NON PERICOLOSO**

Ammissibilità in discarica **RIFIUTO AMMESSO IN:  
DISCARICA PER RIFIUTI NON PERICOLOSI (CONFORME ALLA TABELLA 5)**

---

Il codice CER e le caratteristiche di pericolosità sono state attribuite secondo le informazioni fornite dal produttore o detentore del rifiuto, considerando l'origine e la natura dello stesso.

S.A. Servizio Ambiente S.r.l. non si assume responsabilità per qualunque mancanza, omissione o inesattezza presente in questa analisi di classificazione, derivante da fatti non imputabili all'operato dei propri tecnici.



## S.A. Servizio Ambiente S.r.l.

**Sede Legale:**

Via C. Romani, 2  
20091 Bresso (MI)

C.F./P.IVA 02583960121

**Uffici e Laboratorio:**

Via Cattaneo, 9  
21013 Gallarate (VA)

**Telefono:** +39 0331.782901**PEC:** servizioambiente.srl@pec.it**Sito:** www.servizioambiente.it

Gallarate, 02/10/24

**RAPPORTO DI PROVA 2403018-001**

Produttore **ARCH. RICCARDO SALVI**  
Indirizzo **VIA LEGNONE, 4 - 20158 MILANO MI**  
Committente **ARCH. RICCARDO SALVI**

Campione **2403018-001**  
Descrizione (#) **TERRENO SIGLATO MIX 6 TERRENI**

Stato fisico Solido non polverulento

Colore Marrone

Preparazione del campione per l'esecuzione della prova di lisciviazione			Preparazione dell'eluato		
Frazione > 4 mm	%p/p	47,5	Massa grezza della porzione di prova	Kg	0,101
Frazione non macinabile	%p/p	< 0,1	Volume agente lisciviante aggiunto	L	0,89
Riduzione dimensionale	si		Data ultima prova di bianco	24/09/24	

Prova	Risultato	Limiti Tab. 5	U.M.	Metodo
<b>ANALISI SULL'ELUATO</b>				UNI EN 12457-2 :2004
pH	8,1		unità pH	APAT CNR IRSA 2060 Man 29 2003
Temperatura	23,4		°C	APAT CNR IRSA 2100 Man 29 2003
Conduttività a 25°C	163		µS/cm	APAT CNR IRSA 2030 Man 29 2003
DOC	< 10	100	mg/l	UNI EN 1484:1999
TDS (**)	//	10000	mg/l	APAT CNR IRSA 2090 A Man 29 2003
Cloruri (Cl)	2	2500	mg/l	UNI EN ISO 10304-1:2009
Fluoruri (F)	< 1	15	mg/l	UNI EN ISO 10304-1:2009
Solfati (SO4)	2	5000	mg/l	UNI EN ISO 10304-1:2009
<b>METALLI</b>				-
Antimonio (Sb)	< 0,02	0,07	mg/l	UNI EN ISO 11885:2009
Arsenico (As)	< 0,02	0,2	mg/l	UNI EN ISO 11885:2009
Bario (Ba)	< 0,1	10	mg/l	UNI EN ISO 11885:2009
Cadmio (Cd)	< 0,02	0,1	mg/l	UNI EN ISO 11885:2009
Cromo totale (Cr)	< 0,1	1	mg/l	UNI EN ISO 11885:2009
Mercurio (Hg)	< 0,01	0,02	mg/l	UNI EN ISO 11885:2009



## S.A. Servizio Ambiente S.r.l.

**Sede Legale:**

Via C. Romani, 2  
20091 Bresso (MI)

C.F./P.IVA 02583960121

**Uffici e Laboratorio:**

Via Cattaneo, 9  
21013 Gallarate (VA)

**Telefono:** +39 0331.782901**PEC:** servizioambiente.srl@pec.it**Sito:** www.servizioambiente.it

Gallarate, 02/10/24

**RAPPORTO DI PROVA 2403018-001**

Produttore **ARCH. RICCARDO SALVI**  
Indirizzo **VIA LEGNONE, 4 - 20158 MILANO MI**  
Committente **ARCH. RICCARDO SALVI**

Campione **2403018-001**  
Descrizione (#) **TERRENO SIGLATO MIX 6 TERRENI**

Prova	Risultato	Limiti Tab. 5	U.M.	Metodo
Molibdeno (Mo)	< 0,1	1	mg/l	UNI EN ISO 11885:2009
Nichel (Ni)	< 0,1	1	mg/l	UNI EN ISO 11885:2009
Piombo (Pb)	< 0,1	1	mg/l	UNI EN ISO 11885:2009
Rame (Cu)	< 0,1	5	mg/l	UNI EN ISO 11885:2009
Selenio (Se)	< 0,03	0,05	mg/l	UNI EN ISO 11885:2009
Zinco (Zn)	< 0,05	5	mg/l	UNI EN ISO 11885:2009

(\*\*) E' possibile servirsi dei valori per il TDS (Solidi disciolti totali) in alternativa ai valori per il solfato e per il cloruro.

**Note**

Le date di inizio e fine di ciascuna prova sono rintracciabili sui quaderni di laboratorio e sono a disposizione del cliente.

I risultati in grassetto sottolineato sono superiori al limite.

I contenuti del presente documento fanno riferimento esclusivamente ai campioni sottoposti alle prove di laboratorio. Il presente rapporto di prova non può essere riprodotto parzialmente senza autorizzazione di S.A. Servizio Ambiente S.r.l.

Qualora il campionamento sia eseguito dal cliente/committente, i risultati inseriti nel presente rapporto di prova si riferiscono al campione così come ricevuto; in questo caso il laboratorio è responsabile di tutte le informazioni presenti all'interno del rapporto di prova ad eccezione di quelle fornite dal cliente/committente quali la descrizione del campione, la data del prelievo, la metodica di campionamento e qualunque altra misurazione effettuata su campo (in particolare se queste possono influenzare i risultati).

(§) Parametro misurato su campo durante l'attività di campionamento

(\*) Prova sub-appaltata presso laboratorio esterno (S.A. Servizio Ambiente Srl è responsabile per il lavoro subappaltato)

**Direttore Tecnico**

Dott.ssa Anna Consolati  
Ordine dei Biologi della Lombardia  
Iscrizione n. AA\_074247

**Direttore del Laboratorio**

Per. Ind. Oliviero Minisini  
Ordine dei Periti Industriali di Milano e Lodi  
n. 5833 Industria Tintoria

Documento elettronico con Firma Digitale

## **Allegato 3: Verifiche di stabilità**

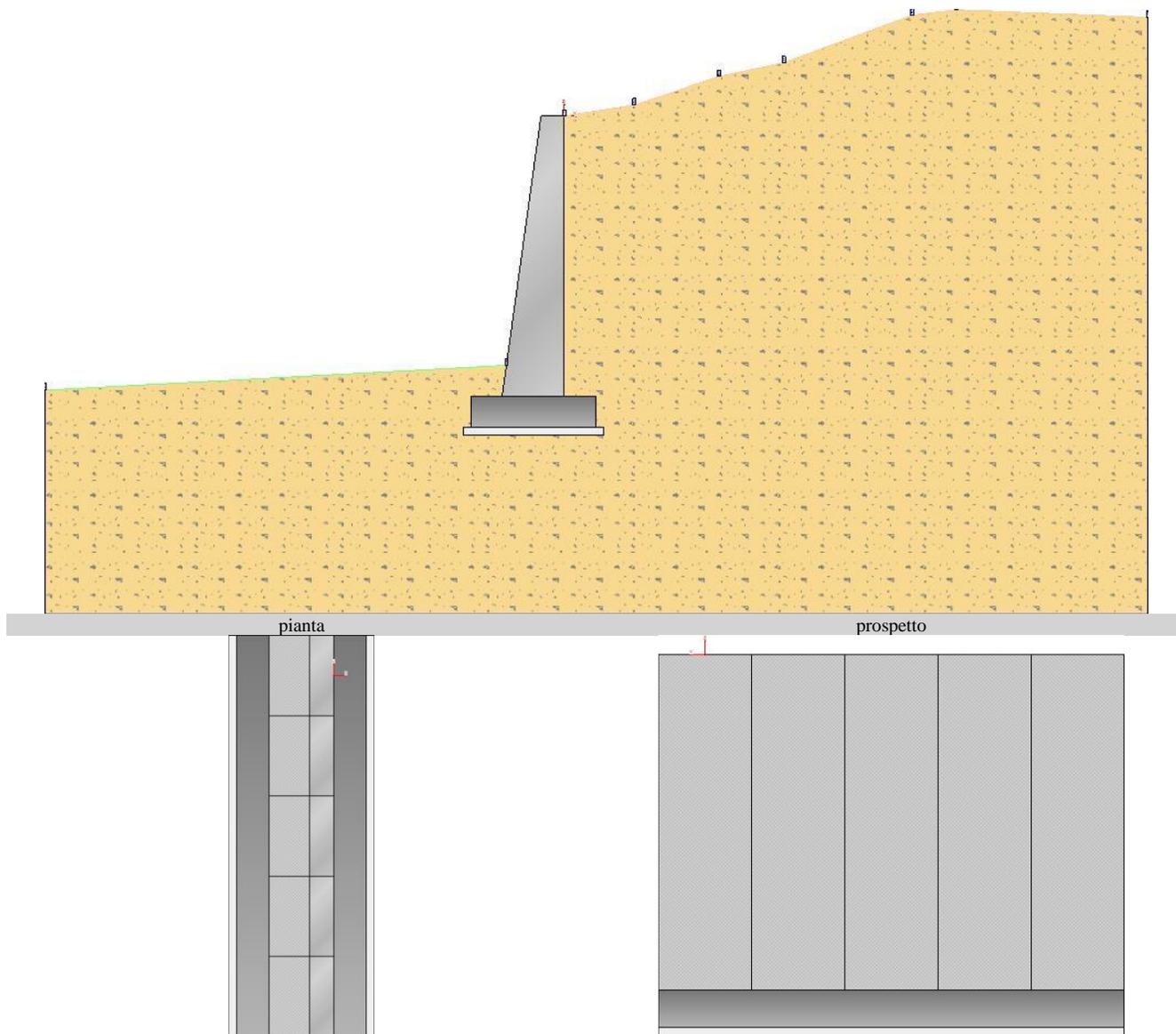
# Relazione di Calcolo



**CDM DOLMEN**

CALCOLO STRUTTURALE E GEOTECNICO

## - VERIFICA MURO CONTRO TERRA -



### - *Riassunto verifiche*

Di seguito viene riportata la tabella riassuntiva con i fattori di sicurezza minimi (= rapporto  $R_d/E_d$  o  $C_d/E_d$ ) calcolati per tutte le verifiche.

La verifica si intende superata se il valore del rapporto è maggiore o uguale a 1.0.

Le caselle con i trattini indicano che la verifica corrispondente non va svolta per il relativo Caso di Carico.

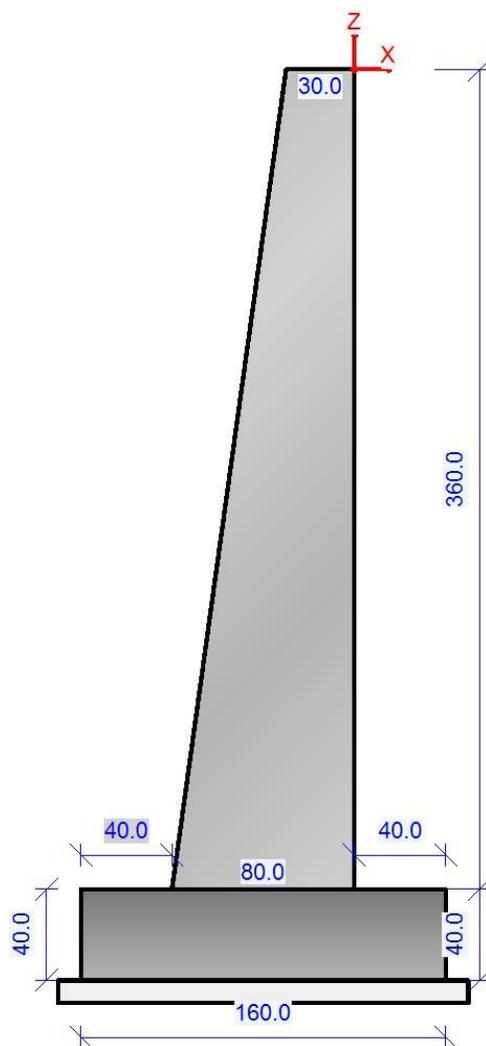
caso di carico	capacità portante	scorrimento	ribaltamento	stabilità globale	FS strutturale Fusto (pre-sso-flessione)	FS strutturale Fusto (taglio)	FS strutturale Fusto (tensione cls)	FS strutturale Fusto (tensione acciaio)	FS strutturale Fusto (apertura fessure)	FS strutturale Fondazione (flessione)	FS strutturale Fondazione (taglio)	FS strutturale Fondazione (tensione cls)	FS strutturale Fondazione (tensione acciaio)	FS strutturale Fondazione (apertura fessure)
1 - STR(SLU)	4.31	fondazione bloccata	Stabile 1.55 (s.max.= 0.54 [cm])	---	6.05	5.29	---	---	---	8.5	2.32	---	---	---
2 - GEO(SLU_GEO)	---	fondazione bloccata	---	1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
3 - SLV_SISMA_SU(SLV)	6.38	fondazione bloccata	Stabile 1.75 (s.max.= 0.43 [cm])	1.14	7.55	6.8	---	---	---	10.88	2.98	---	---	---
4 - SLV_SISMA_GIU(SLV)	6.36	fondazione bloccata	Stabile 1.75 (s.max.= 0.43 [cm])	1.14	7.52	6.78	---	---	---	10.84	2.96	---	---	---
5 - SLD_SISMA_SU(SLD)	5.03	fondazione bloccata	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
6 - SLD_SISMA_GIU(SLD)	4.81	fondazione bloccata	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
7 - RARA(RARA)	---	fondazione bloccata	---	---	---	---	20.01	12.63	---	---	---	20.02	8.91	---
8 - FREQ.(FREQUENTE)	---	fondazione bloccata	---	---	---	---	---	---	6.42	---	---	---	---	8.23
9 - Q.PERM.(QUASI_PERM)	---	fondazione bloccata	---	---	---	---	15.01	---	4.82	---	---	15.01	---	6.17

**Muro Verificato!**

**[Verifiche Superate]**

- *Elementi strutturali*

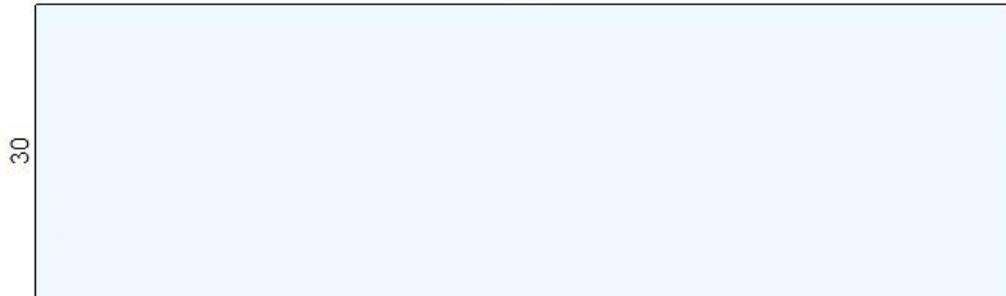
- **Muro e fondazione**



### Sezione 1:

(valle)

100

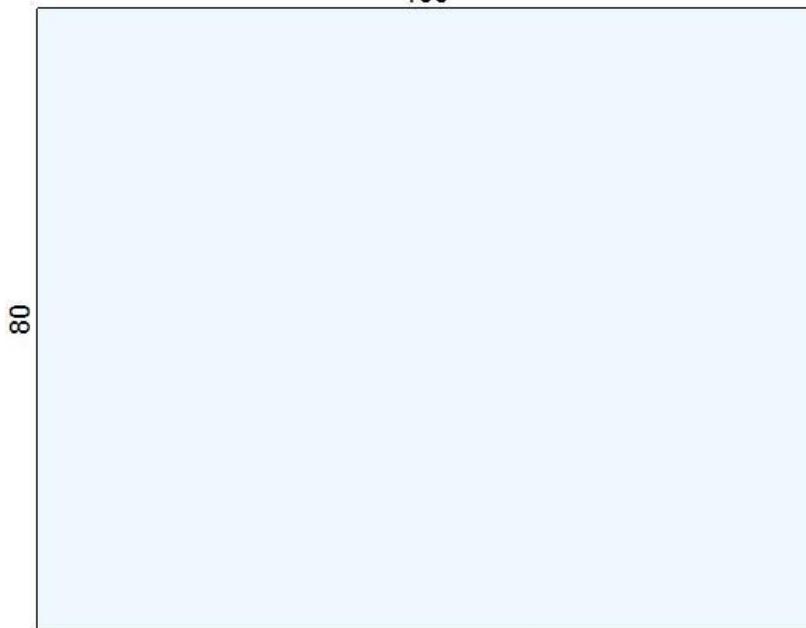


Sezione n. 1:  
Area [cm<sup>2</sup>]: 3 000.0  
Jz,g [cm<sup>4</sup>]: 225 000  
Jy,g [cm<sup>4</sup>]: 2 500 000  
Zg [cm]: 0.0  
Yg [cm]: 15.0

### Sezione 2:

(valle)

100



Sezione n. 2:  
Area [cm<sup>2</sup>]: 8 000.0  
Jz,g [cm<sup>4</sup>]: 4 266 667  
Jy,g [cm<sup>4</sup>]: 6 666 667  
Zg [cm]: 0.0  
Yg [cm]: 40.0

(monte)

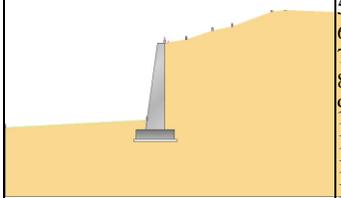
## - Terreno

## - Profili di Monte e Valle

MONTE			VALLE		
punto	x [cm]	z [cm]	punto	x [cm]	z [cm]
1	0	0	1	-74.51	-320.46
2	89.96	14.41	2	-668.57	-352.32
3	199.67	51.21			
4	282.4	68.77			
5	447.41	129.78			
6	504.74	136.86			
7	751.3	127.26			

Coordinate vertici profilo di monte e di valle.

## - Strati

strato e terreno	dati inseriti	disegno strato	coord. (x;z)
- 1 - Strato 1 (strato 1 (mcr)) Terreno 1 (non coesivo) (silt sabbiosi ) $c' = 0$ [daN/cm <sup>2</sup> ] $\gamma = 0.0017$ [daN/cm <sup>3</sup> ] $\varphi = 31^\circ$	$h = 0$ $i = 0^\circ$		1 (751.3;-640)[cm] 2 (751.3;127.26)[cm] 3 (504.74;136.86)[cm] 4 (447.41;129.78)[cm] 5 (282.4;68.77)[cm] 6 (199.67;51.21)[cm] 7 (89.96;14.41)[cm] 8 (0;0)[cm] 9 (0;-360)[cm] 10 (40;-360)[cm] 11 (40;-400)[cm] 12 (-120;-400)[cm] 13 (-120;-360)[cm] 14 (-80;-360)[cm] 15 (-74.51;-320.46)[cm] 16 (-668.57;-352.32)[cm] 17 (-668.57;-640)[cm]

Stratigrafia.

Le verifiche riguardanti la fondazione superficiale sono svolte con riferimento al Terreno 1 (silt sabbiosi)

- **Normativa, materiali e modello di calcolo**

- **Norme Tecniche per le Costruzioni 17/01/2018**

- **Approccio 2**

<i>Coeff. sulle azioni</i>	<i>Coeff. proprietà terreno</i>	<i>Coeff. resistenze</i>
- permanenti/favorevole = 1 - permanenti/sfavorevole = 1.3 - permanenti non strutturali/favorevole = 0.8 - permanenti non strutturali/sfavorevole = 1.5 - variabili/favorevole = 0 - variabili/sfavorevole = 1.5	- Coesione = 1 - Angolo di attrito = 1 - Resistenza al taglio non drenata = 1	- Capacità portante = 1.4 - Scorrimento = 1.1 - Resistenza terreno a valle = 1.4 - Ribaltamento = 1.15 - Capacità portante (sisma) = 1.2 - Scorrimento (sisma) = 1 - Resistenza terreno a valle (sisma) = 1.2 - Ribaltamento (sisma) = 1

- **combinazione 2 per stabilità globale -**

<b>Combinazione 2</b>		
<i>Coeff. sulle azioni</i>	<i>Coeff. proprietà terreno</i>	<i>Coeff. resistenze</i>
- permanenti/favorevole = 1 - permanenti/sfavorevole = 1 - permanenti non strutturali/favorevole = 0.8 - permanenti non strutturali/sfavorevole = 1.3 - variabili/favorevole = 0 - variabili/sfavorevole = 1.3	- Coesione = 1.25 - Angolo di attrito = 1.25 - Resistenza al taglio non drenata = 1.4	- Stabilità globale = 1.1 - Stabilità globale (sisma) = 1.2

- **Dati di progetto dell'azione sismica:**

L'analisi è stata eseguita in condizioni sismiche; parametri scelti :

- **valori di kv e kh inseriti manualmente –**

- categoria di sottosuolo = cat. C
- categoria topografica = categoria T1
- ag (SLV) = 0.051 m/s<sup>2</sup>
- Fo (SLV) = 2.585
- ag (SLD) = 0.023 m/s<sup>2</sup>
- Fo (SLD) = 2.500
- beta m (SLV)= 0.38
- beta m (SLD)= 0.47
- beta r (SLV)= 0.57
- beta s (SLV)= 0.38
- beta s (SLV)= 0.47
- > kh (muro,SLV) = 0.003
- > kv (muro,SLV) = 0.0015
- > kh (muro,SLD) = 0.0372
- > kv (muro,SLD) = 0.0186
- > kh (ribaltamento,SLV) = 0.0044
- > kv (ribaltamento,SLV) = 0.0022
- > kh (pendio,SLV) = 0.003
- > kv (pendio,SLV) = 0.0015
- > kh (pendio,SLD) = 0.0372
- > kv (pendio,SLD) = 0.0186

## - Caratteristiche dei materiali:

Calcestruzzo	Acciaio
- Descrizione = C25/30	- Descrizione = B450C
- $f_{ck} = 249$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	- $E = 2100000$ [daN/cm <sup>2</sup> ]
- $\gamma_c = 1.5$	- $f_{yk} = 4500$ [daN/cm <sup>2</sup> ]
- $f_{cd} = 141.1$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	- $f_{tk} = 5175$ [daN/cm <sup>2</sup> ]
- $E_{cm} = 314471.61$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	- $\epsilon_{yk} = 0.1863$ %
- $\alpha_{cc} = 0.85$	- $\epsilon_{ud} = 6.7500$ %
- $\epsilon_{c2} = 0.2000$ %	- $\gamma_s = 1.15$
- $\epsilon_{cu2} = 0.3500$ %	- $f_{yd} = 3913.04$ [daN/cm <sup>2</sup> ]
- $\gamma$ (p.vol.) = 0.0025 [daN/cm <sup>3</sup> ]	- $f_{ud} = 4439.81$ [daN/cm <sup>2</sup> ]

Condizioni ambientali (fusto, monte) = ordinario (X0, XC1, XC2, XC3).

Condizioni ambientali (fusto, valle) = ordinario (X0, XC1, XC2, XC3).

Condizioni ambientali (fondazione) = ordinario (X0, XC1, XC2, XC3).

## - Opzioni di calcolo

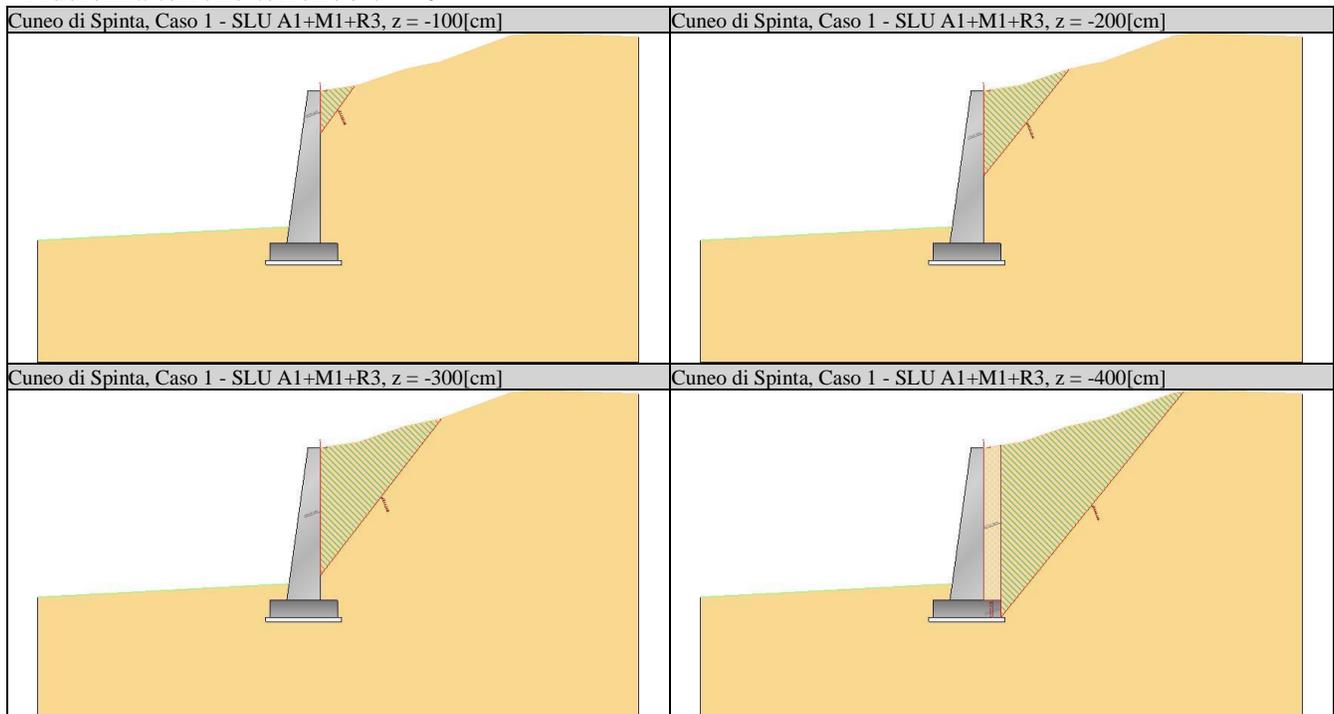
**Spinte calcolate con coefficiente di spinta attiva "ka"** (si considera il muro libero di traslare/ruotare al piede). Il calcolo della spinta è svolto secondo il metodo del cuneo di tentativo generalizzato (Rif.: Renato LANCELOTTA "Geotecnica" (2004) - NAVFAC Design Manual 7.02 (1986)). Il metodo è iterativo e prevede la suddivisione del terreno a monte dell'opera in poligoni semplici definiti dal paramento, dalla successione stratigrafica e dalla superficie di scivolamento di tentativo. La procedura automatica vaglia numerose superfici di scivolamento ad ogni quota di calcolo lungo il paramento, determinando la configurazione che comporta la spinta massima sull'opera.

- Attrito muro terreno /  $\phi' = 0.67$

- Aderenza muro terreno /  $c' = 0$

- Attrito terreno terreno /  $\phi' = 0.67$

- Aderenza terreno terreno /  $c' = 0$



**La capacità portante della fondazione** nastriforme, su suolo omogeneo, viene calcolata con la formula di Brinch-Hansen (1970) considerando separatamente i contributi dovuti alla coesione, al sovraccarico laterale ed al peso del terreno, utilizzando i coefficienti di capacità portante suggeriti da vari Autori ed i coefficienti correttivi dovuti alla forma della fondazione (s), all'approfondimento (d), alla presenza di un'azione orizzontale (i), all'inclinazione del piano di posa (b) e del piano campagna (g). La resistenza a slittamento è valutata considerando l'attrito sviluppato lungo la base della fondazione, e trascurando il contributo del terreno a lato.

- Attrito fond. terreno /  $\phi'$  o  $C_u = 1$
- Verifiche riguardanti la fondazione superficiale svolte con riferimento al Terreno 1 (non coesivo)

**La verifica di stabilità globale** viene eseguita con i metodi di Fellenius e Bishop semplificato, utilizzando il coefficiente di sicurezza minore.

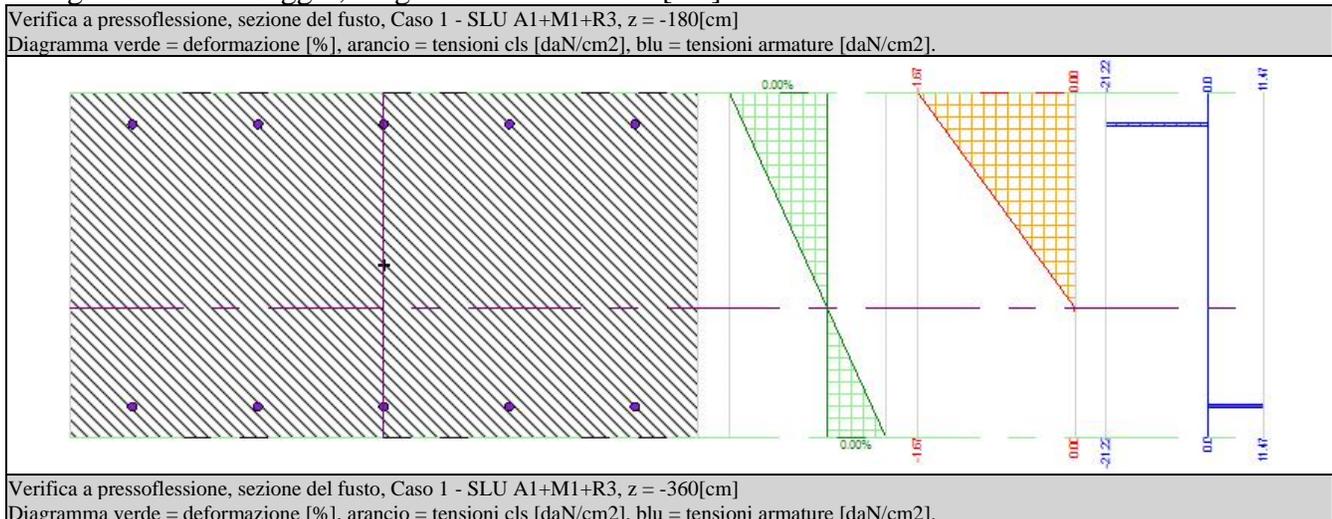
- Attrito stab. globale /  $\phi'$  o  $C_u = 1$

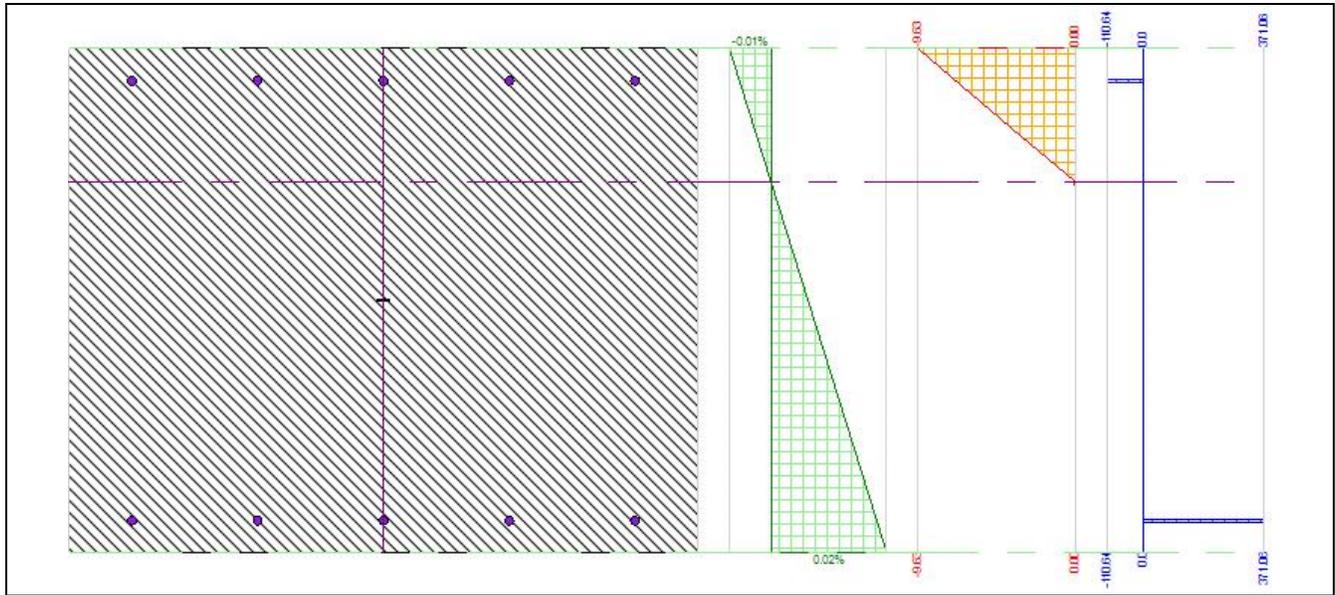
**Il calcolo delle sollecitazioni e degli spostamenti** dell'opera viene svolto con il metodo degli elementi finiti (FEM). Gli elementi schematizzanti il muro hanno peso e caratteristiche meccaniche proprie dei materiali di cui è costituito. Il terreno spingente (a monte) è rappresentato per mezzo di azioni distribuite applicate sugli elementi. Il terreno di fondazione è rappresentato per mezzo di elementi finiti non-lineari (con parzializzazione), con opportuno coefficiente di reazione alla Winkler in compressione.

- lunghezze aste elevazione = 20 [cm]
- lunghezze aste fondazione = 10 [cm]
- coefficiente di reazione del terreno (Winkler) = 10 [daN/cm<sup>3</sup>]

**La verifica delle sezioni in cemento armato** viene eseguita a SLU e SLE. La pressoflessione è verificata a SLU con i diagrammi costitutivi parabola-rettangolo (cls) e bilatero (acciaio) [NTC18 4.1.2.1.2]. La resistenza nei confronti di sollecitazioni taglianti è verificata a SLU [NTC18 4.1.2.3.5]. A SLE si verifica lo stato limite di apertura delle fessure [NTC18 4.1.2.2.4], e la tensione massima nei materiali [NTC18 4.1.2.2.5].

- apertura delle fessure:  $k_t=0.40$ ,  $k_1=0.80$ ,  $k_2=0.50$ ,  $k_3=3.40$ ,  $k_4=0.43$ . interasse barre non limitato.
- lunghezza di ancoraggio, numero di diametri = 20
- lunghezza di ancoraggio, lunghezza minima = 15 [cm]





**- Carichi**

**- Carichi sulla Struttura**

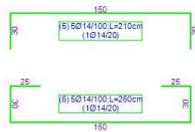
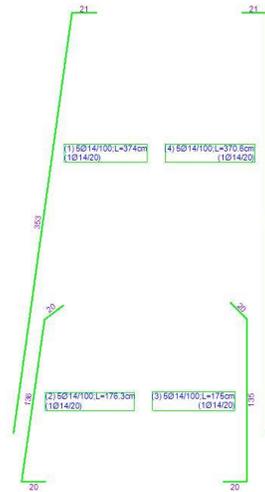
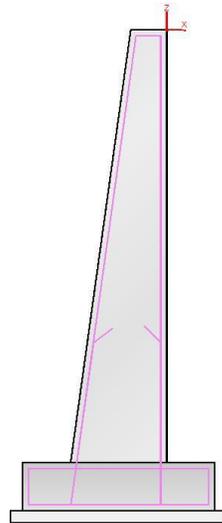
Considera come carico principale variabile (per coeff. psi [NTC18 2.5.3]) i casi di tipo: tutti

**- Casi di Carico**

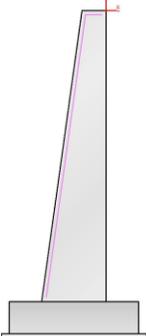
caso	coefficienti per i carichi
STR (SLU) descr. = SLU A1+M1+R3 coeff. = 1.3(pp.), 1.3(ter.m.), 1.3(fld.m.)1.3(ter.cs.), 1.3(fld.cs.)	nessun carico
GEO (SLU_GEO) descr. = SLU A2+M2+R2 coeff. = 1(pp.), 1(ter.m.), 1(fld.m.)1(ter.cs.), 1(fld.cs.)	nessun carico
SLV_SISMA_SU (SLV) descr. = Sisma_1+1+R_Su coeff. = 1(pp.), 1(ter.m.), 1(fld.m.)1(ter.cs.), 1(fld.cs.)	nessun carico
SLV_SISMA_GIU (SLV) descr. = Sisma_1+1+R_Giu coeff. = 1(pp.), 1(ter.m.), 1(fld.m.)1(ter.cs.), 1(fld.cs.)	nessun carico
SLD_SISMA_SU (SLD) descr. = Sisma_1+1+R_Su coeff. = 1(pp.), 1(ter.m.), 1(fld.m.)1(ter.cs.), 1(fld.cs.)	nessun carico
SLD_SISMA_GIU (SLD) descr. = Sisma_1+1+R_Giu coeff. = 1(pp.), 1(ter.m.), 1(fld.m.)1(ter.cs.), 1(fld.cs.)	nessun carico
RARA (Caratteristica) descr. = SLE caratteristica (rara) coeff. = 1(pp.), 1(ter.m.), 1(fld.m.)1(ter.cs.), 1(fld.cs.)	nessun carico
FREQ. (Frequente) descr. = SLE frequente coeff. = 1(pp.), 1(ter.m.), 1(fld.m.)1(ter.cs.), 1(fld.cs.)	nessun carico
Q.PERM. (Quasi_Perm) descr. = SLE quasi permanente coeff. = 1(pp.), 1(ter.m.), 1(fld.m.)1(ter.cs.), 1(fld.cs.)	nessun carico

- Armatura

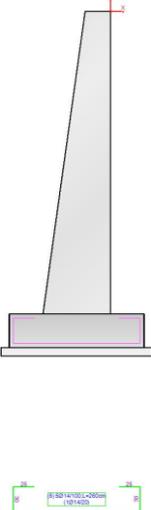
- Muro e fondazione con esplosi



- Ferri

Ferro (schema)	dati ferro	coordinate (x;z)
 	<p>- 1 -                      gruppo = 1                      num. ferri = 5  <math>\varnothing = 1.4</math> [cm]                      lunghezza = 374 [cm]                      descrizione = ferri-tronco a valle                      tipo = ferrimuro_xz</p>	<p>1 (-74.26;-355)[cm]                      2 (-25.65;-5)[cm]                      3 (-5;-5)[cm]</p>

	<p>- 2 -          gruppo = 1          num. ferri = 5  <math>\varnothing = 1.4</math> [cm]          lunghezza = 176.3 [cm]          descrizione = ferri-ripresa a valle          tipo = ferrimuro_xz</p>	<p>1 (-59.81;-395)[cm]          2 (-79.81;-395)[cm]          3 (-60.75;-260)[cm]          4 (-44.77;-247.97)[cm]</p>
	<p>- 3 -          gruppo = 2          num. ferri = 5  <math>\varnothing = 1.4</math> [cm]          lunghezza = 175 [cm]          descrizione = ferri-ripresa a monte          tipo = ferrimuro_xz</p>	<p>1 (-25;-395)[cm]          2 (-5;-395)[cm]          3 (-5;-260)[cm]          4 (-19.14;-245.86)[cm]</p>
	<p>- 4 -          gruppo = 2          num. ferri = 5  <math>\varnothing = 1.4</math> [cm]          lunghezza = 370.6 [cm]          descrizione = ferri-tronco a monte          tipo = ferrimuro_xz</p>	<p>1 (-5;-355)[cm]          2 (-5;-5)[cm]          3 (-25.65;-5)[cm]</p>
	<p>- 5 -          gruppo = 3          num. ferri = 5  <math>\varnothing = 1.4</math> [cm]          lunghezza = 210 [cm]          descrizione = ferri-fondazione superiore          tipo = ferrifond_xz</p>	<p>1 (35;-395)[cm]          2 (35;-365)[cm]          3 (-115;-365)[cm]          4 (-115;-395)[cm]</p>

	<p>- 6 -          gruppo = 4          num. ferri = 5  <math>\varnothing = 1.4</math> [cm]          lunghezza = 260 [cm]          descrizione = ferri-fondazione inferiore          tipo = ferrifond_xz</p>	<p>1 (10;-365)[cm]          2 (35;-365)[cm]          3 (35;-395)[cm]          4 (-115;-395)[cm]          5 (-115;-365)[cm]          6 (-90;-365)[cm]</p>
-----------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

- Ferri

### Computo metrico Calcestruzzo e Acciaio :

Fusto		Fondazione		Totale	
cls	acciaio	cls	acciaio	cls	acciaio
- vol. = 1984768.56 [cm <sup>3</sup> ] - peso = 4961.92 [daN]	- lung. = 5480 [cm] - peso = 66.2 [daN]	- vol. = 640000 [cm <sup>3</sup> ] - peso = 1600 [daN]	- lung. = 2350 [cm] - peso = 28.4 [daN]	- vol. = 2624768.56 [cm <sup>3</sup> ] - peso = 6561.92 [daN] - costo = 0 €	- lung. = 7830 [cm] - peso = 94.6 [daN] - costo = 0 €
				<b>costo Totale = 0 €</b>	

(costi unitari: cls = 0 € a mc; acciaio = 0 € a daN)  
 (Valori da intendersi a modulo di calcolo (100 [cm] ))

### - Verifiche Geotecniche

Le verifiche riguardanti la fondazione superficiale sono svolte con riferimento al Terreno 1 (non coesivo)

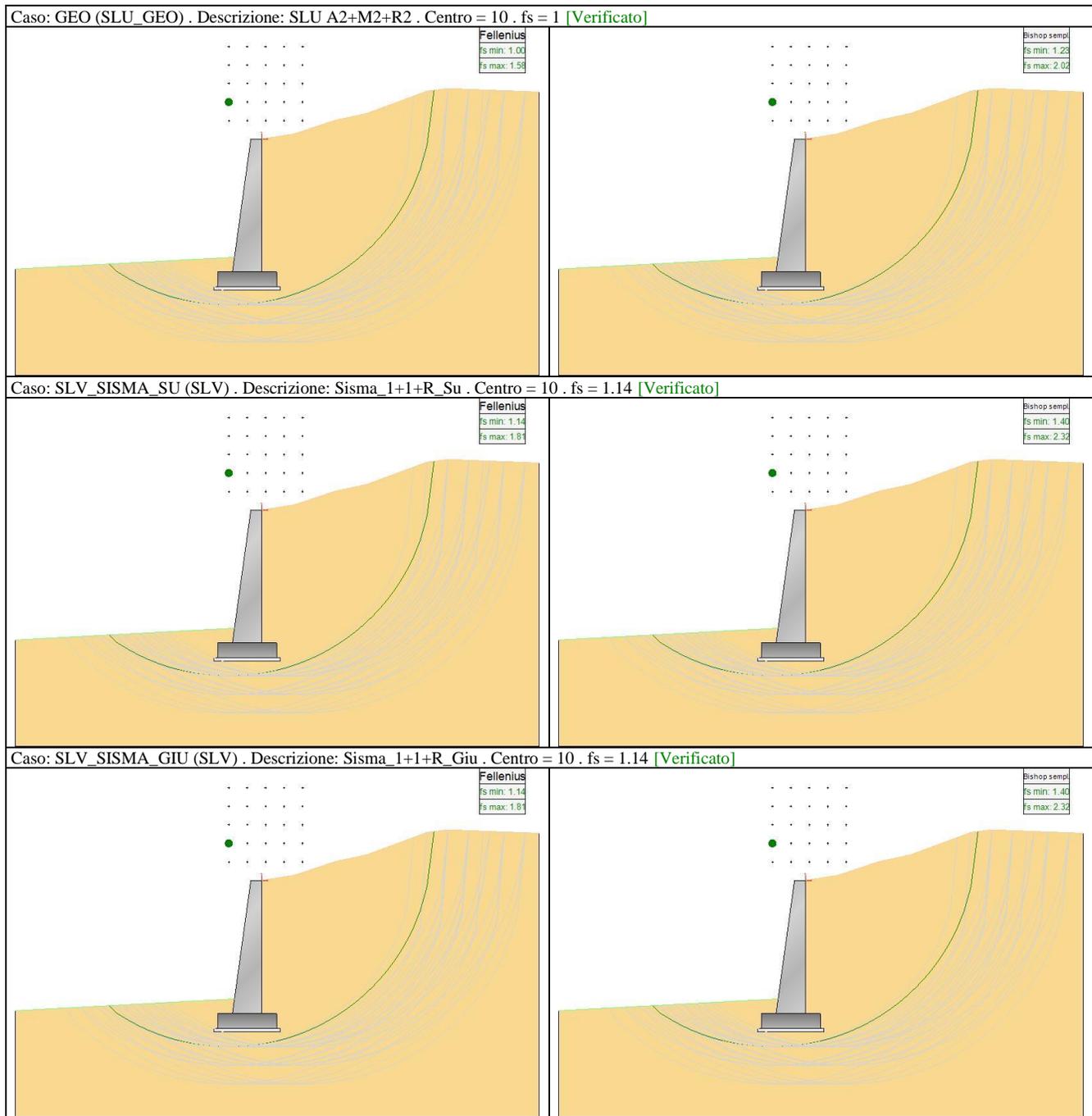
caso di carico	capacità portante	scorrimento	equilibrio
1 - STR (SLU)	- Drenata - q di progetto = 1.2 [daN/cm <sup>2</sup> ] q limite = 5.18 [daN/cm <sup>2</sup> ] --> fs = 4.31 [Verificato]	verifica non eseguita fondazione bloccata orizzontalmente.	- Ribaltamento - Stabile --> fs = 1.55 (spost.max.=0.54 [cm] ) [Verificato]  - Stab. globale - verifica non prevista
2 - GEO (SLU_GEO)	- Drenata - verifica non prevista	verifica non eseguita fondazione bloccata orizzontalmente.	- Ribaltamento - verifica non prevista  - Stab. globale - --> fs = 1 [Verificato]
3 - SLV_SISMA_SU (SLV)	- Drenata - q di progetto = 0.94 [daN/cm <sup>2</sup> ] q limite = 5.98 [daN/cm <sup>2</sup> ] --> fs = 6.38 [Verificato]	verifica non eseguita fondazione bloccata orizzontalmente.	- Ribaltamento - Stabile --> fs = 1.75 (spost.max.=0.43 [cm] ) [Verificato]  - Stab. globale - --> fs = 1.14 [Verificato]

4 - SLV_SISMA_GIU (SLV)	- Drenata - q di progetto = 0.94 [daN/cm <sup>2</sup> ] q limite = 5.97 [daN/cm <sup>2</sup> ] --> fs = 6.36 [Verificato]	verifica non eseguita fondazione bloccata orizzontalmente.	- Ribaltamento - Stabile --> fs = 1.75 (spost.max.=0.43 [cm] ) [Verificato]  - Stab. globale - --> fs = 1.14 [Verificato]
5 - SLD_SISMA_SU (SLD)	- Drenata - q di progetto = 1.12 [daN/cm <sup>2</sup> ] q limite = 5.62 [daN/cm <sup>2</sup> ] --> fs = 5.03 [Verificato]	verifica non eseguita fondazione bloccata orizzontalmente.	- Ribaltamento - verifica non prevista  - Stab. globale - verifica non prevista
6 - SLD_SISMA_GIU (SLD)	- Drenata - q di progetto = 1.17 [daN/cm <sup>2</sup> ] q limite = 5.6 [daN/cm <sup>2</sup> ] --> fs = 4.81 [Verificato]	verifica non eseguita fondazione bloccata orizzontalmente.	- Ribaltamento - verifica non prevista  - Stab. globale - verifica non prevista

Verifiche geotecniche della fondazione.

caso di carico	p. muro (stab) [daN*cm]	proprio terreno (stab) [daN*cm]	proprio muro (stab) [daN*cm]	azioni muro (instab) [daN*cm]	soluzioni muro (instab) [daN*cm]	soluzioni terreno (stab) [daN*cm]	spinta terreno (instab) [daN*cm]	momento stabilizzante [daN*cm]	momento ribaltante [daN*cm]	coeff. di sicurezza
1 STR SLU	750888	449690	0	0	0	369984	881720	1365706	881720	1.55
2 GEO SLU_GEO	577606	345915	0	0	0	304678	878151	1228199	878151	1.4
3 SLV_SISMA_SU SLV	576750	345146	0	0	0	287456	690376	1209352	690376	1.75
4 SLV_SISMA_GIU SLV	578462	346684	0	0	0	288720	693354	1213866	693354	1.75
5 SLD_SISMA_SU SLD	566876	345915	0	0	0	284603	786842	1197394	786842	1.52
6 SLD_SISMA_GIU SLD	588336	345915	0	0	0	284603	793027	1218855	793027	1.54
7 RARA RARA	577606	345915	0	0	0	284603	678238	1208124	678238	1.78
8 FREQ. FREQUENTE	577606	345915	0	0	0	284603	678238	1208124	678238	1.78
9 Q.PERM. QUASI_PERM	577606	345915	0	0	0	284603	678238	1208124	678238	1.78

Dettaglio della verifica di ribaltamento.



Dettaglio della verifica di stabilità globale.

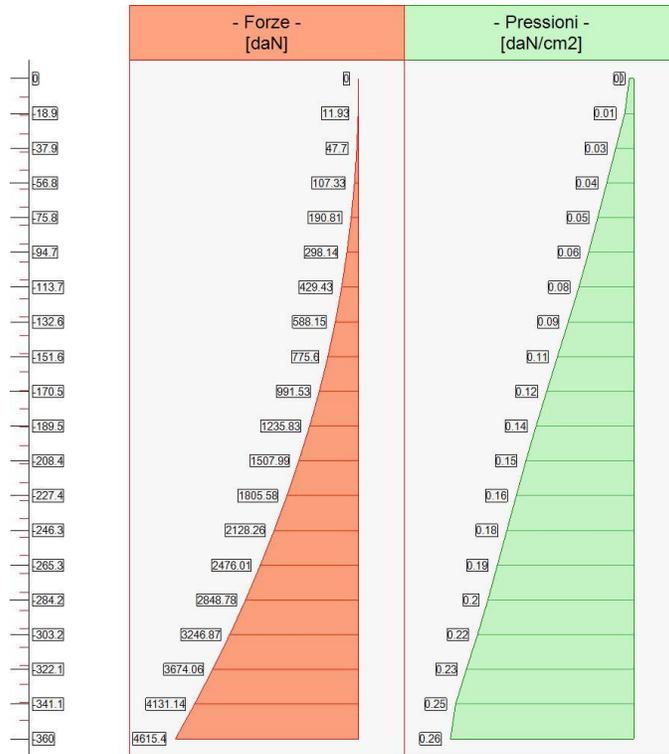
- *Verifiche Strutturali*

- **Diagrammi delle Spinte e Pressioni**

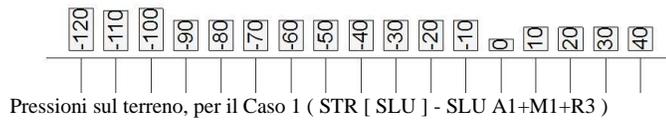
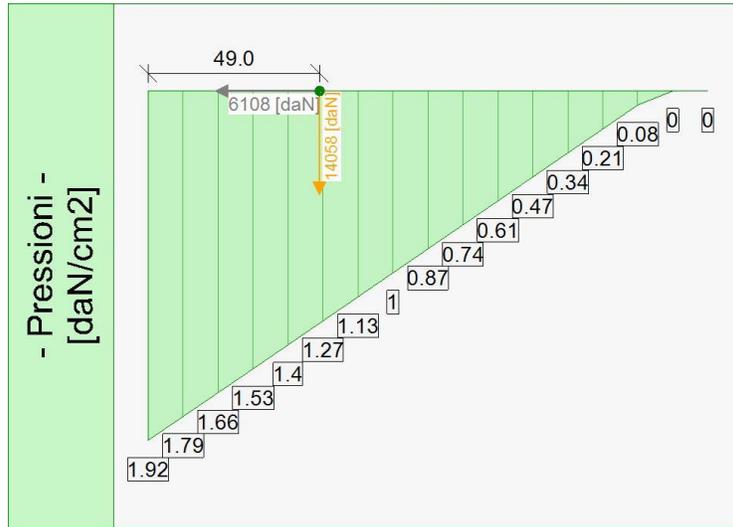
- **Caso 1 ( STR [ SLU ] - SLU A1+M1+R3 )**

Elevazione			•	Fondazione	
quota [cm]	Pressioni [daN/cm <sup>2</sup> ]	Forze [daN]	•	quota [cm]	Pressioni [daN/cm <sup>2</sup> ]
0	0	0	•	-120	1.92
0	0	0	•	-110	1.79
-18.95	0.01	11.93	•	-100	1.66
-37.89	0.03	47.7	•	-90	1.53
-56.84	0.04	107.33	•	-80	1.4
-75.79	0.05	190.81	•	-70	1.27
-94.74	0.06	298.14	•	-60	1.13
-113.68	0.08	429.43	•	-50	1
-132.63	0.09	588.15	•	-40	0.87
-151.58	0.11	775.6	•	-40	0.87
-170.53	0.12	991.53	•	-30	0.74
-189.47	0.14	1235.83	•	-20	0.61
-208.42	0.15	1507.99	•	-10	0.47
-227.37	0.16	1805.58	•	0	0.34
-246.32	0.18	2128.26	•	10	0.21
-265.26	0.19	2476.01	•	20	0.08
-284.21	0.2	2848.78	•	30	0
-303.16	0.22	3246.87	•	40	0
-322.11	0.23	3674.06	•		
-341.05	0.25	4131.14	•		
-360	0.26	4615.4	•		

Forze e Pressioni lungo il paramento verticale e fondazione, per il Caso 1 ( STR [ SLU ] - SLU A1+M1+R3 )



Forze (totali) e Pressioni lungo il fusto, per il Caso 1 ( STR [ SLU ] - SLU A1+M1+R3 )



Risultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100 [cm])):

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 4615.4 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 1750.46 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 6097.05 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 2312.4 [daN]

Risultante delle pressioni sulla fondazione (valori da intendersi a modulo di calcolo (100 [cm])):

- distanza dal bordo fondazione lato valle = 49 [cm]
- forza verticale = 14058 [daN]

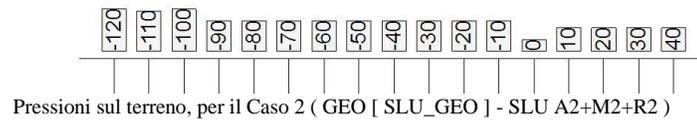
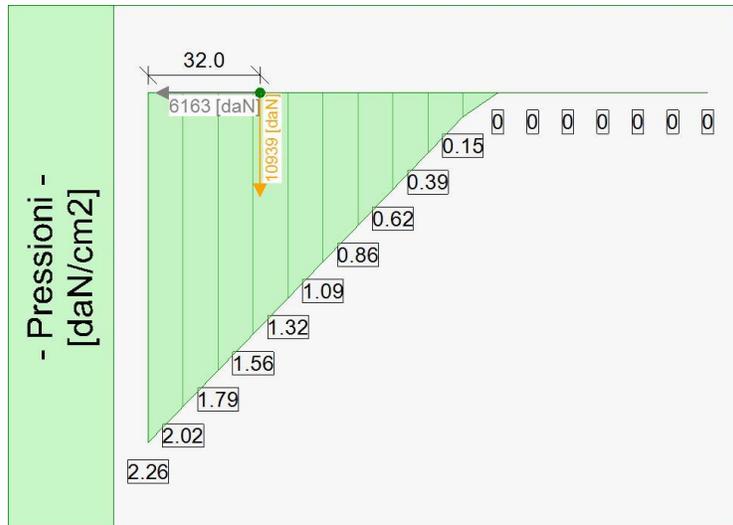
## - Caso 2 ( GEO [ SLU\_GEO ] - SLU A2+M2+R2 )

Elevazione			•	Fondazione	
quota [cm]	Pressioni [daN/cm <sup>2</sup> ]	Forze [daN]	•	quota [cm]	Pressioni [daN/cm <sup>2</sup> ]
0	0	0	•	-120	2.26
0	0	0	•	-110	2.02
-18.95	0.01	11.73	•	-100	1.79
-37.89	0.02	46.93	•	-90	1.56
-56.84	0.04	105.58	•	-80	1.32
-75.79	0.05	187.7	•	-70	1.09
-94.74	0.06	293.35	•	-60	0.86
-113.68	0.08	427.21	•	-50	0.62
-132.63	0.09	591.14	•	-40	0.39
-151.58	0.11	784.58	•	-40	0.39
-170.53	0.12	1005.11	•	-30	0.15
-189.47	0.14	1250.78	•	-20	0
-208.42	0.15	1521.43	•	-10	0
-227.37	0.16	1817.03	•	0	0
-246.32	0.18	2139.25	•	10	0
-265.26	0.2	2493.67	•	20	0
-284.21	0.21	2880.13	•	30	0
-303.16	0.23	3298.28	•	40	0
-322.11	0.24	3745.39	•		
-341.05	0.25	4217.12	•		
-360	0.26	4710.37	•		

Forze e Pressioni lungo il paramento verticale e fondazione, per il Caso 2 ( GEO [ SLU\_GEO ] - SLU A2+M2+R2 )



Forze (totali) e Pressioni lungo il fusto, per il Caso 2 ( GEO [ SLU\_GEO ] - SLU A2+M2+R2 )



Risultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100 [cm])):

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 4710.37 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 1458.19 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 6151.24 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 1904.24 [daN]

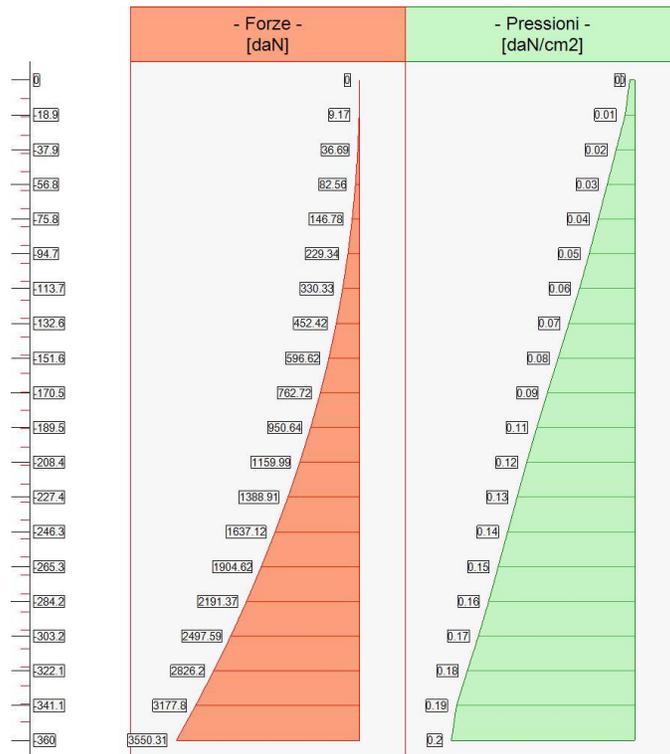
Risultante delle pressioni sulla fondazione (valori da intendersi a modulo di calcolo (100 [cm])):

- distanza dal bordo fondazione lato valle = 32 [cm]
- forza verticale = 10939 [daN]

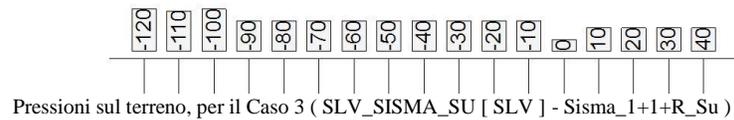
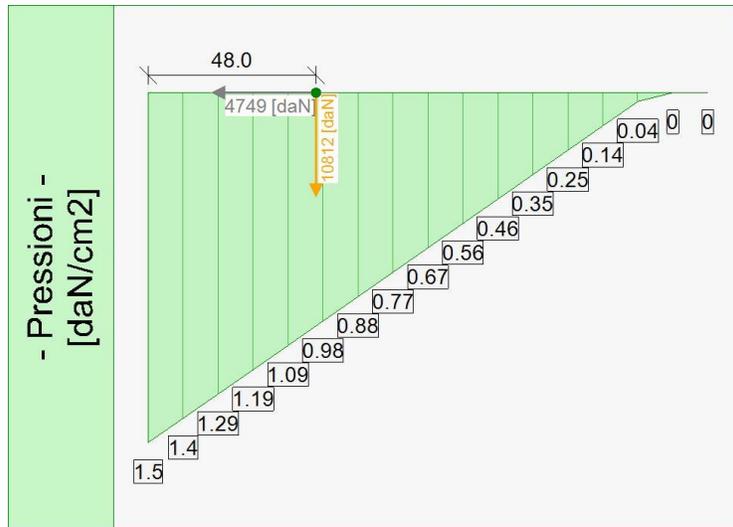
### - Caso 3 ( SLV\_SISMA\_SU [ SLV ] - Sisma\_1+1+R\_Su )

Elevazione			•	Fondazione	
quota [cm]	Pressioni [daN/cm <sup>2</sup> ]	Forze [daN]		quota [cm]	Pressioni [daN/cm <sup>2</sup> ]
0	0	0	•	-120	1.5
0	0	0	•	-110	1.4
-18.95	0.01	9.17	•	-100	1.29
-37.89	0.02	36.69	•	-90	1.19
-56.84	0.03	82.56	•	-80	1.09
-75.79	0.04	146.78	•	-70	0.98
-94.74	0.05	229.34	•	-60	0.88
-113.68	0.06	330.33	•	-50	0.77
-132.63	0.07	452.42	•	-40	0.67
-151.58	0.08	596.62	•	-40	0.67
-170.53	0.09	762.72	•	-30	0.56
-189.47	0.11	950.64	•	-20	0.46
-208.42	0.12	1159.99	•	-10	0.35
-227.37	0.13	1388.91	•	0	0.25
-246.32	0.14	1637.12	•	10	0.14
-265.26	0.15	1904.62	•	20	0.04
-284.21	0.16	2191.37	•	30	0
-303.16	0.17	2497.59	•	40	0
-322.11	0.18	2826.2	•		
-341.05	0.19	3177.8	•		
-360	0.2	3550.31	•		

Forze e Pressioni lungo il paramento verticale e fondazione, per il Caso 3 ( SLV\_SISMA\_SU [ SLV ] - Sisma\_1+1+R\_Su )



Forze (totali) e Pressioni lungo il fusto, per il Caso 3 ( SLV\_SISMA\_SU [ SLV ] - Sisma\_1+1+R\_Su )



Risultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100 [cm])):

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 3573.87 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 1355.44 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 4721.27 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 1790.62 [daN]

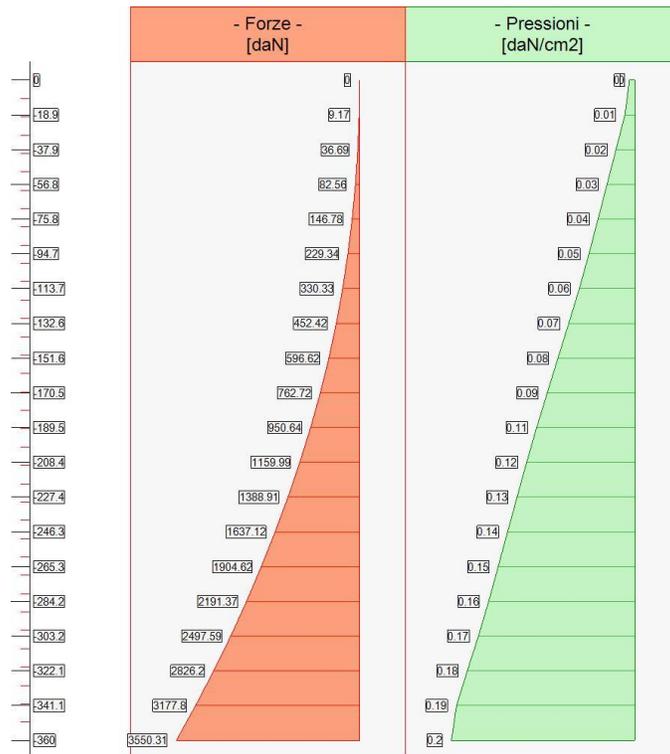
Risultante delle pressioni sulla fondazione (valori da intendersi a modulo di calcolo (100 [cm])):

- distanza dal bordo fondazione lato valle = 48 [cm]
- forza verticale = 10812 [daN]

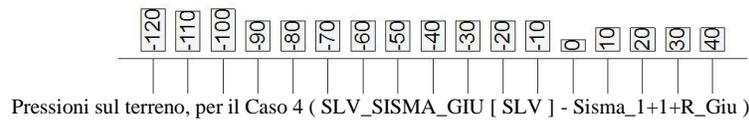
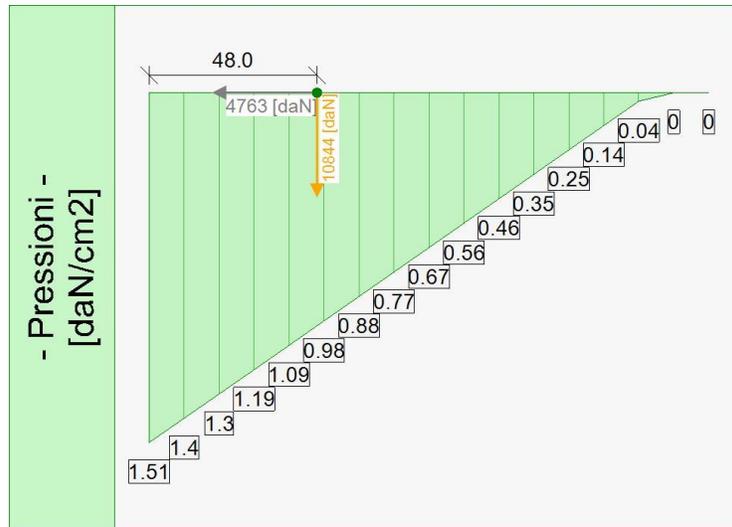
## - Caso 4 ( SLV\_SISMA\_GIU [ SLV ] - Sisma\_1+1+R\_Giu )

Elevazione			•	Fondazione	
quota [cm]	Pressioni [daN/cm <sup>2</sup> ]	Forze [daN]		quota [cm]	Pressioni [daN/cm <sup>2</sup> ]
0	0	0	•	-120	1.51
0	0	0	•	-110	1.4
-18.95	0.01	9.17	•	-100	1.3
-37.89	0.02	36.69	•	-90	1.19
-56.84	0.03	82.56	•	-80	1.09
-75.79	0.04	146.78	•	-70	0.98
-94.74	0.05	229.34	•	-60	0.88
-113.68	0.06	330.33	•	-50	0.77
-132.63	0.07	452.42	•	-40	0.67
-151.58	0.08	596.62	•	-40	0.67
-170.53	0.09	762.72	•	-30	0.56
-189.47	0.11	950.64	•	-20	0.46
-208.42	0.12	1159.99	•	-10	0.35
-227.37	0.13	1388.91	•	0	0.25
-246.32	0.14	1637.12	•	10	0.14
-265.26	0.15	1904.62	•	20	0.04
-284.21	0.16	2191.37	•	30	0
-303.16	0.17	2497.59	•	40	0
-322.11	0.18	2826.2	•		
-341.05	0.19	3177.8	•		
-360	0.2	3550.31	•		

Forze e Pressioni lungo il paramento verticale e fondazione, per il Caso 4 ( SLV\_SISMA\_GIU [ SLV ] - Sisma\_1+1+R\_Giu )



Forze (totali) e Pressioni lungo il fusto, per il Caso 4 ( SLV\_SISMA\_GIU [ SLV ] - Sisma\_1+1+R\_Giu )



Risultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100 [cm])):

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 3584.39 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 1359.43 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 4735.17 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 1795.89 [daN]

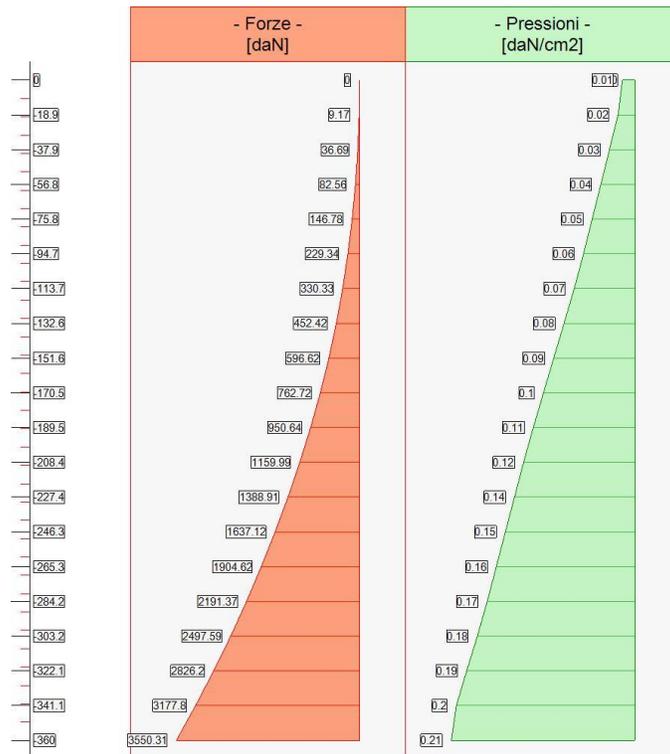
Risultante delle pressioni sulla fondazione (valori da intendersi a modulo di calcolo (100 [cm])):

- distanza dal bordo fondazione lato valle = 48 [cm]
- forza verticale = 10844 [daN]

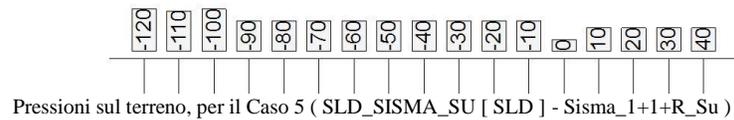
## - Caso 5 ( SLD\_SISMA\_SU [ SLD ] - Sisma\_1+1+R\_Su )

Elevazione			•	Fondazione	
quota [cm]	Pressioni [daN/cm <sup>2</sup> ]	Forze [daN]		quota [cm]	Pressioni [daN/cm <sup>2</sup> ]
0	0	0	•	-120	1.86
0	0.01	0	•	-110	1.7
-18.95	0.02	9.17	•	-100	1.54
-37.89	0.03	36.69	•	-90	1.38
-56.84	0.04	82.56	•	-80	1.22
-75.79	0.05	146.78	•	-70	1.06
-94.74	0.06	229.34	•	-60	0.9
-113.68	0.07	330.33	•	-50	0.74
-132.63	0.08	452.42	•	-40	0.57
-151.58	0.09	596.62	•	-40	0.57
-170.53	0.1	762.72	•	-30	0.41
-189.47	0.11	950.64	•	-20	0.25
-208.42	0.12	1159.99	•	-10	0.09
-227.37	0.14	1388.91	•	0	0
-246.32	0.15	1637.12	•	10	0
-265.26	0.16	1904.62	•	20	0
-284.21	0.17	2191.37	•	30	0
-303.16	0.18	2497.59	•	40	0
-322.11	0.19	2826.2	•		
-341.05	0.2	3177.8	•		
-360	0.21	3550.31	•		

Forze e Pressioni lungo il paramento verticale e fondazione, per il Caso 5 ( SLD\_SISMA\_SU [ SLD ] - Sisma\_1+1+R\_Su )



Forze (totali) e Pressioni lungo il fusto, per il Caso 5 ( SLD\_SISMA\_SU [ SLD ] - Sisma\_1+1+R\_Su )



Risultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100 [cm])):

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 3878.06 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 1470.81 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 5107.06 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 1936.93 [daN]

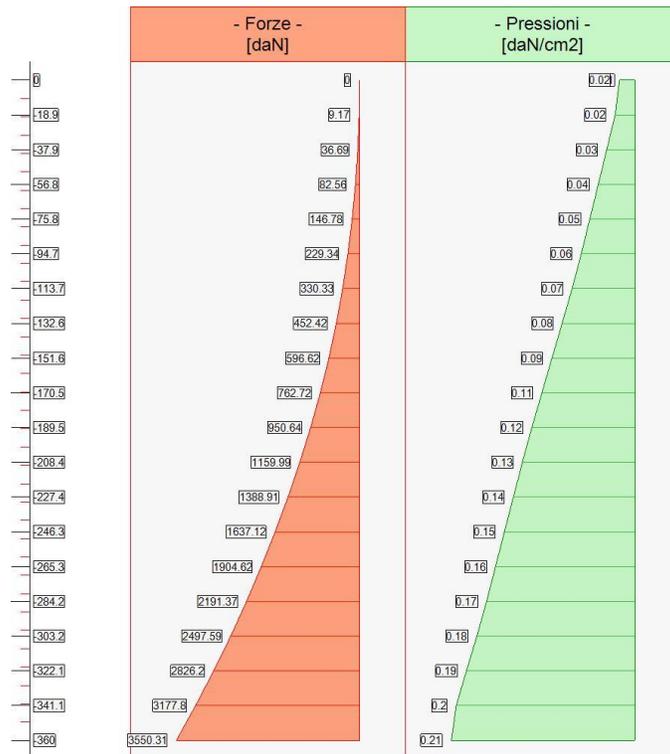
Risultante delle pressioni sulla fondazione (valori da intendersi a modulo di calcolo (100 [cm])):

- distanza dal bordo fondazione lato valle = 38 [cm]
- forza verticale = 10804 [daN]

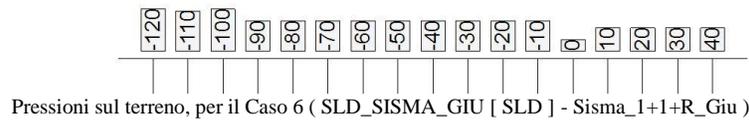
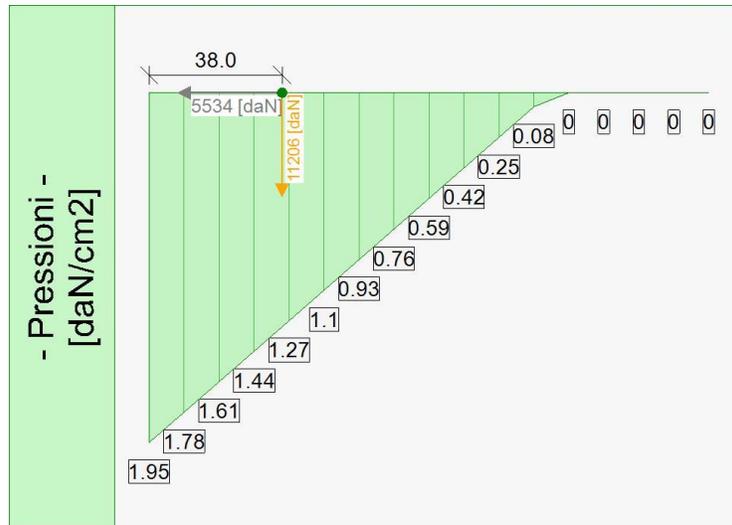
## - Caso 6 ( SLD\_SISMA\_GIU [ SLD ] - Sisma\_1+1+R\_Giu )

Elevazione			•	Fondazione	
quota [cm]	Pressioni [daN/cm <sup>2</sup> ]	Forze [daN]		quota [cm]	Pressioni [daN/cm <sup>2</sup> ]
0	0.01	0	•	-120	1.95
0	0.02	0	•	-110	1.78
-18.95	0.02	9.17	•	-100	1.61
-37.89	0.03	36.69	•	-90	1.44
-56.84	0.04	82.56	•	-80	1.27
-75.79	0.05	146.78	•	-70	1.1
-94.74	0.06	229.34	•	-60	0.93
-113.68	0.07	330.33	•	-50	0.76
-132.63	0.08	452.42	•	-40	0.59
-151.58	0.09	596.62	•	-40	0.59
-170.53	0.11	762.72	•	-30	0.42
-189.47	0.12	950.64	•	-20	0.25
-208.42	0.13	1159.99	•	-10	0.08
-227.37	0.14	1388.91	•	0	0
-246.32	0.15	1637.12	•	10	0
-265.26	0.16	1904.62	•	20	0
-284.21	0.17	2191.37	•	30	0
-303.16	0.18	2497.59	•	40	0
-322.11	0.19	2826.2	•		
-341.05	0.2	3177.8	•		
-360	0.21	3550.31	•		

Forze e Pressioni lungo il paramento verticale e fondazione, per il Caso 6 ( SLD\_SISMA\_GIU [ SLD ] - Sisma\_1+1+R\_Giu )



Forze (totali) e Pressioni lungo il fusto, per il Caso 6 ( SLD\_SISMA\_GIU [ SLD ] - Sisma\_1+1+R\_Giu )



Risultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100 [cm])):

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 4008.51 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 1520.29 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 5280.22 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 2002.61 [daN]

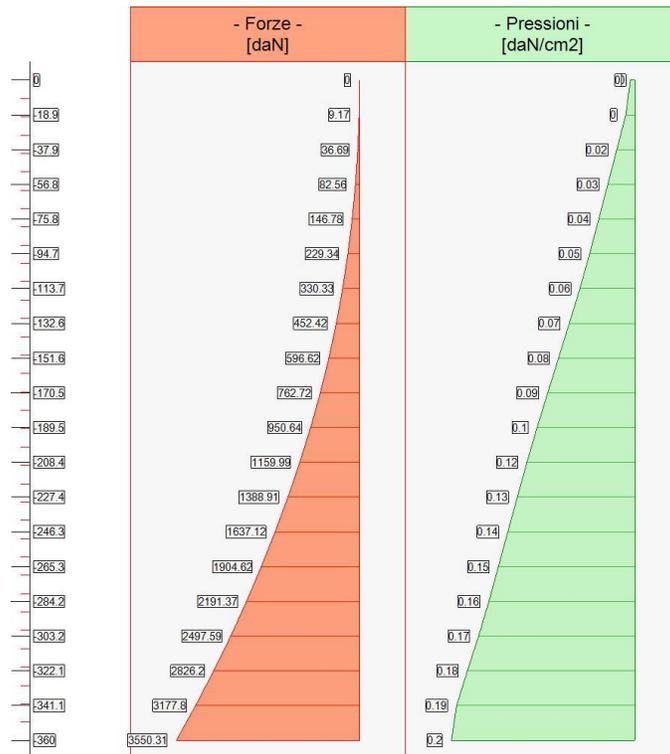
Risultante delle pressioni sulla fondazione (valori da intendersi a modulo di calcolo (100 [cm])):

- distanza dal bordo fondazione lato valle = 38 [cm]
- forza verticale = 11206 [daN]

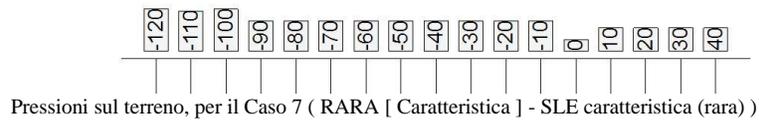
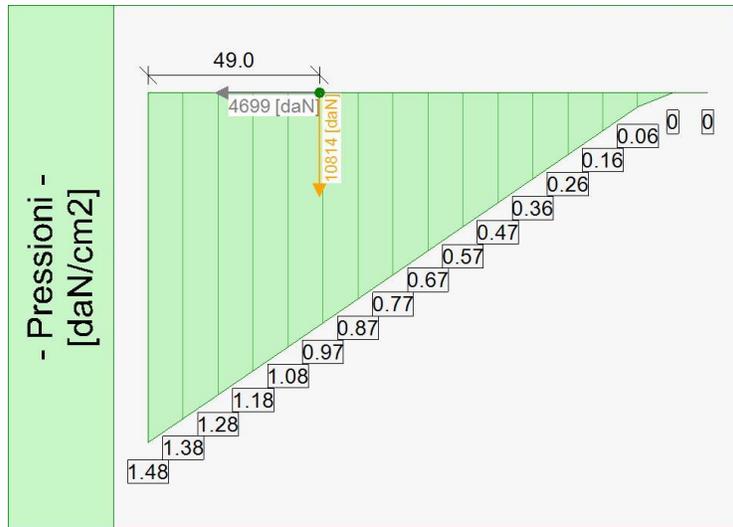
## - Caso 7 ( RARA [ Caratteristica ] - SLE caratteristica (rara) )

Elevazione			•	Fondazione	
quota [cm]	Pressioni [daN/cm <sup>2</sup> ]	Forze [daN]		quota [cm]	Pressioni [daN/cm <sup>2</sup> ]
0	0	0	•	-120	1.48
0	0	0	•	-110	1.38
-18.95	0	9.17	•	-100	1.28
-37.89	0.02	36.69	•	-90	1.18
-56.84	0.03	82.56	•	-80	1.08
-75.79	0.04	146.78	•	-70	0.97
-94.74	0.05	229.34	•	-60	0.87
-113.68	0.06	330.33	•	-50	0.77
-132.63	0.07	452.42	•	-40	0.67
-151.58	0.08	596.62	•	-40	0.67
-170.53	0.09	762.72	•	-30	0.57
-189.47	0.1	950.64	•	-20	0.47
-208.42	0.12	1159.99	•	-10	0.36
-227.37	0.13	1388.91	•	0	0.26
-246.32	0.14	1637.12	•	10	0.16
-265.26	0.15	1904.62	•	20	0.06
-284.21	0.16	2191.37	•	30	0
-303.16	0.17	2497.59	•	40	0
-322.11	0.18	2826.2	•		
-341.05	0.19	3177.8	•		
-360	0.2	3550.31	•		

Forze e Pressioni lungo il paramento verticale e fondazione, per il Caso 7 ( RARA [ Caratteristica ] - SLE caratteristica (rara) )



Forze (totali) e Pressioni lungo il fusto, per il Caso 7 ( RARA [ Caratteristica ] - SLE caratteristica (rara) )



Risultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100 [cm])):

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 3550.31 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 1346.51 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 4690.04 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 1778.77 [daN]

Risultante delle pressioni sulla fondazione (valori da intendersi a modulo di calcolo (100 [cm])):

- distanza dal bordo fondazione lato valle = 49 [cm]
- forza verticale = 10814 [daN]

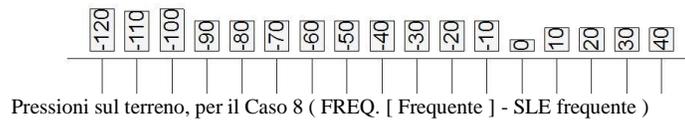
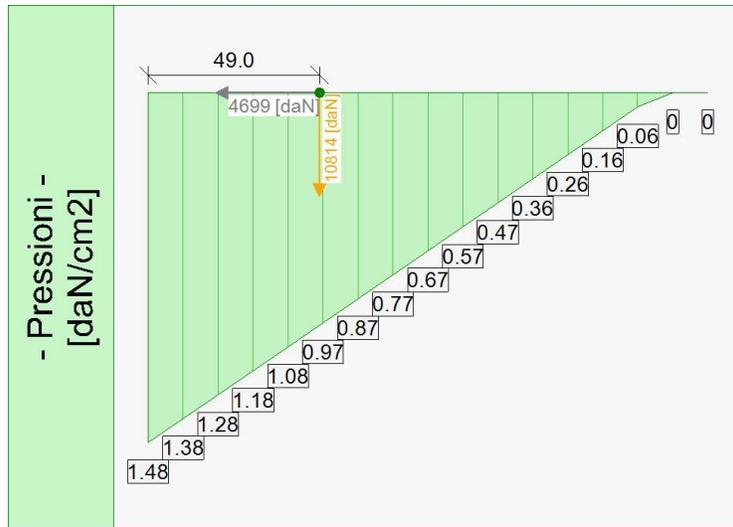
## - Caso 8 ( FREQ. [ Frequente ] - SLE frequente )

Elevazione			•	Fondazione	
quota [cm]	Pressioni [daN/cm <sup>2</sup> ]	Forze [daN]		quota [cm]	Pressioni [daN/cm <sup>2</sup> ]
0	0	0	•	-120	1.48
0	0	0	•	-110	1.38
-18.95	0	9.17	•	-100	1.28
-37.89	0.02	36.69	•	-90	1.18
-56.84	0.03	82.56	•	-80	1.08
-75.79	0.04	146.78	•	-70	0.97
-94.74	0.05	229.34	•	-60	0.87
-113.68	0.06	330.33	•	-50	0.77
-132.63	0.07	452.42	•	-40	0.67
-151.58	0.08	596.62	•	-40	0.67
-170.53	0.09	762.72	•	-30	0.57
-189.47	0.1	950.64	•	-20	0.47
-208.42	0.12	1159.99	•	-10	0.36
-227.37	0.13	1388.91	•	0	0.26
-246.32	0.14	1637.12	•	10	0.16
-265.26	0.15	1904.62	•	20	0.06
-284.21	0.16	2191.37	•	30	0
-303.16	0.17	2497.59	•	40	0
-322.11	0.18	2826.2	•		
-341.05	0.19	3177.8	•		
-360	0.2	3550.31	•		

Forze e Pressioni lungo il paramento verticale e fondazione, per il Caso 8 ( FREQ. [ Frequente ] - SLE frequente )



Forze (totali) e Pressioni lungo il fusto, per il Caso 8 ( FREQ. [ Frequente ] - SLE frequente )



Risultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100 [cm])):

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 3550.31 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 1346.51 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 4690.04 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 1778.77 [daN]

Risultante delle pressioni sulla fondazione (valori da intendersi a modulo di calcolo (100 [cm])):

- distanza dal bordo fondazione lato valle = 49 [cm]
- forza verticale = 10814 [daN]

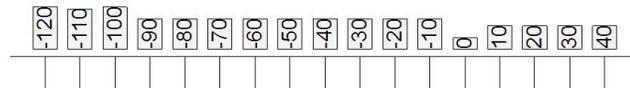
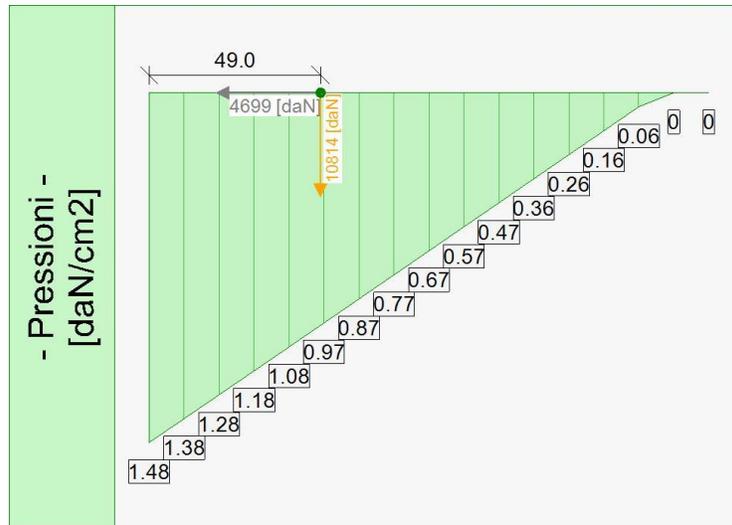
## - Caso 9 ( Q.PERM. [ Quasi\_Perm ] - SLE quasi permanente )

Elevazione			•	Fondazione	
quota [cm]	Pressioni [daN/cm <sup>2</sup> ]	Forze [daN]		quota [cm]	Pressioni [daN/cm <sup>2</sup> ]
0	0	0	•	-120	1.48
0	0	0	•	-110	1.38
-18.95	0	9.17	•	-100	1.28
-37.89	0.02	36.69	•	-90	1.18
-56.84	0.03	82.56	•	-80	1.08
-75.79	0.04	146.78	•	-70	0.97
-94.74	0.05	229.34	•	-60	0.87
-113.68	0.06	330.33	•	-50	0.77
-132.63	0.07	452.42	•	-40	0.67
-151.58	0.08	596.62	•	-40	0.67
-170.53	0.09	762.72	•	-30	0.57
-189.47	0.1	950.64	•	-20	0.47
-208.42	0.12	1159.99	•	-10	0.36
-227.37	0.13	1388.91	•	0	0.26
-246.32	0.14	1637.12	•	10	0.16
-265.26	0.15	1904.62	•	20	0.06
-284.21	0.16	2191.37	•	30	0
-303.16	0.17	2497.59	•	40	0
-322.11	0.18	2826.2	•		
-341.05	0.19	3177.8	•		
-360	0.2	3550.31	•		

Forze e Pressioni lungo il paramento verticale e fondazione, per il Caso 9 ( Q.PERM. [ Quasi\_Perm ] - SLE quasi permanente )



Forze (totali) e Pressioni lungo il fusto, per il Caso 9 ( Q.PERM. [ Quasi\_Perm ] - SLE quasi permanente )



Pressioni sul terreno, per il Caso 9 ( Q.PERM. [ Quasi\_Perm ] - SLE quasi permanente )

Risultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100 [cm])):

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 3550.31 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 1346.51 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 4690.04 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 1778.77 [daN]

Risultante delle pressioni sulla fondazione (valori da intendersi a modulo di calcolo (100 [cm])):

- distanza dal bordo fondazione lato valle = 49 [cm]
- forza verticale = 10814 [daN]

# - Diagrammi di Sforzo Normale / Taglio / Momento

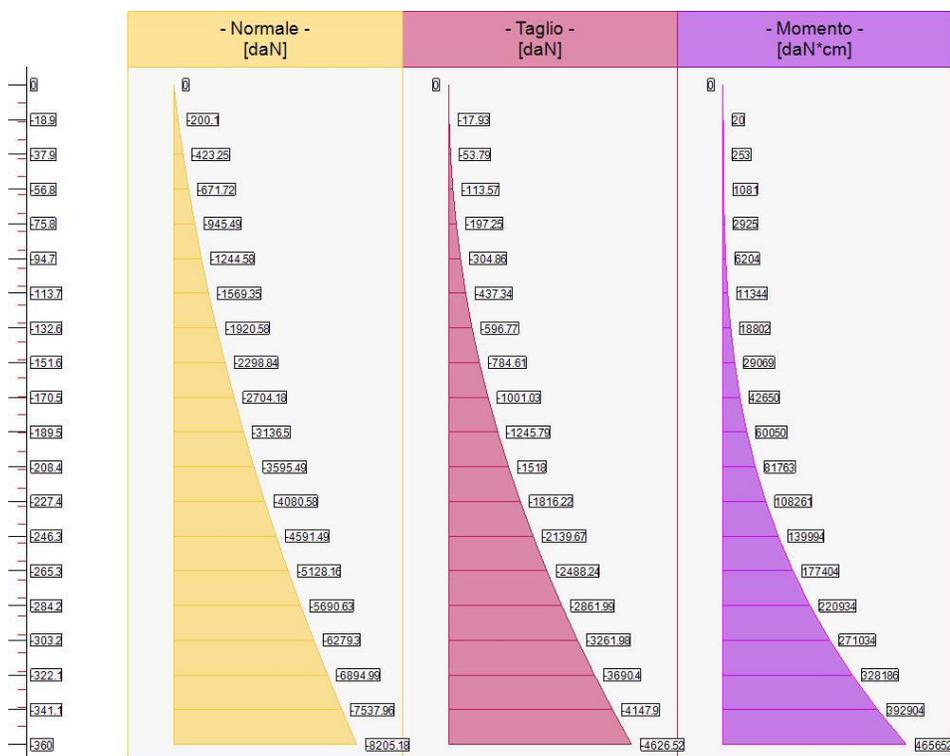
## - Caso 1 ( STR [ SLU ] - SLU A1+M1+R3 )

Elevazione, presso-flessione								
quota [cm]	Normale [daN]	Taglio [daN]	Momento [daN*cm]	•	Mom.Res.POS [daN*cm]	Mom.Res.NEG [daN*cm]	FS >1/<1	-
-18.95	-200.1	-17.93	20	•	866564	-864058	> 100	Verificato
-37.89	-423.25	-53.79	253	•	956348	-953889	> 100	Verificato
-56.84	-671.72	-113.57	1081	•	1047848	-1045441	> 100	Verificato
-75.79	-945.49	-197.25	2925	•	1141144	-1138798	> 100	Verificato
-94.74	-1244.58	-304.86	6204	•	1236328	-1234044	> 100	Verificato
-113.68	-1569.35	-437.34	11344	•	1333488	-1331270	> 100	Verificato
-132.63	-1920.58	-596.77	18802	•	1432724	-1430576	76.2	Verificato
-151.58	-2298.84	-784.61	29069	•	1534135	-1532061	52.78	Verificato
-170.53	-2704.18	-1001.03	42650	•	1637807	-1635816	38.4	Verificato
-189.47	-3136.5	-1245.79	60050	•	1743831	-1741918	29.04	Verificato
-208.42	-3595.49	-1518	81763	•	1852281	-1850452	22.65	Verificato
-227.37	-4080.58	-1816.22	108261	•	1963225	-1961490	18.13	Verificato
-246.32	-4591.49	-2139.67	139994	•	2076747	-2075100	14.83	Verificato
-265.26	-5128.16	-2488.24	177404	•	2192918	-2191364	12.36	Verificato
-284.21	-5690.63	-2861.99	220934	•	4209930	-4204879	19.06	Verificato
-303.16	-6279.3	-3261.98	271034	•	4420307	-4416476	16.31	Verificato
-322.11	-6894.99	-3690.4	328186	•	4634149	-4631382	14.12	Verificato
-341.05	-7537.96	-4147.9	392904	•	2684412	-2680076	6.83	Verificato
-360	-8205.18	-4626.52	465652	•	2815361	-2812446	6.05	Verificato

Sforzo Normale, Taglio e Momento lungo il paramento verticale, per il Caso 1 ( STR [ SLU ] - SLU A1+M1+R3 )

Elevazione, taglio								
quota [cm]	Normale [daN]	Taglio [daN]	Momento [daN*cm]	•	Tag.Res. [daN]	FS >1/<1	-	
-18.95	-200.1	-17.93	20	•	12150.72	> 100	Verificato	
-37.89	-423.25	-53.79	253	•	12901.99	> 100	Verificato	
-56.84	-671.72	-113.57	1081	•	13640.5	> 100	Verificato	
-75.79	-945.49	-197.25	2925	•	14367.79	72.84	Verificato	
-94.74	-1244.58	-304.86	6204	•	15085.1	49.48	Verificato	
-113.68	-1569.35	-437.34	11344	•	15793.47	36.11	Verificato	
-132.63	-1920.58	-596.77	18802	•	16493.76	27.64	Verificato	
-151.58	-2298.84	-784.61	29069	•	17186.73	21.9	Verificato	
-170.53	-2704.18	-1001.03	42650	•	17872.98	17.85	Verificato	
-189.47	-3136.5	-1245.79	60050	•	18553.07	14.89	Verificato	
-208.42	-3595.49	-1518	81763	•	19227.48	12.67	Verificato	
-227.37	-4080.58	-1816.22	108261	•	19896.62	10.95	Verificato	
-246.32	-4591.49	-2139.67	139994	•	20560.86	9.61	Verificato	
-265.26	-5128.16	-2488.24	177404	•	21220.53	8.53	Verificato	
-284.21	-5690.63	-2861.99	220934	•	21875.92	7.64	Verificato	
-303.16	-6279.3	-3261.98	271034	•	22527.29	6.91	Verificato	
-322.11	-6894.99	-3690.4	328186	•	23174.88	6.28	Verificato	
-341.05	-7537.96	-4147.9	392904	•	23818.91	5.74	Verificato	
-360	-8205.18	-4626.52	465652	•	24459.56	5.29	Verificato	

Sforzo Normale, Taglio e Momento lungo il paramento verticale, per il Caso 1 ( STR [ SLU ] - SLU A1+M1+R3 )



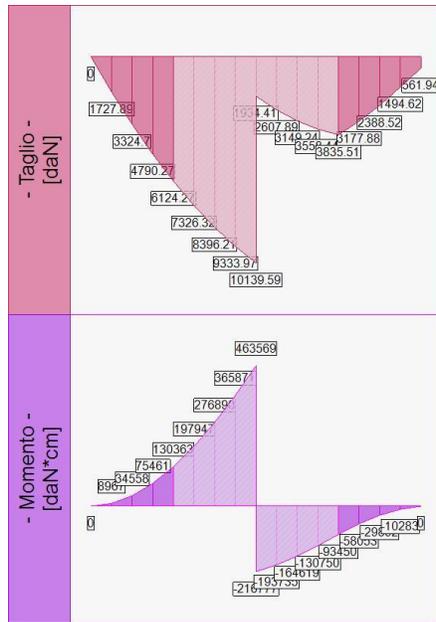
Sollecitazioni lungo il fusto, per il Caso 1 ( STR [ SLU ] - SLU A1+M1+R3 )

Fondazione, flessione							
quota [cm]	Taglio [daN]	Momento [daN*cm]	•	Mom.Res.POS [daN*cm]	Mom.Res.NEG [daN*cm]	FS	-
-110	1727.89	8967	•	1108171.4	-1108171.4	>1/<1	Verificato
-100	3324.7	34558	•	1108171.4	-1108171.4	32.07	Verificato
-90	4790.27	75461	•	1108171.4	-1108171.4	14.69	Verificato
-80	6124.27	130363	•	1108171.4	-1108171.4	8.5	Verificato
0	3835.51	-93450	•	1130559.8	-1130559.8	12.1	Verificato
10	3177.88	-58053	•	1130559.8	-1130559.8	19.47	Verificato
20	2388.52	-29892	•	1130559.8	-1130559.8	37.82	Verificato
30	1494.62	-10283	•	1130559.8	-1130559.8	>100	Verificato

Taglio e Momento lungo la mensola di fondazione, per il Caso 1 ( STR [ SLU ] - SLU A1+M1+R3 )

Fondazione, taglio							
quota [cm]	Taglio [daN]	Momento [daN*cm]	•	Tag.Res. [daN]	FS	-	
-110	1727.89	8967	•	14223.2	8.23	Verificato	
-100	3324.7	34558	•	14223.2	4.28	Verificato	
-90	4790.27	75461	•	14223.2	2.97	Verificato	
-80	6124.27	130363	•	14223.2	2.32	Verificato	
0	3835.51	-93450	•	14223.2	3.71	Verificato	
10	3177.88	-58053	•	14223.2	4.48	Verificato	
20	2388.52	-29892	•	14223.2	5.95	Verificato	
30	1494.62	-10283	•	14223.2	9.52	Verificato	

Taglio e Momento lungo la mensola di fondazione, per il Caso 1 ( STR [ SLU ] - SLU A1+M1+R3 )



Sollecitazioni in fondazione, per il Caso 1 ( STR [ SLU ] - SLU A1+M1+R3 )

**- Caso 2 ( GEO [ SLU\_GEO ] - SLU A2+M2+R2 )**

Nessuna verifica per questo Caso di Carico.

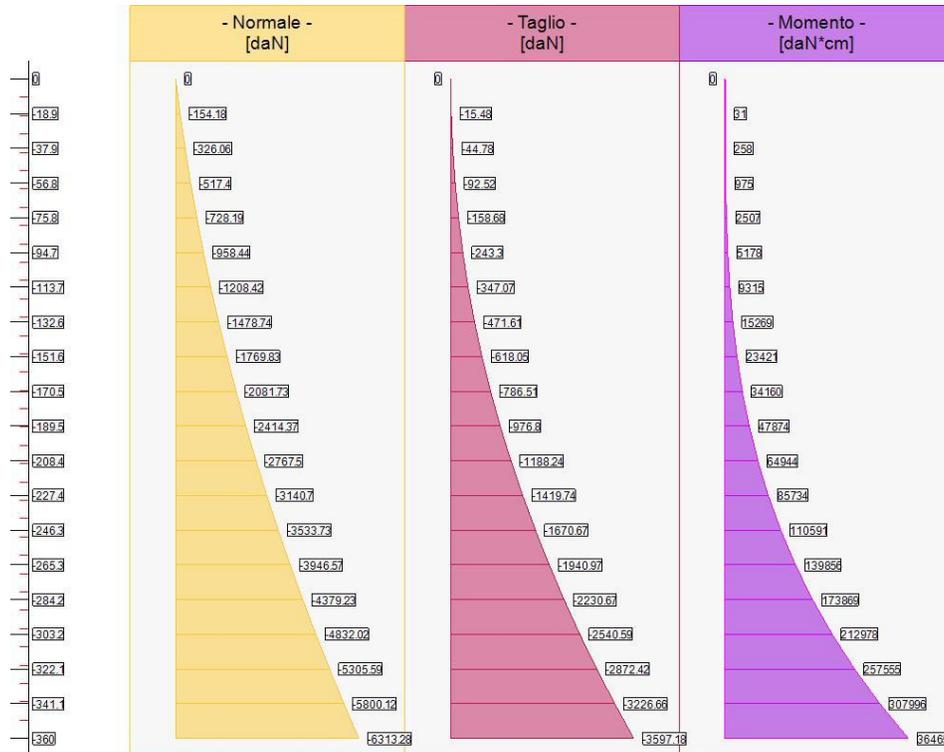
### - Caso 3 ( SLV\_SISMA\_SU [ SLV ] - Sisma\_1+1+R\_Su )

Elevazione, presso-flessione								
quota [cm]	Normale [daN]	Taglio [daN]	Momento [daN*cm]	•	Mom.Res.POS [daN*cm]	Mom.Res.NEG [daN*cm]	FS >1/<1	-
-18.95	-154.18	-15.48	31	•	866031	-863522	> 100	Verificato
-37.89	-326.06	-44.78	258	•	955100	-952637	> 100	Verificato
-56.84	-517.4	-92.52	975	•	1045673	-1043261	> 100	Verificato
-75.79	-728.19	-158.68	2507	•	1137814	-1135462	> 100	Verificato
-94.74	-958.44	-243.3	5178	•	1231594	-1229298	> 100	Verificato
-113.68	-1208.42	-347.07	9315	•	1327076	-1324846	> 100	Verificato
-132.63	-1478.74	-471.61	15269	•	1424335	-1422175	93.28	Verificato
-151.58	-1769.83	-618.05	23421	•	1523454	-1521367	65.05	Verificato
-170.53	-2081.73	-786.51	34160	•	1624493	-1622482	47.56	Verificato
-189.47	-2414.37	-976.8	47874	•	1727518	-1725586	36.08	Verificato
-208.42	-2767.5	-1188.24	64944	•	1832592	-1830744	28.22	Verificato
-227.37	-3140.7	-1419.74	85734	•	1939764	-1938005	22.63	Verificato
-246.32	-3533.73	-1670.67	110591	•	2049091	-2047422	18.53	Verificato
-265.26	-3946.57	-1940.97	139856	•	2160638	-2159059	15.45	Verificato
-284.21	-4379.23	-2230.67	173869	•	4173477	-4168320	24	Verificato
-303.16	-4832.02	-2540.59	212978	•	4378404	-4374478	20.56	Verificato
-322.11	-5305.59	-2872.42	257555	•	4586304	-4583455	17.81	Verificato
-341.05	-5800.12	-3226.66	307996	•	2628912	-2624476	8.54	Verificato
-360	-6313.28	-3597.18	364657	•	2752738	-2749749	7.55	Verificato

Sforzo Normale, Taglio e Momento lungo il paramento verticale, per il Caso 3 ( SLV\_SISMA\_SU [ SLV ] - Sisma\_1+1+R\_Su )

Elevazione, taglio								
quota [cm]	Normale [daN]	Taglio [daN]	Momento [daN*cm]	•	Tag.Res. [daN]	FS >1/<1	-	
-18.95	-154.18	-15.48	31	•	12150.72	> 100	Verificato	
-37.89	-326.06	-44.78	258	•	12901.99	> 100	Verificato	
-56.84	-517.4	-92.52	975	•	13640.5	> 100	Verificato	
-75.79	-728.19	-158.68	2507	•	14367.79	90.54	Verificato	
-94.74	-958.44	-243.3	5178	•	15085.1	62	Verificato	
-113.68	-1208.42	-347.07	9315	•	15793.47	45.51	Verificato	
-132.63	-1478.74	-471.61	15269	•	16493.76	34.97	Verificato	
-151.58	-1769.83	-618.05	23421	•	17186.73	27.81	Verificato	
-170.53	-2081.73	-786.51	34160	•	17872.98	22.72	Verificato	
-189.47	-2414.37	-976.8	47874	•	18553.07	18.99	Verificato	
-208.42	-2767.5	-1188.24	64944	•	19227.48	16.18	Verificato	
-227.37	-3140.7	-1419.74	85734	•	19896.62	14.01	Verificato	
-246.32	-3533.73	-1670.67	110591	•	20560.86	12.31	Verificato	
-265.26	-3946.57	-1940.97	139856	•	21220.53	10.93	Verificato	
-284.21	-4379.23	-2230.67	173869	•	21875.92	9.81	Verificato	
-303.16	-4832.02	-2540.59	212978	•	22527.29	8.87	Verificato	
-322.11	-5305.59	-2872.42	257555	•	23174.88	8.07	Verificato	
-341.05	-5800.12	-3226.66	307996	•	23818.91	7.38	Verificato	
-360	-6313.28	-3597.18	364657	•	24459.56	6.8	Verificato	

Sforzo Normale, Taglio e Momento lungo il paramento verticale, per il Caso 3 ( SLV\_SISMA\_SU [ SLV ] - Sisma\_1+1+R\_Su )



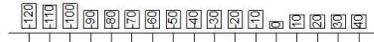
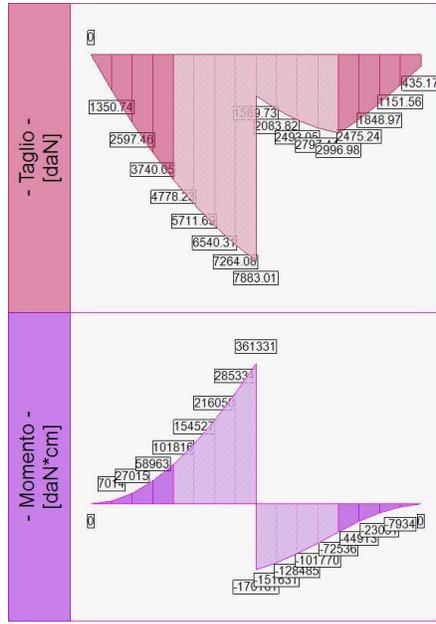
Sollecitazioni lungo il fusto, per il Caso 3 ( SLV\_SISMA\_SU [ SLV ] - Sisma\_1+1+R\_Su )

Fondazione, flessione							
quota [cm]	Taglio [daN]	Momento [daN*cm]	•	Mom.Res.POS [daN*cm]	Mom.Res.NEG [daN*cm]	FS	-
-110	1350.74	7014	•	1108167.6	-1108167.6	>1/<1	Verificato
-100	2597.46	27015	•	1108163.9	-1108163.9	41.02	Verificato
-90	3740.05	58963	•	1108160.1	-1108160.1	18.79	Verificato
-80	4778.23	101816	•	1108156.3	-1108156.3	10.88	Verificato
0	2996.98	-72536	•	1125528.4	-1125528.4	15.52	Verificato
10	2475.24	-44913	•	1125522.7	-1125522.7	25.06	Verificato
20	1848.97	-23031	•	1125518.9	-1125518.9	48.87	Verificato
30	1151.56	-7934	•	1125515.1	-1125515.1	>100	Verificato

Taglio e Momento lungo la mensola di fondazione, per il Caso 3 ( SLV\_SISMA\_SU [ SLV ] - Sisma\_1+1+R\_Su )

Fondazione, taglio						
quota [cm]	Taglio [daN]	Momento [daN*cm]	•	Tag.Res. [daN]	FS	-
-110	1350.74	7014	•	14223.2	10.53	Verificato
-100	2597.46	27015	•	14223.2	5.48	Verificato
-90	3740.05	58963	•	14223.2	3.8	Verificato
-80	4778.23	101816	•	14223.2	2.98	Verificato
0	2996.98	-72536	•	14223.2	4.75	Verificato
10	2475.24	-44913	•	14223.2	5.75	Verificato
20	1848.97	-23031	•	14223.2	7.69	Verificato
30	1151.56	-7934	•	14223.2	12.35	Verificato

Taglio e Momento lungo la mensola di fondazione, per il Caso 3 ( SLV\_SISMA\_SU [ SLV ] - Sisma\_1+1+R\_Su )



Sollecitazioni in fondazione, per il Caso 3 ( SLV\_SISMA\_SU [ SLV ] - Sisma\_1+1+R\_Su )

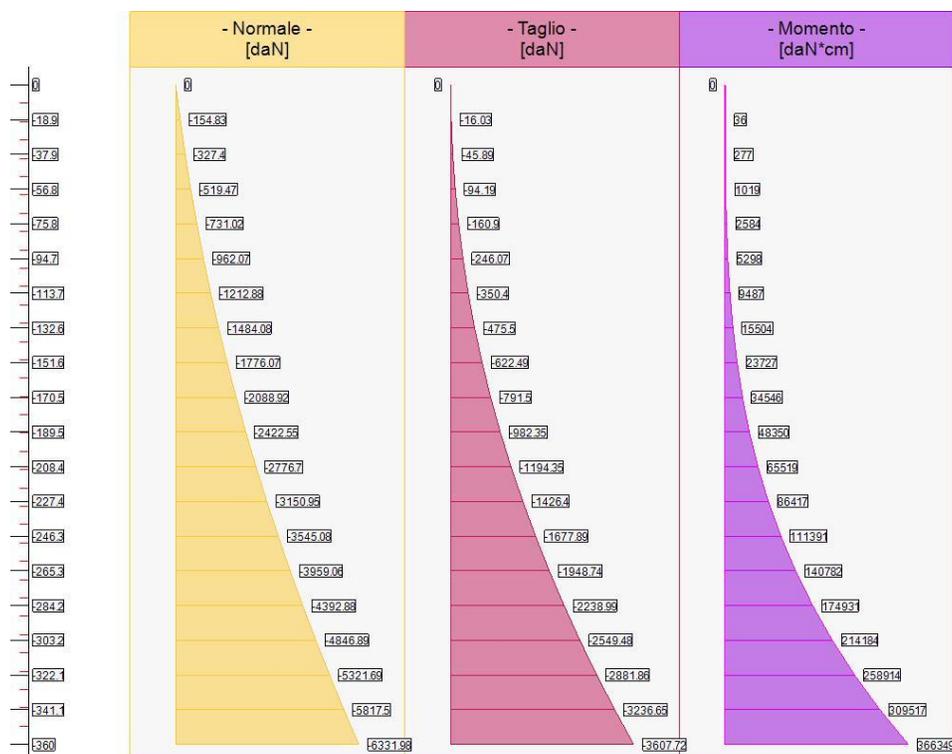
**- Caso 4 ( SLV\_SISMA\_GIU [ SLV ] - Sisma\_1+1+R\_Giu )**

Elevazione, presso-flessione								
quota [cm]	Normale [daN]	Taglio [daN]	Momento [daN*cm]	•	Mom.Res.POS [daN*cm]	Mom.Res.NEG [daN*cm]	FS >1/<1	-
-18.95	-154.83	-16.03	36	•	866038	-863532	> 100	Verificato
-37.89	-327.4	-45.89	277	•	955115	-952654	> 100	Verificato
-56.84	-519.47	-94.19	1019	•	1045699	-1043291	> 100	Verificato
-75.79	-731.02	-160.9	2584	•	1137856	-1135504	> 100	Verificato
-94.74	-962.07	-246.07	5298	•	1231651	-1229359	> 100	Verificato
-113.68	-1212.88	-350.4	9487	•	1327154	-1324927	> 100	Verificato
-132.63	-1484.08	-475.5	15504	•	1424437	-1422276	91.88	Verificato
-151.58	-1776.07	-622.49	23727	•	1523577	-1521493	64.21	Verificato
-170.53	-2088.92	-791.5	34546	•	1624644	-1622636	47.03	Verificato
-189.47	-2422.55	-982.35	48350	•	1727702	-1725772	35.73	Verificato
-208.42	-2776.7	-1194.35	65519	•	1832810	-1830963	27.97	Verificato
-227.37	-3150.95	-1426.4	86417	•	1940019	-1938262	22.45	Verificato
-246.32	-3545.08	-1677.89	111391	•	2049389	-2047722	18.4	Verificato
-265.26	-3959.06	-1948.74	140782	•	2160978	-2159400	15.35	Verificato
-284.21	-4392.88	-2238.99	174931	•	4173856	-4168699	23.86	Verificato
-303.16	-4846.89	-2549.48	214184	•	4378835	-4374908	20.44	Verificato
-322.11	-5321.69	-2881.86	258914	•	4586792	-4583945	17.72	Verificato
-341.05	-5817.5	-3236.65	309517	•	2629470	-2625034	8.5	Verificato
-360	-6331.98	-3607.72	366349	•	2753358	-2750368	7.52	Verificato

Sforzo Normale, Taglio e Momento lungo il paramento verticale, per il Caso 4 ( SLV\_SISMA\_GIU [ SLV ] - Sisma\_1+1+R\_Giu )

Elevazione, taglio								
quota [cm]	Normale [daN]	Taglio [daN]	Momento [daN*cm]	•	Tag.Res. [daN]	FS >1/<1	-	
-18.95	-154.83	-16.03	36	•	12150.72	> 100	Verificato	
-37.89	-327.4	-45.89	277	•	12901.99	> 100	Verificato	
-56.84	-519.47	-94.19	1019	•	13640.5	> 100	Verificato	
-75.79	-731.02	-160.9	2584	•	14367.79	89.29	Verificato	
-94.74	-962.07	-246.07	5298	•	15085.1	61.3	Verificato	
-113.68	-1212.88	-350.4	9487	•	15793.47	45.07	Verificato	
-132.63	-1484.08	-475.5	15504	•	16493.76	34.69	Verificato	
-151.58	-1776.07	-622.49	23727	•	17186.73	27.61	Verificato	
-170.53	-2088.92	-791.5	34546	•	17872.98	22.58	Verificato	
-189.47	-2422.55	-982.35	48350	•	18553.07	18.89	Verificato	
-208.42	-2776.7	-1194.35	65519	•	19227.48	16.1	Verificato	
-227.37	-3150.95	-1426.4	86417	•	19896.62	13.95	Verificato	
-246.32	-3545.08	-1677.89	111391	•	20560.86	12.25	Verificato	
-265.26	-3959.06	-1948.74	140782	•	21220.53	10.89	Verificato	
-284.21	-4392.88	-2238.99	174931	•	21875.92	9.77	Verificato	
-303.16	-4846.89	-2549.48	214184	•	22527.29	8.84	Verificato	
-322.11	-5321.69	-2881.86	258914	•	23174.88	8.04	Verificato	
-341.05	-5817.5	-3236.65	309517	•	23818.91	7.36	Verificato	
-360	-6331.98	-3607.72	366349	•	24459.56	6.78	Verificato	

Sforzo Normale, Taglio e Momento lungo il paramento verticale, per il Caso 4 ( SLV\_SISMA\_GIU [ SLV ] - Sisma\_1+1+R\_Giu )



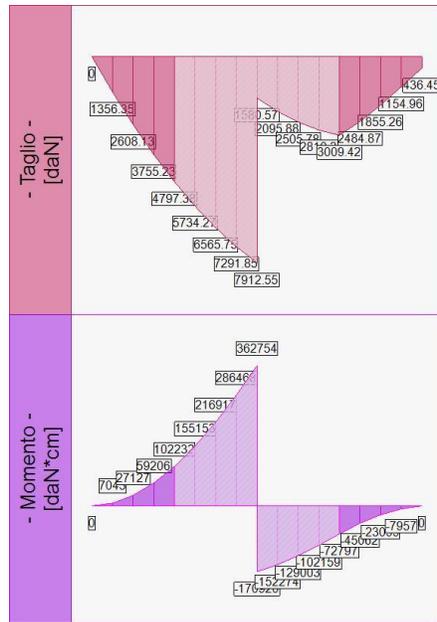
Sollecitazioni lungo il fusto, per il Caso 4 ( SLV\_SISMA\_GIU [ SLV ] - Sisma\_1+1+R\_Giu )

Fondazione, flessione							
quota [cm]	Taglio [daN]	Momento [daN*cm]	•	Mom.Res.POS [daN*cm]	Mom.Res.NEG [daN*cm]	FS	-
-110	1356.35	7043	•	1108167.6	-1108167.6	>100	Verificato
-100	2608.13	27127	•	1108163.9	-1108163.9	40.85	Verificato
-90	3755.23	59206	•	1108160.1	-1108160.1	18.72	Verificato
-80	4797.38	102232	•	1108156.3	-1108156.3	10.84	Verificato
0	3009.42	-72797	•	1125579.7	-1125579.7	15.46	Verificato
10	2484.87	-45062	•	1125575.9	-1125575.9	24.98	Verificato
20	1855.26	-23099	•	1125570.2	-1125570.2	48.73	Verificato
30	1154.96	-7957	•	1125564.5	-1125564.5	>100	Verificato

Taglio e Momento lungo la mensola di fondazione, per il Caso 4 ( SLV\_SISMA\_GIU [ SLV ] - Sisma\_1+1+R\_Giu )

Fondazione, taglio							
quota [cm]	Taglio [daN]	Momento [daN*cm]	•	Tag.Res. [daN]	FS	-	
-110	1356.35	7043	•	14223.2	10.49	Verificato	
-100	2608.13	27127	•	14223.2	5.45	Verificato	
-90	3755.23	59206	•	14223.2	3.79	Verificato	
-80	4797.38	102232	•	14223.2	2.96	Verificato	
0	3009.42	-72797	•	14223.2	4.73	Verificato	
10	2484.87	-45062	•	14223.2	5.72	Verificato	
20	1855.26	-23099	•	14223.2	7.67	Verificato	
30	1154.96	-7957	•	14223.2	12.31	Verificato	

Taglio e Momento lungo la mensola di fondazione, per il Caso 4 ( SLV\_SISMA\_GIU [ SLV ] - Sisma\_1+1+R\_Giu )



Sollecitazioni in fondazione, per il Caso 4 ( SLV\_SISMA\_GIU [ SLV ] - Sisma\_1+1+R\_Giu )

**- Caso 5 ( SLD\_SISMA\_SU [ SLD ] - Sisma\_1+1+R\_Su )**

Nessuna verifica per questo Caso di Carico.

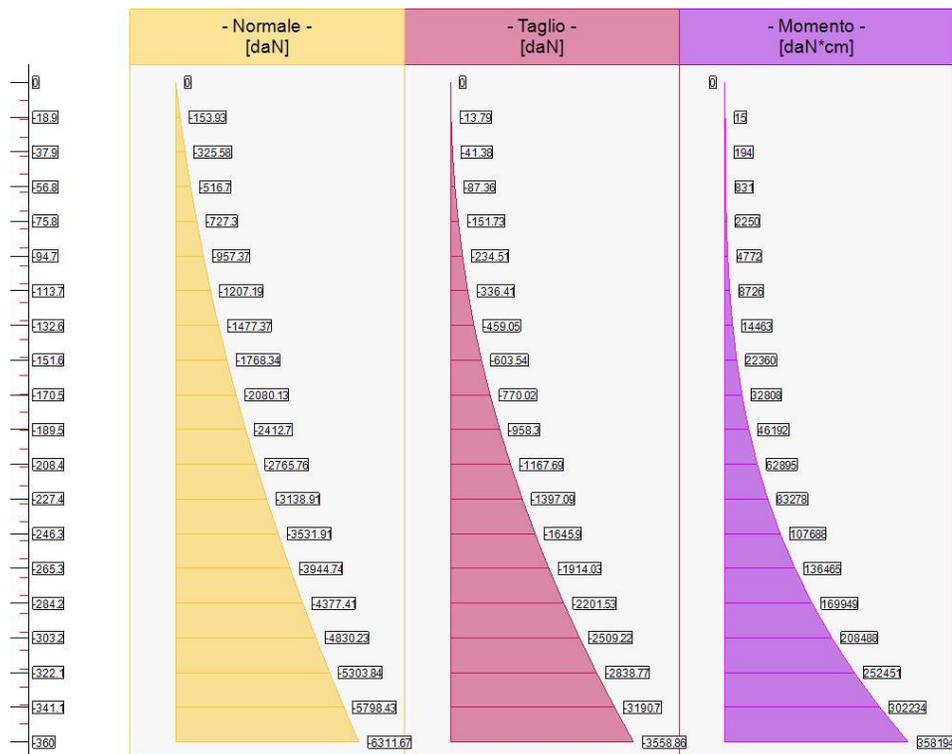
**- Caso 6 ( SLD\_SISMA\_GIU [ SLD ] - Sisma\_1+1+R\_Giu )**

Nessuna verifica per questo Caso di Carico.

## - Caso 7 ( RARA [ Caratteristica ] - SLE caratteristica (rara) )

Elevazione, tensioni di esercizio cls, tensioni di esercizio acciaio, apertura fessure							
quota [cm]	Tensione Cls [daN/cm <sup>2</sup> ]	FS >1/<1	Tensione Acc [daN/cm <sup>2</sup> ]	FS >1/<1	Fessure [cm]	FS >1/<1	-
-18.95	0.05	> 100	0.67	> 100	0	-	Verificato
-37.89	0.1	> 100	1.4	> 100	0	-	Verificato
-56.84	0.16	> 100	2.29	> 100	0	-	Verificato
-75.79	0.25	> 100	3.41	> 100	0	-	Verificato
-94.74	0.35	> 100	4.79	> 100	0	-	Verificato
-113.68	0.48	> 100	6.47	> 100	0	-	Verificato
-132.63	0.64	> 100	8.48	> 100	0	-	Verificato
-151.58	0.84	> 100	11.03	> 100	0	-	Verificato
-170.53	1.11	> 100	14.3	> 100	0	-	Verificato
-189.47	1.45	> 100	18.4	> 100	0	-	Verificato
-208.42	1.88	79.63	23.34	> 100	0	-	Verificato
-227.37	2.38	62.77	38.76	92.88	0	-	Verificato
-246.32	2.95	50.6	59.39	60.62	0	-	Verificato
-265.26	3.58	41.68	85.01	42.35	0	-	Verificato
-284.21	3.42	43.71	66.43	54.2	0	-	Verificato
-303.16	3.95	37.78	85.14	42.28	0	-	Verificato
-322.11	4.52	33.03	106.21	33.89	0	-	Verificato
-341.05	6.6	22.63	235.56	15.28	0	-	Verificato
-360	7.47	20.01	285.02	12.63	0	-	Verificato

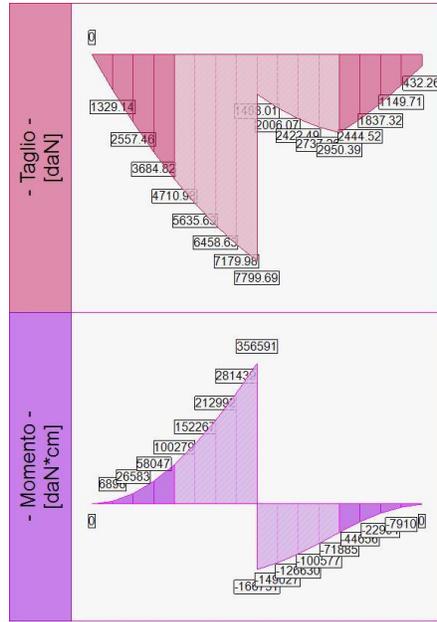
Tensione nei materiali lungo il paramento verticale, per il Caso 7 ( RARA [ Caratteristica ] - SLE caratteristica (rara) )



Sollecitazioni lungo il fusto, per il Caso 7 ( RARA [ Caratteristica ] - SLE caratteristica (rara) )

Fondazione, tensioni di esercizio cls, tensioni di esercizio acciaio, apertura fessure							
quota [cm]	Tensione Cls [daN/cm <sup>2</sup> ]	FS >1/<1	Tensione Acc [daN/cm <sup>2</sup> ]	FS >1/<1	Fessure [cm]	FS >1/<1	-
-110	0.51	> 100	27.79	> 100	0	-	Verificato
-100	1.98	75.5	107.09	33.62	0	-	Verificato
-90	4.32	34.58	233.85	15.39	0	-	Verificato
-80	7.46	20.02	403.98	8.91	0	-	Verificato
0	5.35	27.92	289.59	12.43	0	-	Verificato
10	3.32	44.95	179.9	20.01	0	-	Verificato
20	1.71	87.29	92.63	38.86	0	-	Verificato
30	0.59	> 100	31.87	> 100	0	-	Verificato

Tensione nei materiali lungo la fondazione, per il Caso 7 ( RARA [ Caratteristica ] - SLE caratteristica (rara) )

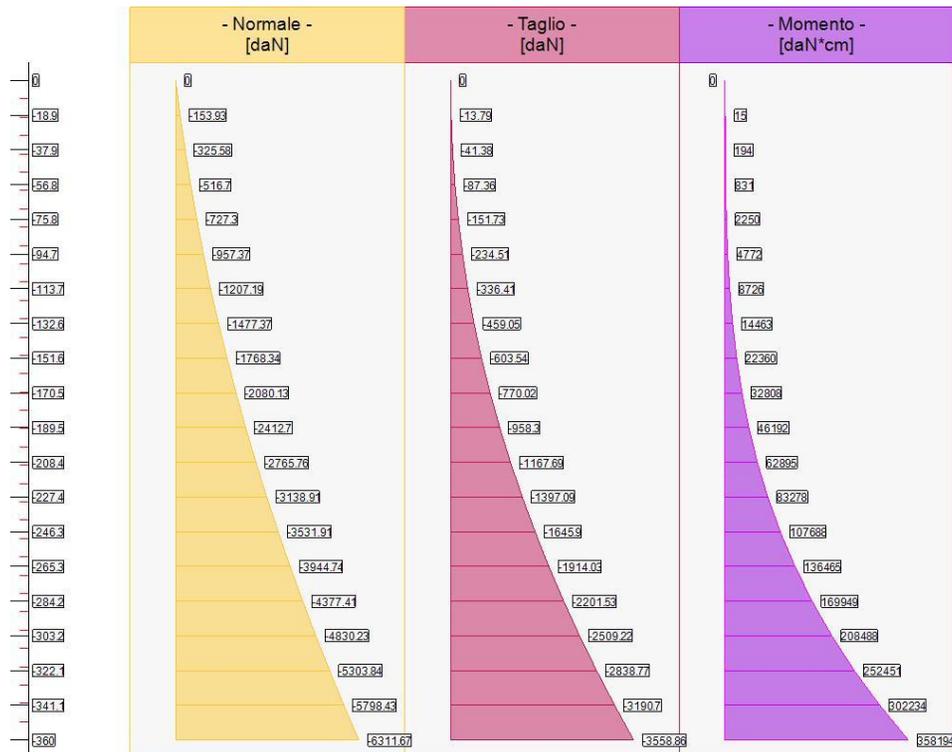


Sollecitazioni in fondazione, per il Caso 7 ( RARA [ Caratteristica ] - SLE caratteristica (rara) )

## - Caso 8 (FREQ. [Frequente] - SLE frequente)

Elevazione, tensioni di esercizio cls, tensioni di esercizio acciaio, apertura fessure							
quota [cm]	Tensione Cls [daN/cm <sup>2</sup> ]	FS >1/<1	Tensione Acc [daN/cm <sup>2</sup> ]	FS >1/<1	Fessure [cm]	FS >1/<1	-
-18.95	0.05	-	0.67	-	0	100	Verificato
-37.89	0.1	-	1.4	-	0	100	Verificato
-56.84	0.16	-	2.29	-	0	100	Verificato
-75.79	0.25	-	3.41	-	0	100	Verificato
-94.74	0.35	-	4.79	-	0	100	Verificato
-113.68	0.48	-	6.47	-	0	100	Verificato
-132.63	0.64	-	8.48	-	0	100	Verificato
-151.58	0.84	-	11.03	-	0	100	Verificato
-170.53	1.11	-	14.3	-	0	> 100	Verificato
-189.47	1.45	-	18.4	-	0	> 100	Verificato
-208.42	1.88	-	23.34	-	0	> 100	Verificato
-227.37	2.38	-	38.76	-	0	80.64	Verificato
-246.32	2.95	-	59.39	-	0	46.6	Verificato
-265.26	3.58	-	85.01	-	0	29.54	Verificato
-284.21	3.42	-	66.43	-	0	39.17	Verificato
-303.16	3.95	-	85.14	-	0	28.39	Verificato
-322.11	4.52	-	106.21	-	0	21.32	Verificato
-341.05	6.6	-	235.56	-	0	8.17	Verificato
-360	7.47	-	285.02	-	0	6.42	Verificato

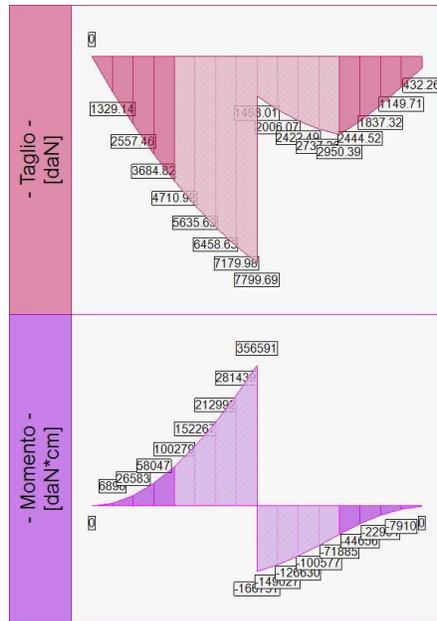
Tensione nei materiali lungo il paramento verticale, per il Caso 8 (FREQ. [Frequente] - SLE frequente)



Sollecitazioni lungo il fusto, per il Caso 8 (FREQ. [Frequente] - SLE frequente)

Fondazione, tensioni di esercizio cls, tensioni di esercizio acciaio, apertura fessure							
quota [cm]	Tensione Cls [daN/cm <sup>2</sup> ]	FS >1/<1	Tensione Acc [daN/cm <sup>2</sup> ]	FS >1/<1	Fessure [cm]	FS >1/<1	-
-110	0.51	-	27.79	-	0	> 100	Verificato
-100	1.98	-	107.09	-	0	31.03	Verificato
-90	4.32	-	233.85	-	0	14.21	Verificato
-80	7.46	-	403.98	-	0	8.23	Verificato
0	5.35	-	289.59	-	0	11.48	Verificato
10	3.32	-	179.9	-	0	18.47	Verificato
20	1.71	-	92.63	-	0	35.88	Verificato
30	0.59	-	31.87	-	0	> 100	Verificato

Tensione nei materiali lungo la fondazione, per il Caso 8 (FREQ. [ Frequente ] - SLE frequente )

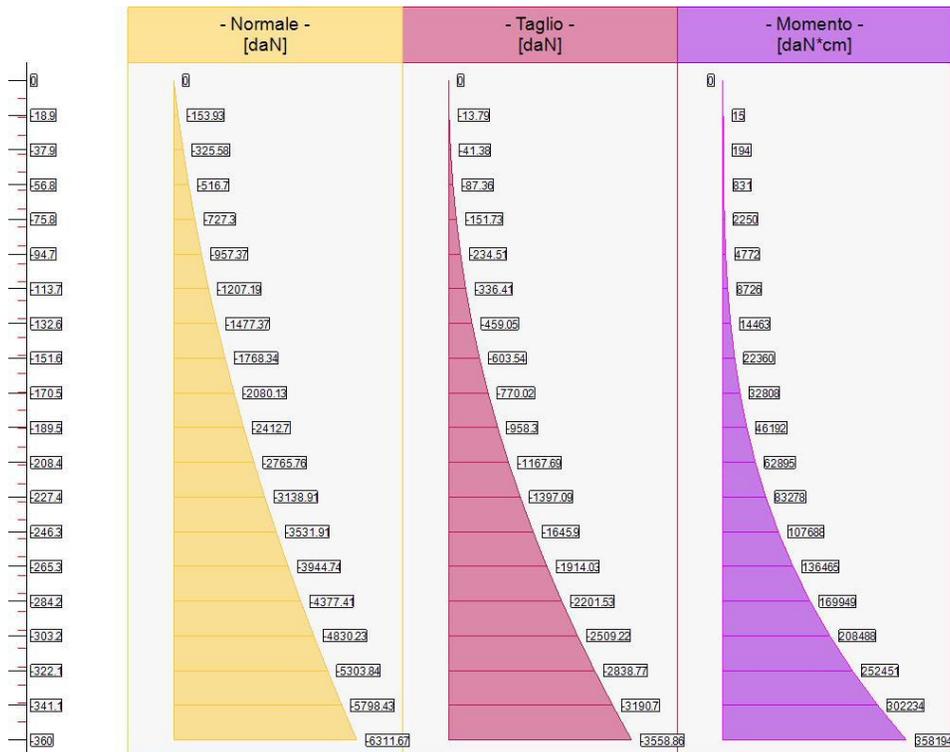


Sollecitazioni in fondazione, per il Caso 8 (FREQ. [ Frequente ] - SLE frequente )

## - Caso 9 ( Q.PERM. [ Quasi\_Perm ] - SLE quasi permanente )

Elevazione, tensioni di esercizio cls, tensioni di esercizio acciaio, apertura fessure							
quota [cm]	Tensione Cls [daN/cm <sup>2</sup> ]	FS >1/<1	Tensione Acc [daN/cm <sup>2</sup> ]	FS >1/<1	Fessure [cm]	FS >1/<1	-
-18.95	0.05	> 100	0.67	-	0	100	Verificato
-37.89	0.1	> 100	1.4	-	0	100	Verificato
-56.84	0.16	> 100	2.29	-	0	100	Verificato
-75.79	0.25	> 100	3.41	-	0	100	Verificato
-94.74	0.35	> 100	4.79	-	0	100	Verificato
-113.68	0.48	> 100	6.47	-	0	100	Verificato
-132.63	0.64	> 100	8.48	-	0	100	Verificato
-151.58	0.84	> 100	11.03	-	0	100	Verificato
-170.53	1.11	> 100	14.3	-	0	> 100	Verificato
-189.47	1.45	77.28	18.4	-	0	> 100	Verificato
-208.42	1.88	59.73	23.34	-	0	> 100	Verificato
-227.37	2.38	47.08	38.76	-	0	60.48	Verificato
-246.32	2.95	37.95	59.39	-	0	34.95	Verificato
-265.26	3.58	31.26	85.01	-	0	22.16	Verificato
-284.21	3.42	32.79	66.43	-	0	29.38	Verificato
-303.16	3.95	28.34	85.14	-	0	21.29	Verificato
-322.11	4.52	24.77	106.21	-	0	15.99	Verificato
-341.05	6.6	16.97	235.56	-	0	6.13	Verificato
-360	7.47	15.01	285.02	-	0	4.82	Verificato

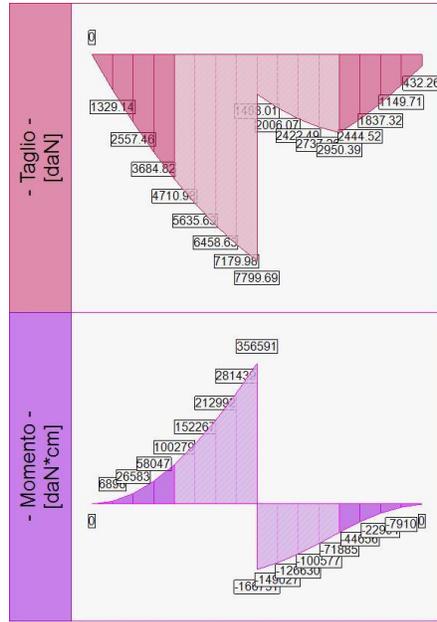
Tensione nei materiali lungo il paramento verticale, per il Caso 9 ( Q.PERM. [ Quasi\_Perm ] - SLE quasi permanente )



Sollecitazioni lungo il fusto, per il Caso 9 ( Q.PERM. [ Quasi\_Perm ] - SLE quasi permanente )

Fondazione, tensioni di esercizio cls, tensioni di esercizio acciaio, apertura fessure							
quota [cm]	Tensione Cls [daN/cm <sup>2</sup> ]	FS >1/<1	Tensione Acc [daN/cm <sup>2</sup> ]	FS >1/<1	Fessure [cm]	FS >1/<1	-
-110	0.51	> 100	27.79	-	0	89.7	Verificato
-100	1.98	56.63	107.09	-	0	23.27	Verificato
-90	4.32	25.93	233.85	-	0	10.66	Verificato
-80	7.46	15.01	403.98	-	0	6.17	Verificato
0	5.35	20.94	289.59	-	0	8.61	Verificato
10	3.32	33.71	179.9	-	0	13.85	Verificato
20	1.71	65.47	92.63	-	0	26.91	Verificato
30	0.59	> 100	31.87	-	0	78.22	Verificato

Tensione nei materiali lungo la fondazione, per il Caso 9 ( Q.PERM. [ Quasi\_Perm ] - SLE quasi permanente )



Sollecitazioni in fondazione, per il Caso 9 ( Q.PERM. [ Quasi\_Perm ] - SLE quasi permanente )