



Comando Provinciale Vigili del Fuoco di Lecco

BIONE, LECCO

NUOVO COMANDO PROVINCIALE DEI VIGILI DEL FUOCO

PIANO DELLE INDAGINI PRELIMINARI/CARATTERIZZAZIONE

AI SENSI DEL D. LGS. 152/2006 E S.M.I.



RELAZIONE TECNICA

R1/0517/VFL/PiP/VP rev. 1 | Maggio 2017



E. Maron Egidio



INDICE

1. Premessa	3
2. Descrizione del sito	5
2.1 Inquadramento territoriale.....	5
2.2 Destinazione d'uso e individuazione catastale.....	6
2.3 Edifici, impianti produttivi e infrastrutture	7
3. Caratteri geologici e morfologici dell'area.....	8
3.1 Caratteri geologici	9
3.2 Caratteri geomorfologici.....	12
3.3 Caratteri geotecnici	14
3.4 Caratterizzazione sismica del sito	18
4. Struttura idrogeologica.....	22
4.1 Caratteri idrogeologici locali.....	23
5. Identificazione dei centri di pericolo	24
6. Piano delle Indagini Preliminari.....	25
6.1 Campionamento terreni.....	27
6.1.1 Protocollo campionamento terreni.....	29
6.1.2 Set analitico terreni.....	31
6.2 Protocollo di campionamento soil gas	32
6.2.1 Protocollo analitico soil gas.....	37
6.3 Protocollo di campionamento vapori indoor/outdoor.....	38
6.3.1 Protocollo analitico vapori indoor/outdoor.....	39
6.4 Campionamento acque di falda.....	39
6.4.1 Set analitico acque di falda.....	41

1. Premessa

Su incarico del Ministero dell'Interno, Dipartimento dei Vigili del Fuoco di Lecco, GEOlogica, Studio professionale associato di Geologia con sede legale in Via Ambrogio da Bollate 13 e uffici in Via Tito Speri 16, entrambi in Comune di Bollate (MI), ha predisposto il presente Piano delle Indagini Preliminari/Caratterizzazione atto a definire lo stato qualitativo delle matrici ambientali (suolo e acque di falda) in corrispondenza dell'area, fronte lago, in località Bione, in Comune di Lecco, ove è previsto sorga il nuovo Comando Provinciale dei Vigili del Fuoco di Lecco.

Secondo quanto previsto dalla normativa tecnica di settore (D. Lgs. 152/2006 e s.m.i.), il presente studio, realizzato attraverso un percorso conoscitivo, è articolato nelle seguenti fasi:

- inquadramento territoriale e urbanistico dell'area;
- inquadramento geologico/idrogeologico;
- ricostruzione storica delle attività produttive del sito;
- individuazione dei possibili centri di pericolo;
- definizione del piano delle indagini.

Come meglio definito in un successivo paragrafo, il sito in oggetto è il risultato delle modifiche antropiche operate nello scorso secolo che, attraverso operazioni di ripiena e colmata con materiali di diversa natura (terre di scavo, macerie della guerra, rifiuti solidi urbani, rifiuti vegetali, scarti di fonderia, ecc.), hanno modificato la linea di costa sino alla situazione odierna.

Sotto il profilo geotecnico e ambientale, nel febbraio 2007, l'area è già stata oggetto di un primo piano di indagini preliminari eseguite dalla Società "tecno habitat S.p.A."; tale attività ha permesso, da un lato, di verificare le caratteristiche geotecniche dei terreni mediante l'esecuzione di n. 3 prove penetrometriche e di valutare, dall'altro, lo stato qualitativo della matrice suolo attraverso il prelievo di n. 7 campioni di terreno da n. 4 verticali d'indagine.

Per quanto attiene le caratteristiche geotecniche del sito, le analisi condotte nel 2007 hanno permesso di ricostruire la presenza di uno strato di riporto che, nell'area di indagine, presenta uno spessore medio pari a circa 4 m a partire dal p.c. mentre i campioni di terreno prelevati (intesi come terreno di riporto) hanno evidenziato una non conformità ai limiti di legge per aree a uso residenziale/verde pubblico (Colonna A la 1 della Parte quarta, Allegato 5 al Titolo V del D. Lgs. 152/2006 e s.m.i.) relativamente ai parametri Cadmio, Piombo, Rame, Zinco, Idrocarburi pesanti e PCB mentre risultano a norma se confrontati con i limiti meno restrittivi

per le aree commerciali/industriali (Colonna B tabella 1 della Parte quarta, Allegato 5 al Titolo V del D. Lgs. 152/2006 e s.m.i.).

Tutto ciò premesso, in funzione anche delle significative modifiche normative relative ai terreni di riporto (Cfr. L. 98/2013), si rende necessario procedere con un nuovo piano d'investigazione dell'area attraverso il quale definire, nel dettaglio, le caratteristiche chimico-fisiche sia della matrice suolo (sia esso naturale e/o di riporto) sia delle acque di falda al fine di poter valutare la riqualifica dell'area per lo sfruttamento della stessa che prevede la realizzazione del nuovo Comando Provinciale dei Vigili del Fuoco di Lecco.

2. Descrizione del sito

2.1 Inquadramento territoriale

L'area oggetto di studio si situa nel settore meridionale del territorio comunale di Lecco in Viale Don Giovanni Ticozzi.

Il sito è individuato nella corografia in *Figura 1* tratta dalla Carta Tecnica Regionale della Lombardia Foglio B4d4; presenta una superficie pari a circa 14.000 m² e risulta delimitato a Nord dal centro Polisportivo "Al Bione", a Est da Viale Don Giovanni Ticozzi (lato su cui è presente l'accesso all'area), a Sud dalla foce del Torrente Tuf mentre a Ovest dal Lago di Garlate.

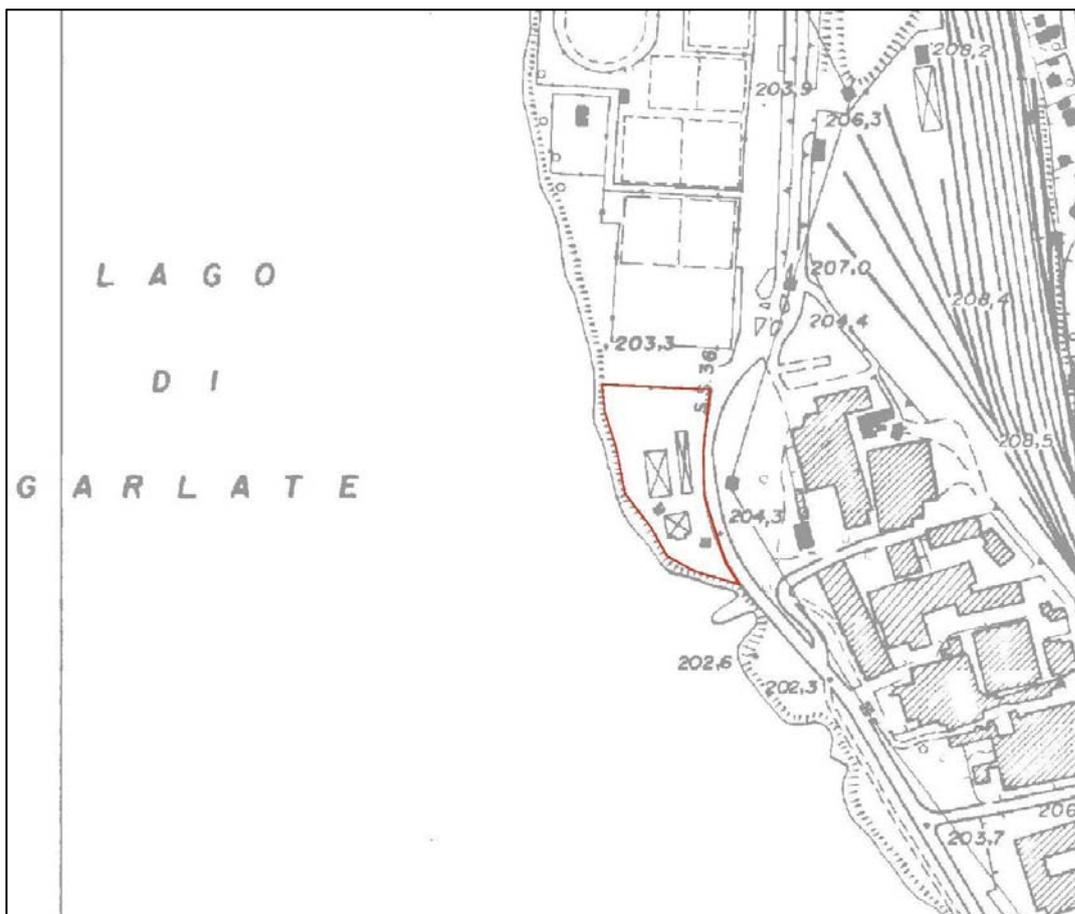


Figura 1: corografia

Attualmente l'area viene utilizzata nel settore settentrionale quale deposito di attrezzature per eventi organizzati sul territorio comunale (circo, fiere, luna park..) mentre il settore meridionale attualmente è dedicato a centro di accoglienza migranti.

In passato tale area è stata utilizzata anche per manifestazioni fieristiche e, come meglio definito in un successivo capitolo, l'area è stata attrezzata con apposite infrastrutture/utenze.

2.2 Destinazione d'uso e individuazione catastale

I terreni e gli immobili sono identificati al NCT del Comune di Lecco al Foglio 10, mappali 4225 e 4226. La visura catastale è riportata in *Allegato 1*.

Dal punto di vista urbanistico, il sito ricade all'interno delle aree di servizi a valenza sovracomunale (S2.5 – altre attrezzature di interesse comune), come visibile nella seguente *Figura 2*.

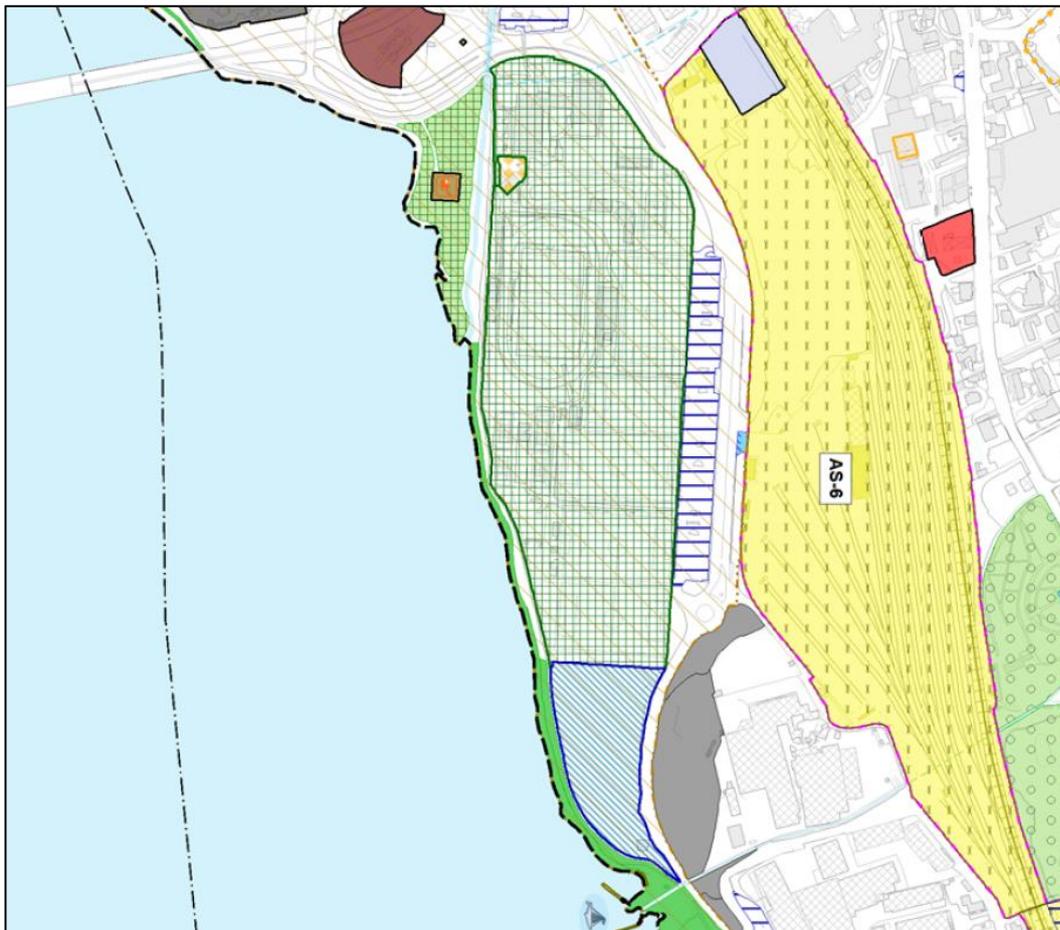


Figura 2: stralcio carta "PS1a - Sistema dei servizi esistenti e in progetto"

Si evidenzia che sul lato prospiciente al lago (lato occidentale) è presente una pista ciclabile. Alla luce di tale fatto, come riportato nel documento tecno habitat (febbraio 2007), per la porzione d'area su cui ricadrà il Comando Provinciale dei Vigili del Fuoco, dovranno essere presi come riferimento i limiti per aree a uso industriale/commerciale (Colonna B tabella 1 della Parte quarta, Allegato 5 al Titolo V del D. Lgs. 152/2006 e s.m.i.) mentre per la porzione di area che sarà ceduta al comune per l'ampliamento della pista ciclabile, si dovrà fare riferimento ai limiti più restrittivi per aree a uso residenziale/verde pubblico (Colonna A tabella 1 della Parte quarta, Allegato 5 al Titolo V del D. Lgs. 152/2006 e s.m.i.)

2.3 Edifici, impianti produttivi e infrastrutture

In funzione del fatto che l'area era in passato adibita a ospitare fiere e manifestazioni, la stessa è stata attrezzata mediante il sistema di illuminazione a torre faro, colonnine di distribuzione di energia elettrica, rete antincendio e da una struttura stabile adibita a servizi igienici.

Sulla base dei dati messi a disposizione dalla Committenza, in *Tavola 1* sono riportati tutti i sottoservizi presenti nell'area.

Per quanto attiene l'approvvigionamento idrico, esso è garantito dall'acquedotto comunale.

3. Caratteri geologici e morfologici dell'area

Secondo quanto riportato nello studio della *"Definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica per il Piano di Governo del Territorio"* (Studio GI Amberardino S.r.l. – 2013/15), allegato al vigente PGT comunale, nell'Allegato 4 *"Carta di Fattibilità delle Azioni di Piano"* l'ambito risulta ricompreso nella *Classe 2 di Fattibilità Geologica – con modeste limitazioni* mentre, nell'Allegato 1 *"Carta di Pericolosità Sismica Locale di 1° Livello"* (di cui si riporta lo stralcio in *Figura 3*) l'area di indagine (cerchiata di rosso) risulta essere ricompresa nello scenario di P.S.L. della *Zona Z2 "Zona con terreni di fondazione particolarmente scadenti (riporti poco addensati, depositi altamente compressibili, ecc.) e zone con depositi granulari fini."*



Figura 3: stralcio *"Carta di Pericolosità Sismica Locale di 1° Livello"*

3.1 Caratteri geologici

Le caratteristiche geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche sono state delineate mediante l'analisi bibliografica dei dati esistenti ("Studio geologico allegato al PGT", Progetto CARG "Carta Geologica Sezione B4d4 – Lecco" e "Carta Geologica della Provincia di Lecco", "Relazione Tecnica dello Studio Tecno Habitat S.p.A." e altre "Relazioni Tecniche" di vari autori) inoltre è stato svolto un rilevamento di terreno esteso a un intorno significativo dell'area.

Il rilievo geologico in loco ha confermato quanto riportato in bibliografia e sono state riconosciute le seguenti unità litologiche:

Unità Post-Glaciale (Pleistocene Superiore – Olocene)

- "h" – Depositi di natura antropica (terre di riporto, di scavo, macerie, ecc.).
- "PG" – Depositi di ambienti continentali (glaciale, di versante, di conoide alluvionale e mista, fluviale, lacustre, palustre, di spiaggia e di ambiente misto) successivi all'ultimo episodio glaciale (Episodio Cantù).

Nell'area interessata dal progetto i depositi antropici ("h") ricoprono totalmente quelli di ambiente continentale ("PG") e ne caratterizzano l'area sub-pianeggiante che si sviluppa lungo la sponda sinistra del Lago di Garlate; per una miglior comprensione delle condizioni geologiche generali dell'area, in *Figura 4* si riporta lo stralcio dalla "Carta Geologica della Provincia di Lecco – Progetto CARG" a cui si rimanda per maggiori dettagli.

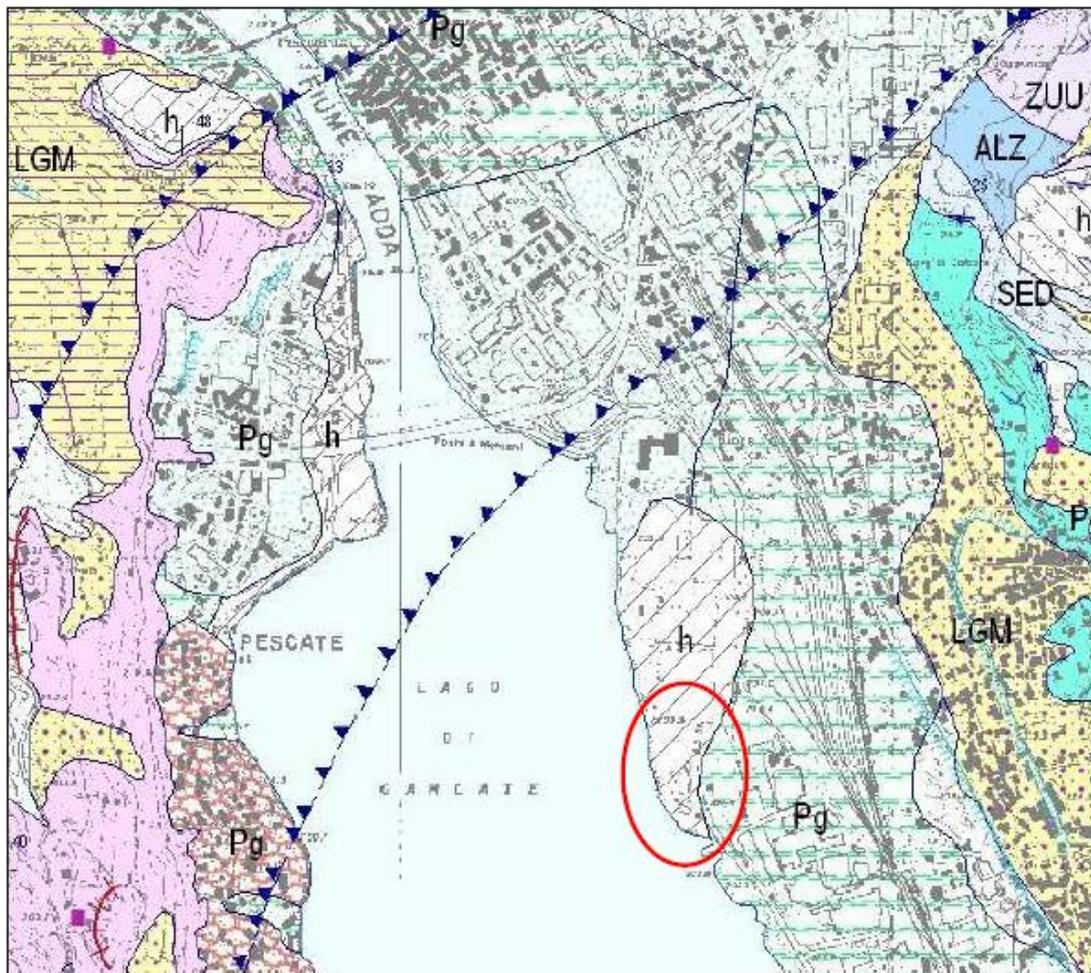


Figura 4: stralcio dalla "Carta Geologica della Provincia di Lecco – Progetto CARG"

Nello specifico il sottosuolo della zona di futura edificazione, così come desumibile dalla relazione tecno habitat S.p.A ("Relazione Tecnica Finale", febbraio 2007), presenta la seguente sequenza litostratigrafica desunta dalle indagini geognostiche eseguite in loco (n. 2 sondaggi a carotaggio continuo della profondità di 30,0 m dal p.c. e n. 3 prove penetrometriche SPT):

- da p.c. a 4,50 m da p.c. – materiali di riporto costituiti da sabbia, ghiaia e frammenti laterizi
- da 4,50 a 8,30 m da p.c. – sabbia medio-fine con ghiaia grossa e fine, rari ciottoli
- da 8,30 a 9,20 m da p.c. – limo grigio-violaceo, torboso, sabbioso con rara ghiaia
- da 9,20 a 9,80/11,0 m da p.c. – argilla sabbiosa violacea / argilla sabbiosa e debolmente limosa grigio-verdastra

- da 9,80/-11,0 a 30,0 m da p.c. – sabbia fine, grigio-azzurra e/o grigia, localmente debolmente argillosa con intercalazioni di lenti di argilla grigia, debolmente sabbiosa, torbosa (da -16,0 a -20,0) e/o limosa (da -24,0 a -25,4)

La sequenza litostratigrafica del sottosuolo individuata conferma le caratteristiche geologiche del sito analizzato e sono pertanto attribuibili alla sequenza “h” i materiali di riporto superficiali (da p.c. a 4,50 m) ed all’“Unità - PG” i restanti depositi.

Nella seguente *Figura 5* si riporta la “Sezione Stratigrafica” (N-S) allegata alla predetta relazione di tecno habitat, a cui si rimanda per maggiori informazioni.

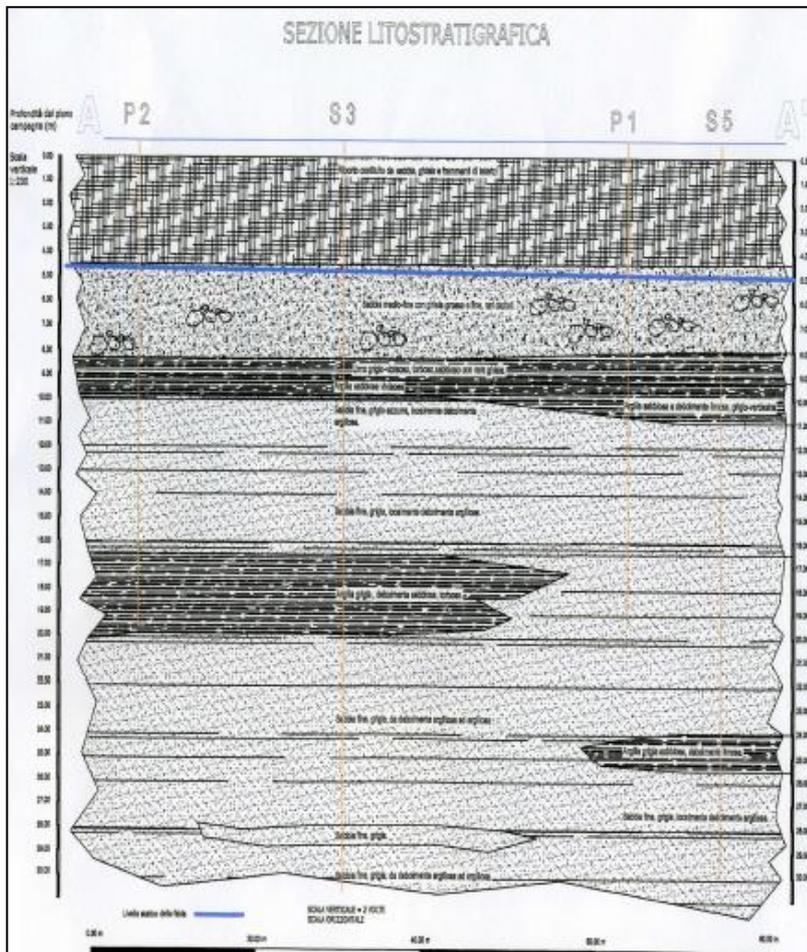


Figura 5: sezione stratigrafica allegata alla “Relazione Tecnica Finale” – tecno habitat S.p.A.

3.2 Caratteri geomorfologici

L'ambito su cui è prevista la realizzazione del progetto edilizio è il risultato delle modifiche antropiche operate nello scorso secolo che, attraverso operazioni di ripiena e colmata con materiali di diversa natura (terre di scavo, macerie di guerra, rifiuti solidi urbani, rifiuti vegetali, scarti di fonderia, ecc.), hanno modificato la linea di costa sino alla situazione odierna.

Nella seguente *Figura 6* si riporta, per il raffronto, una sequenza di stralci cartografici della stessa area, ricavati dalle Tavole IGM 32 I SE Lecco e 32 II NE Oggiono, in scala 1:25.000, per gli anni 1909, 1931, 1958 e 1971.

Come si può osservare dal confronto della cartografia di cui sopra, a partire dal dopoguerra (II guerra) con l'espansione urbanistica della Città di Lecco, l'area compresa tra le foci dei torrenti Bione e Tuf, originariamente di dominio lacustre, è stata man mano colmata sino ad assumere l'aspetto attuale.

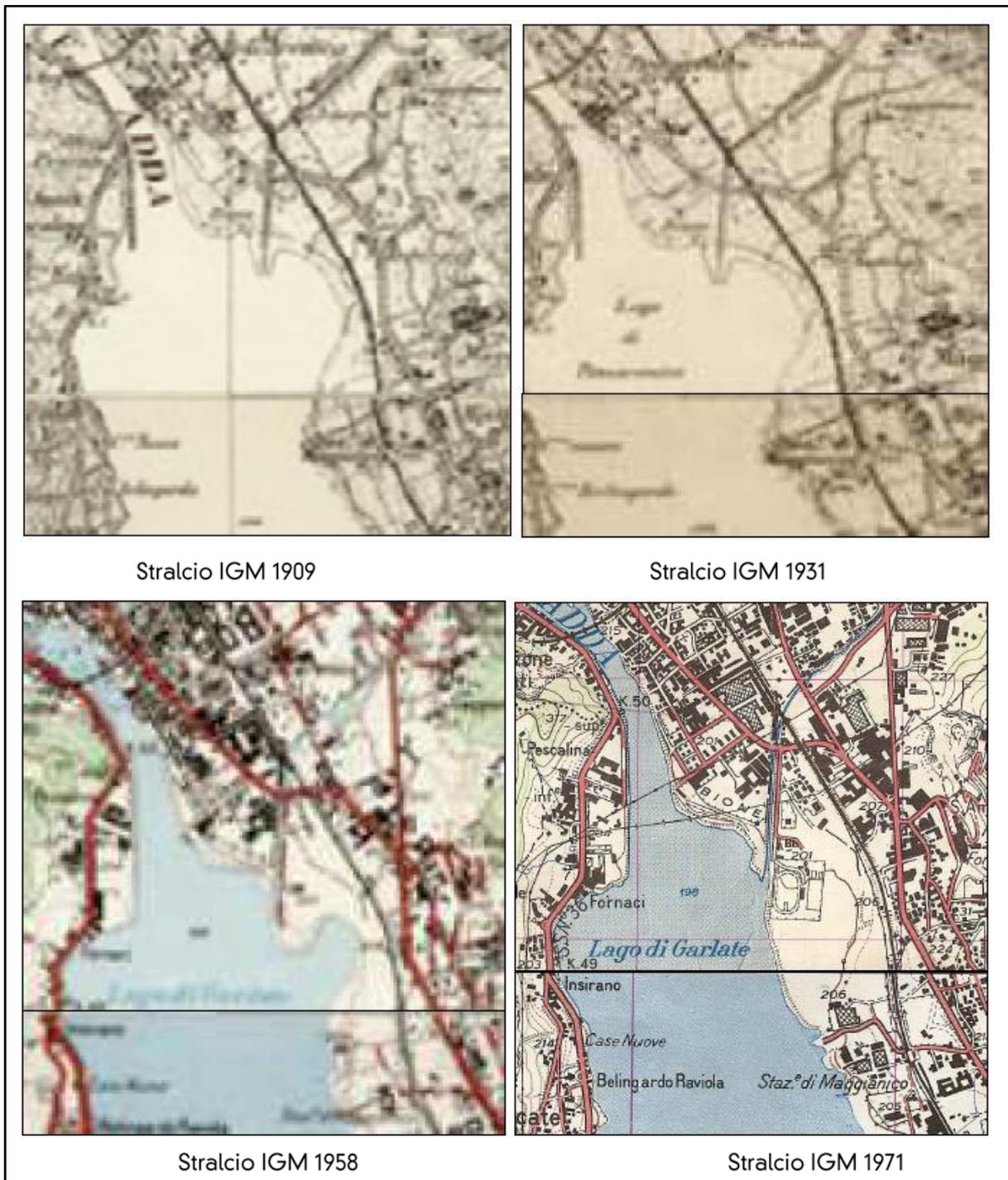


Figura 6: stralci cartografici Tavolette IGM 32 I SE Lecco e 32 II NE Oggiono, in scala 1:25.000, anni 1909, 1931, 1958 e 1971

Dalla bibliografia disponibile, con riferimento alla carta "Inventario delle frane e dei dissesti idrogeologici della Regione Lombardia" (progetto IFFI), alla Tavola 2 "Carta degli elementi geomorfologici e di dinamica geomorfologica" e all'Allegato 3 "Carta di Sintesi" dello Studio Geologico a corredo del PGT, di cui si riporta lo stralcio nella seguente *Figura 7*, l'ambito risulta non essere interessato da fenomeni di instabilità geologica e/o da dinamiche geomorfologiche attive con eccezione di una limitata zona soggetta a esondazione lacuale che interessa esclusivamente la linea di costa con altezze variabili in funzione dell'escursione del livello del Lago di Garlate.

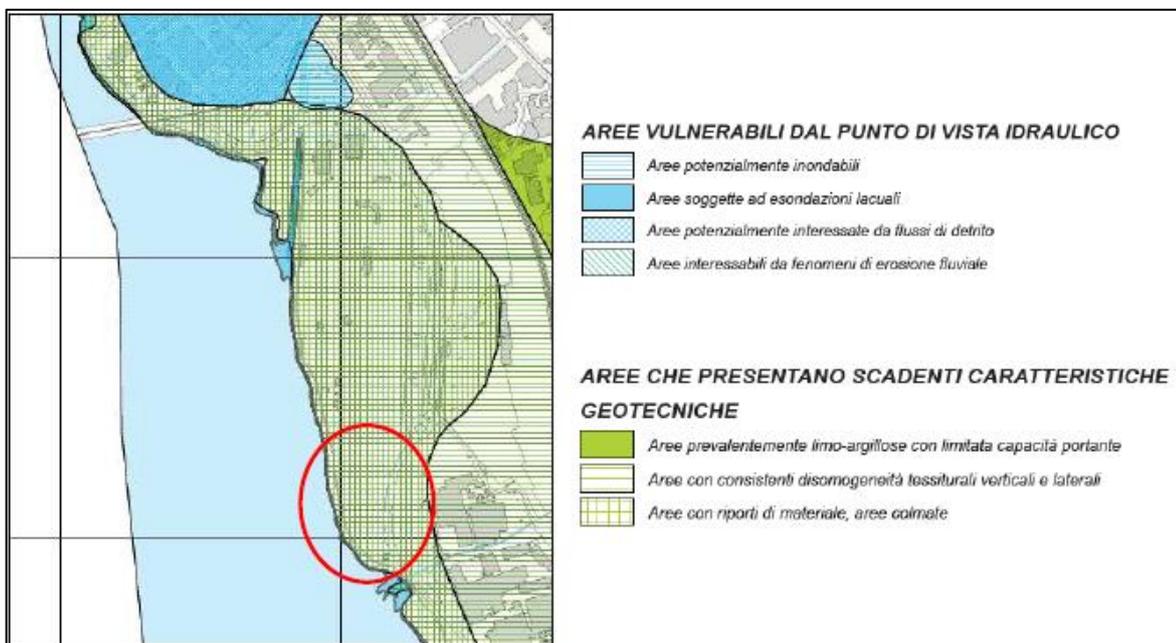


Figura 7: stralcio Allegato 3 "Carta di Sintesi" dello Studio Geologico a corredo del PGT

3.3 Caratteri geotecnici

Per quanto attiene gli aspetti geotecnici dell'area, sulla base delle attività già realizzate in sito, e come riportato nei precedenti paragrafi, è possibile confermare un differente comportamento dei terreni in funzione dello strato investigato.

Più in dettaglio, le prove eseguite all'interno dei terreni di riporto evidenziano comportamenti estremamente variabili passando da 5 colpi piede a oltre 50 colpi piede. Al di sotto della

profondità di 2 m da p.c. e sino a circa 5 m di profondità si assiste a una generale diminuzione della portanza dei terreni.

A partire da tale profondità, probabilmente in corrispondenza del passaggio tra terreni di riporto e terreni naturali, si evidenzia un comportamento caratteristico di sedimenti poco coesi.

Nelle seguenti *Figure 8 ÷ 10* sono riportati i risultati delle prove penetrometriche realizzate.

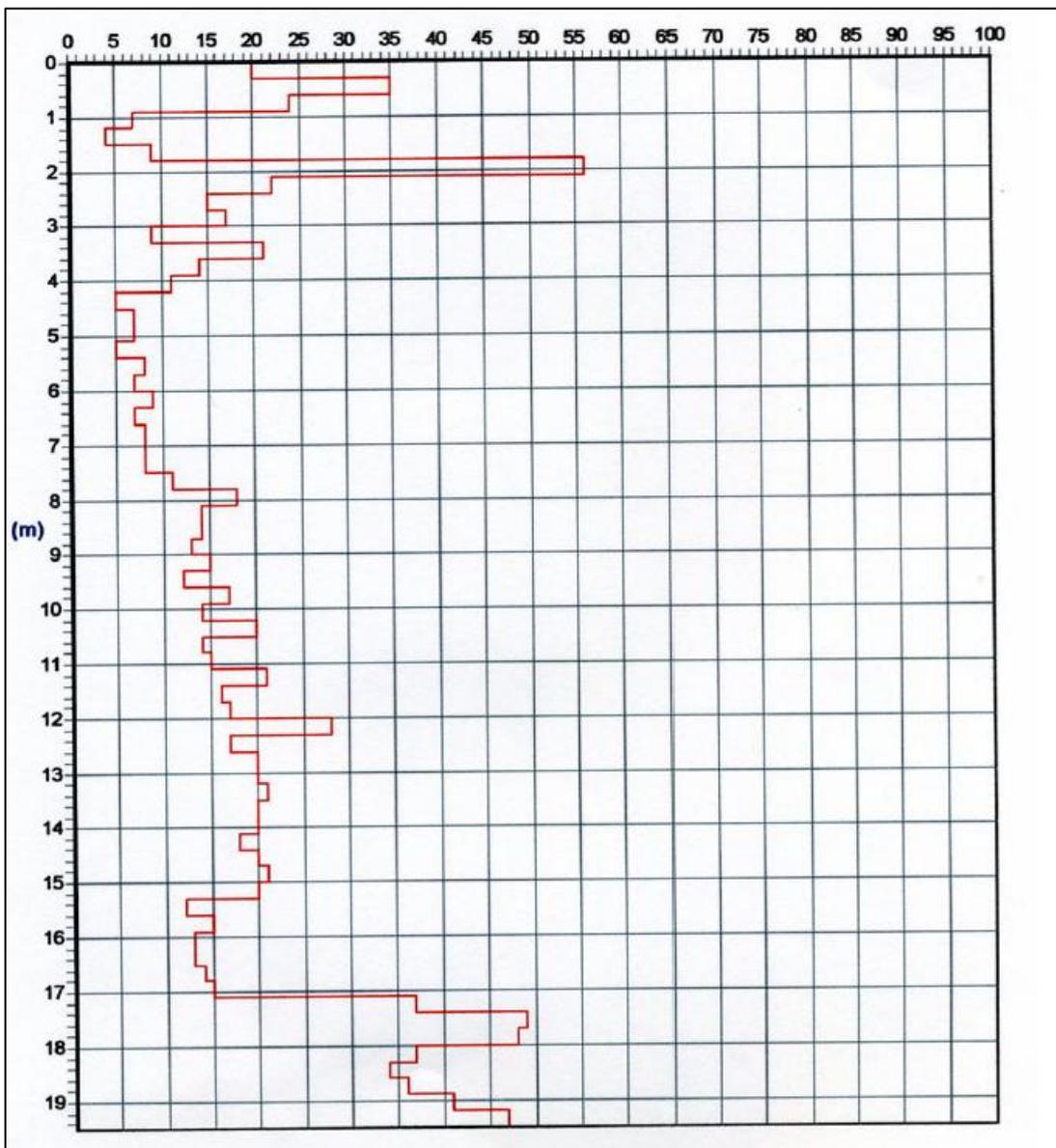


Figura 8: Prova P1

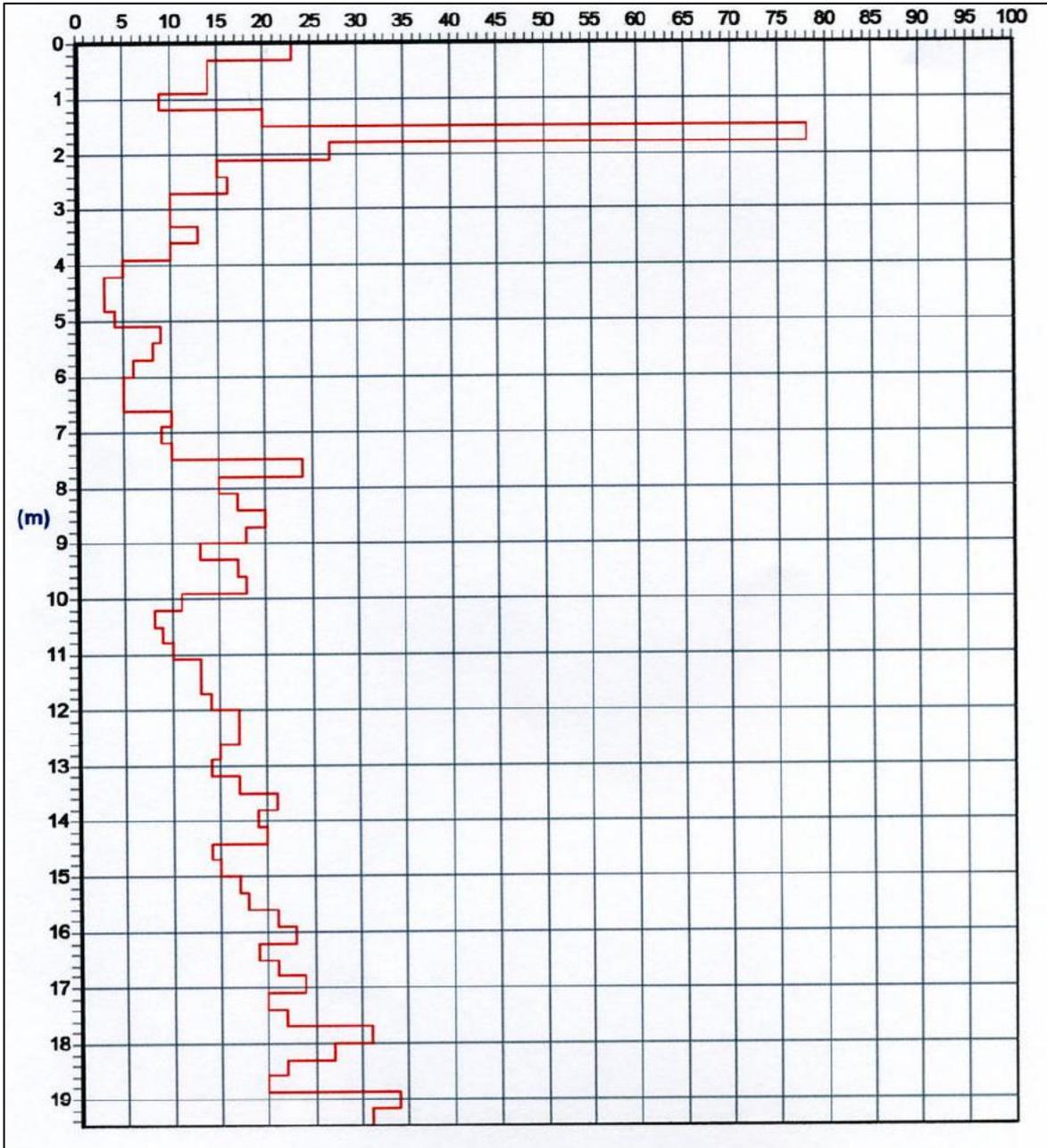


Figura 9: Prova P2

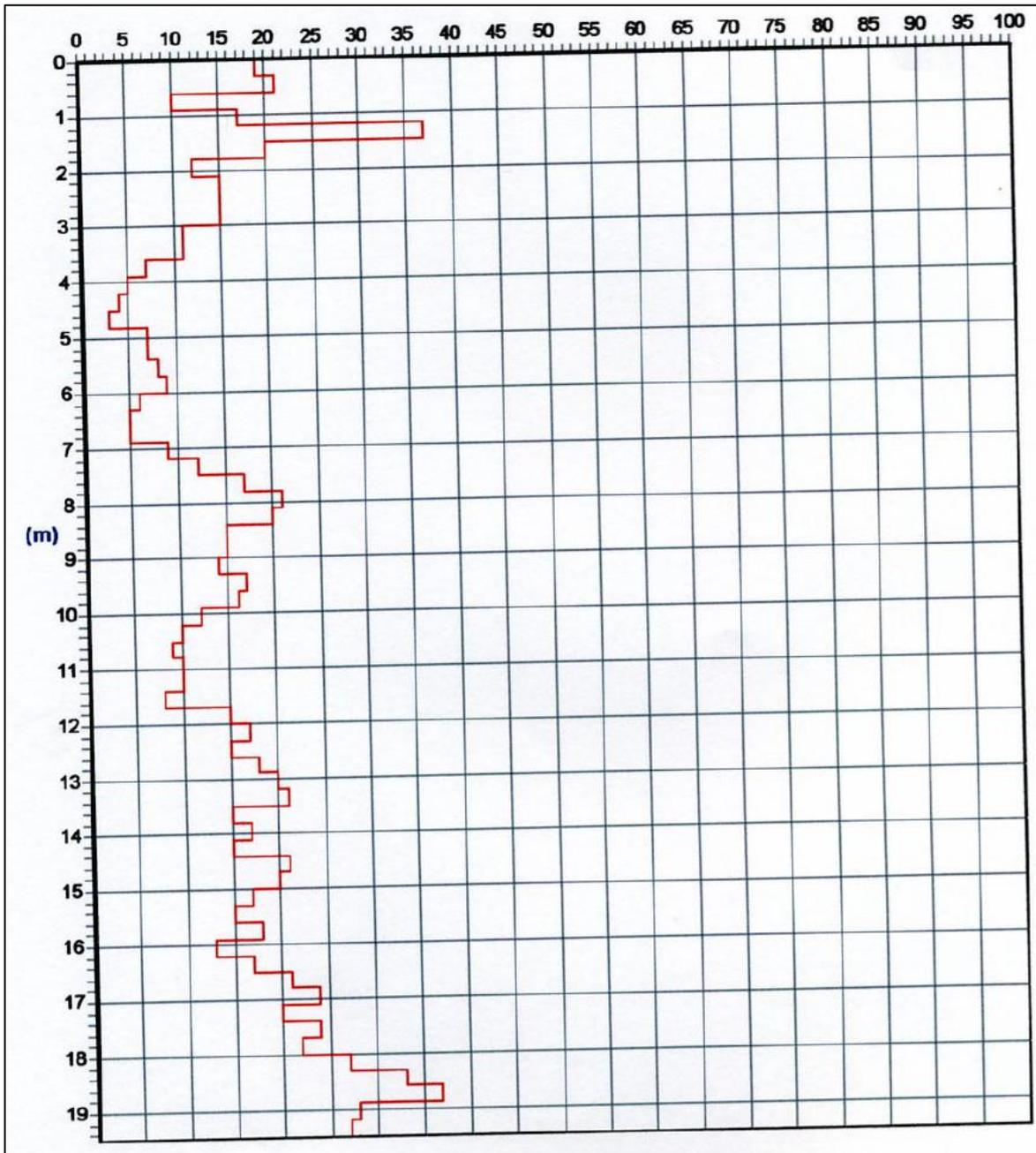


Figura 10: Prova P3

Allo stato attuale, non essendo note le caratteristiche fondazionali (fondazioni dirette: platea, travi, plinti e/o indirette: pali) on risulta possibile determinare il carico limite dell'opera terreno/fondazioni.

A norma di legge, la parametrizzazione geotecnica dei terreni potrà essere eseguita solo a valle di tale informazione e il tecnico abilitato dovrà redigere le relazioni tecnico specialistiche richieste dalla normativa vigente.

3.4 Caratterizzazione sismica del sito

Secondo la vigente normativa (D.M. 14/01/2008 e s.m.i.), la stima della pericolosità sismica viene definita mediante un approccio “sito dipendente”; questo prevede che l’azione sismica di progetto, in base alla quale valutare il rispetto dei diversi stati limite presi in considerazione, venga definita a partire dalla pericolosità sismica di base del comparto edificatorio, che rappresenta l’elemento essenziale di conoscenza per la determinazione dell’azione sismica. Il primo passo per la determinazione delle caratteristiche sismiche del sito è la determinazione della categoria sismica dei suoli di fondazione.

Per la determinazione delle V_{s30} si è fatto esplicito riferimento al contenuto della “Indagine Geofisica”, allegata alla più generale “Relazione Tecnica Finale” redatta da tecno habitat S.p.A. (febbraio 2007), a cui si rimanda per maggiori informazioni, che ha valutato la velocità media delle onde di taglio nei primi trenta metri, partendo dal piano campagna.

Il valore di V_{s30} così individuato risulta essere compreso tra 290 e 305 m/sec e questo consente di collocare i terreni del sito in esame nella categoria di sottosuolo C (valori di velocità compresi tra 180 m/s e 360 m/s) secondo la O.P.C.M. 3274/03 e s.m.i., tipica di depositi quali sabbie e ghiaie mediamente addensate o argille mediamente consistenti (*Tabelle 1 e 2*).

Categoria	Descrizione	
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, 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 con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT ₃₀ > 50 nei terreni a grana grossa e $c_{u,30}$ > 250 kPa nei terreni a grana fina).	
C	Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero 15 < NSPT ₃₀ < 50 nei terreni a grana grossa e 70 < $c_{u,30}$ < 250 kPa nei terreni a grana fina).	X
D	Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero NSPT ₃₀ < 15 nei terreni a grana grossa e $c_{u,30}$ < 70 kPa nei terreni a grana fina).	
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con V_s > 800 m/s).	

Tabella 1: Tabella 3.2. II – Categoria di sottosuolo

Categoria	S_s	C_c	
A	1,00	1,00	
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_o \cdot a_g/g \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_c)^{-0,20}$	
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_o \cdot a_g/g \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_c)^{-0,33}$	X
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_o \cdot a_g/g \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_c)^{-0,50}$	
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_o \cdot a_g/g \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_c)^{-0,40}$	

Tabella 2: Tabella 3.2. V – Espressioni di S_s e di C_c

Parametri sismici “ $a_g - F_o - T_c$ ”: per la determinazione dei parametri sismici di sito è necessario conoscere le coordinate geografiche del sito in esame e vengono individuati per interpolazione dei valori dei vertici delle maglie del reticolo di riferimento redatta dal Ministero LL. PP. per tutto il territorio nazionale (Figura 11). I parametri sismici vengono di seguito ricavati in funzione anche del tipo di edificio in progetto, della sua vita nominale, della classe d’uso, del coefficiente d’uso e del periodo di riferimento per l’azione sismica.

Di seguito si riportano i valori desunti.



Figura 11: individuazione sito in esame mediante reticolo di riferimento redatto dal Ministero LL.PP.

Tipo di elaborazione: fondazioni superficiali

Sito in esame

Latitudine: **45,832888**

Longitudine: **9,4060818**

Classe: **IV**

Vita nominale: **100**

Siti di riferimento	ID	Latitudine (°)	Longitudine (°)	Distanza (m)
Sito 1	10710	45,8163	9,4066	1953,136
Sito 2	10711	45,8186	9,4781	5749,164
Sito 3	10489	45,8686	9,4748	6508,194
Sito 4	10488	45,8662	9,4031	3614,006

Le coordinate geografiche sono espresse in coordinate WGS84

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: **C**
 Categoria topografica: **T1**
 Periodo di riferimento: **200 anni**
 Coefficiente Cu: **2,0**

Stato limite	Probabilità di superamento	Tr: [anni]	ag [g]	Fo [-]	Tc* [s]
Operatività (SLO)	81%	120	0,036	2,598	0,226
Danno (SLD)	63%	201	0,043	2,590	0,251
Salvaguardia della vita (SLV)	10%	1898	0,087	2,673	0,305
Prevenzione dal collasso (SLC)	5%	2475	0,094	2,688	0,309

Coefficienti Sismici: Tipo di elaborazione – fondazioni superficiali

	Ss	Cc	St	Kh	Kv	Amax [m/s ²]	Beta
SLO	1,500	1,720	1,000	0,011	0,005	0,533	0,200
SLD	1,500	1,660	1,000	0,013	0,006	0,635	0,200
SLV	1,500	1,550	1,000	0,026	0,013	1,281	0,200
SLC	1,500	1,550	1,000	0,028	0,011	1,384	0,200

dove:

Kh = coeff. sismico orizzontale;
Kv = coeff. sismico verticale;
Amax = accelerazione massima.

Tutto ciò premesso, come riportato nel precedente paragrafo, la parametrizzazione geotecnica dei terreni agli stati limite di esercizio, dovrà essere oggetto di un'apposita relazione tecnica, a firma di tecnico abilitato, e dovrà obbligatoriamente tener conto delle caratteristiche strutturali dell'edificio in progetto.

Alla luce di tutto quanto sopra, non si ritiene necessario, in corso d'opera, procedere con l'esecuzione di ulteriori attività di indagine che, peraltro, nulla hanno a che vedere con la componente ambientale e con l'eventuale bonifica del sito in oggetto.

4. Struttura idrogeologica

Dopo aver censito, acquisito e organizzato tutti i dati bibliografici disponibili per l'area di studio, è stato ricostruito il modello fisico del sottosuolo interessato dal comparto.

In base a quanto desunto dall'analisi delle stratigrafie di pozzi ubicati in posizione limitrofa e dei sondaggi realizzati in loco, si possono identificare le principali unità idrogeologiche presenti nel sottosuolo che, dalla più recente alla più antica, risultano essere le seguenti:

- *unità ghiaioso-sabbiosa* (depositi di conoide - facies alluvionali e fluviali del Pleistocene Medio e Sup.)
- *unità limoso-argillosa* (depositi fluvio-lacustri – Villafranchiano?)

Le caratteristiche litologiche e strutturali delle suddette unità sono così descrivibili:

Unità ghiaioso-sabbiosa – Questa unità è costituita da terreni prevalentemente ghiaioso-sabbiosi che nella porzione più superficiale sono attribuibili ai depositi di conoide alluvionale di età wurmiano-olocenica e nella porzione più profonda a depositi fluvio-glaciali prewurmiani.

L'azione di erosione e deposito operata dai corsi d'acqua che si originano dai versanti rocciosi a tergo dell'abitato di Lecco, ha permesso infatti l'edificazione di alcune conoidi di deiezione, tra le quali quella del T. Bione e del T. Tuf che individuano unità idrogeologiche caratterizzate dalla netta prevalenza di litotipi grossolani (ghiaie e sabbie prevalenti) di buona permeabilità con orizzonti limosi di limitato spessore ed estensione areale.

Questa unità costituisce l'acquifero principale dell'area in quanto forma il serbatoio della falda a carattere libero presente nel settore in esame.

L'unità ghiaioso-sabbiosa presenta uno spessore piuttosto variabile connesso sia alla geometria delle conoidi (porzione apicale, distale e laterale) sia all'andamento del substrato roccioso o dell'unità limoso-argillosa in profondità.

In genere le stratigrafie dei pozzi per acqua perforati in zona conducono a valutare spessori massimi di 25-30 m che diminuiscono a circa 10-15 m in direzione del Lago di Garlate laddove i depositi appartenenti a tale unità passano lateralmente a depositi fluvio-lacustri.

L'alimentazione dell'acquifero si deve principalmente all'infiltrazione di acque meteoriche, a perdite di subalveo dei corsi d'acqua e localmente all'alimentazione operata dai bacini lacustri.

Unità limoso-argillosa – le fasi preglaciali e interglaciali che hanno contraddistinto il Pleistocene Medio e Inferiore, hanno portato alla formazione di depositi palustri e alluvionali che individuano un'unità idrogeologica formata in prevalenza da argille e limi con subordinati livelli sabbiosi. Lo spessore complessivo è assai variabile, in quanto si passa da pochi metri a ridosso dei versanti, laddove l'unità può essere assente, a circa 50-60 m o più in corrispondenza dell'asse vallivo.

Per le caratteristiche di bassa permeabilità l'unità risulta scarsamente produttiva sebbene rivesta notevole significato idrogeologico in quanto sostiene la falda contenuta nell'unità soprastante dei depositi di conoide.

4.1 Caratteri idrogeologici locali

Con riferimento alla relazione tecno habitat S.p.A. si evidenzia la presenza di una falda idrica sotterranea alimentata sia dal Lago di Garlate che dalle acque provenienti dal versante orientale.

In corrispondenza del settore in oggetto la falda presenta una direzione di flusso idrico sotterraneo disposta in senso NE-SW e una soggiacenza variabile tra 4,5 e 5 m dal p.c..

Per quanto attiene la ricostruzione delle fluttuazioni del livello piezometrico della falda nel tempo occorre evidenziare come la stessa risulti fortemente condizionata dal livello minimo e massimo del Lago di Garlate (stagione di magra e stagione di piena); considerando la quota di riferimento (zero idrometrico) della stazione di misura idrometrica della località Torrette in Comune di Pescate, ubicata in sponda destra del Lago di Garlate, pari a 197,24 m s.l.m. si registrano le seguenti escursioni:

- escursione normale del livello del lago rispetto allo zero idrometrico: da + 60 ÷ + 100 cm a - 20 ÷ - 40 cm;
- escursione massima nel 1987: + 212 cm.

In base ai dati sopra riportati è pertanto possibile calcolare un innalzamento del livello della falda, nelle condizioni peggiori, sino alla quota assoluta di 199.36 m s.l.m. (derivante dalla sommatoria della quota zero idrometrico 197.24 m + escursione massima sopra lo zero idrometrico 2.12 m) che corrisponde ad un innalzamento di circa +30 ÷ +40 cm dell'ipotizzato livello piezometrico precedentemente indicato.

5. Identificazione dei centri di pericolo

Come precedentemente descritto, l'ambito su cui è prevista la realizzazione del progetto edilizio è il risultato delle modifiche antropiche operate nello scorso secolo che, attraverso operazioni di ripiena e colmata con materiali di diversa natura (terre di scavo, macerie di guerra, rifiuti solidi urbani, rifiuti vegetali, scarti di fonderia, ecc.), hanno modificato la linea di costa sino alla situazione odierna.

In passato l'area è stata usufruita per manifestazioni fieristiche mentre attualmente viene utilizzata nel settore settentrionale quale deposito di attrezzature per eventi organizzati sul territorio comunale (circo, fiere, luna park...) mentre il settore meridionale attualmente è dedicato a centro di accoglienza migranti.

Alla luce di quanto sopra è possibile ipotizzare che non vi siano centri di pericolo propriamente detti ma che l'intera storia del sito possa considerare l'intera area quale potenziale centro di pericolo proprio in ragione delle possibili differenti tipologie di materiali utilizzati per il riempimento.

Per tale ragione si propone per l'investigazione delle caratteristiche chimico-fisiche dei terreni di riporto e dei terreni naturali la suddivisione dell'area secondo una maglia regolare di 35 m di lato con l'ubicazione dei punti di indagine al centro di ogni maglia; tecnicamente è stato quindi scelto il criterio geometrico per l'ubicazione dei punti di controllo.

6. Piano delle Indagini Preliminari

Come descritto nei precedenti paragrafi, la proposta delle indagini di campo, di seguito riportata, sarà finalizzata a fornire un quadro dettagliato sullo stato qualitativo della matrice ambientale suolo e acque di falda, indispensabile per verificare, secondo quanto previsto dall'art. 242 del D. Lgs 152/2006 e s.m.i., l'eventuale superamento delle Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC) e, nel caso, per la redazione dell'Analisi di Rischio sanitaria ambientale sito specifica.

Resta inteso che la caratterizzazione dei terreni di riporto e le analisi che saranno condotte sugli stessi, sarà condizionata dalla natura merceologica dei materiali utilizzati per il riempimento. È infatti indubbio che se la natura dei materiali fosse assimilabile, secondo quanto definito dalla L. 98/2013, a una matrice materiali di riporto¹, su tali orizzonti stratigrafici si procederà sia con l'esecuzione delle analisi per il successivo confronto con i limiti di cui alla tabella 1 della Parte quarta, Allegato 5 al Titolo V del D. Lgs. 152/2006 e s.m.i. sia secondo quanto previsto dalla L. 98/2013 (ossia saranno eseguiti i test di eluizione su tale matrice). Sempre qualora tale livello stratigrafico si possa configurare quale matrice materiali di riporto (ossia sia escluso dal campo di applicazioni dei rifiuti), sugli stessi si procederà anche alla determinazione di misure dirette di soil gas.

Sempre in funzione della natura dei materiali utilizzati quali riempimento e stante la possibilità di equiparazione a una matrice di riporto, su tale orizzonte, saranno prelevati anche dei campioni sito-specifici al fine dell'applicazione di un'eventuale Analisi di Rischio sanitario ambientale.

Di contro, ossia nel caso in cui tali riempimenti siano stati realizzati, peraltro come nel settore posto appena a Nord dell'area di intervento, con l'utilizzo di materiali/rifiuti estremamente eterogenei, e non siano equiparabili alla definizione di matrice materiale di riporto (si rimanda all'interpretazione autentica fornita dal MATTM), la misura del tenore dei soil gas e dei parametri sito-specifici per l'applicazione dell'Analisi di Rischio sito-specifica, non saranno effettuati e si valuterà, in corso d'opera, e in contraddittorio con gli Enti di Controllo, quali

¹ Secondo quanto previsto dalla L. 98/2013 per matrice materiali di riporto si intende una miscela eterogenea di materiale di origine antropica, quali residui e scarti di produzione e di consumo, e di terreno, che compone un orizzonte stratigrafico specifico rispetto alle caratteristiche geologiche e stratigrafiche naturali del terreno in un determinato sito e utilizzate per la realizzazione di riempimenti, di rilevati e di reinterri.

analisi eseguire. Si ricorda che la normativa cogente non consente l'applicazione dell'Analisi sulla matrice rifiuti.

Tutto ciò premesso, si sottolinea che, almeno sulla base dei dati disponibili, le attività svolte in sito (tecno habitat 2007) hanno permesso di identificare uno strato di terreni di riporto pressoché assimilabile a una matrice materiali di riporto. Ci si riserva di poter verificare direttamente e con l'ausilio di più trincee investigative tale assimilazione.

A conferma di quanto sopra, come visibile nella seguente *Foto 1*, ripresa dalla relazione tecno habitat, nei sondaggi realizzati sull'area, l'orizzonte interessato dai riporti sembrerebbe avere uno spessore medio indicativo di circa 4 m ed essere caratterizzato dalla presenza di materiale terrigeno frammisto a laterizi, mattonelle e frammenti di legno.



Foto 1: dettaglio cassette sondaggi S 3 e S5

Tutto ciò premesso, di seguito si riportano le procedure operative che si intende utilizzare per la caratterizzazione ambientale del sito nonché le metodiche di campionamento e analisi.

Resta inteso che le attività proposte di seguito potranno subire variazioni, anche significative, in funzione di quanto sarà rilevato nel sottosuolo e, pertanto, la fase di campo dovrà essere seguita da un tecnico abilitato in grado di modificare, in accordo con la Committenza e gli Enti di Controllo, la "strategia dei campionamenti" in funzione delle diverse esigenze.

Si precisa che l'ubicazione è da ritenersi indicativa e in corso d'opera, sulla base delle indicazioni della Committenza e del Comune, il posizionamento potrà subire una variazione in ragione della presenza dei sottoservizi.

Geologica non si assume pertanto la responsabilità circa l'ubicazione dei punti di campionamento.

Al termine dei lavori il soggetto che eseguirà i campionamenti si dovrà altresì far carico di georeferenziare tutti i punti investigati mediante metodologia GPS RTK.

6.1 Campionamento terreni

Nel caso in cui il sottosuolo si presenti, come parrebbe peraltro intuirsi dalla relazione tecno habitat (riportata in *Allegato 2* al presente documento), come una successione di terreni di riporto (assimilabili a matrice materiale di riporto secondo la definizione della L. 98/2013) e da terreni naturali presenti alla base del predetto orizzonte (a partire da una profondità indicativa di 4 – 4.5 m da p.c.), le indagini saranno condotte secondo quanto previsto dalla parte quarta del D. Lgs. 152/2006 e s.m.i. e i risultati saranno, in funzione delle aree investigate, confrontate o con i limiti per aree a uso residenziale/verde pubblico (Colonna A tabella 1 della Parte quarta, Allegato 5 al Titolo V del D. Lgs. 152/2006 e s.m.i.) o con quelli per aree a uso commerciale/industriale (Colonna B tabella 1 della Parte quarta, Allegato 5 al Titolo V del D. Lgs. 152/2006 e s.m.i.)

Più in dettaglio i campioni prelevati dalle trincee T10, T11, T8 e T9 (ossia quelli realizzati in corrispondenza della futura area di espansione della pista ciclabile) saranno confrontati con i limiti per aree a uso residenziale mentre i restanti campioni saranno confrontati con i limiti per aree a uso industriale/commerciale.

Ciò premesso, le indagini ambientali sulla matrice suolo saranno finalizzate alla conoscenza diretta del loro stato qualitativo tramite l'analisi chimica di campioni appositamente raccolti attraverso la realizzazione di trincee esplorative e di sondaggi geognostici.

Nel presente paragrafo, con riferimento a quanto esposto in premessa allo stesso, si ipotizza che i materiali utilizzati per il tombamento dell'area siano merceologicamente assimilabili a matrice materiali di riporto ossia siano caratterizzati da una miscela eterogenea di materiale di origine antropica, quali residui e scarti di produzione e di consumo, e di terreno, che compone un orizzonte stratigrafico specifico rispetto alle caratteristiche geologiche e stratigrafiche naturali del terreno in un determinato sito e utilizzate per la realizzazione di riempimenti, di rilevati e di reinterri.

Assunta tale tesi, per lo svolgimento di tali attività, salvo diverse indicazioni da parte degli Enti di Controllo, si prevede di realizzare n. 11 trincee della profondità massima di 4.5 m da piano campagna e n. 3 sondaggi a carotaggio continuo della profondità di circa 5 m da p.c. ossia sino al livello piezometrico; a partire da tale profondità e sino alla base dell'acquifero superficiale gli stessi saranno approfonditi mediante tecnica a distruzione di nucleo e saranno successivamente attrezzati a piezometro.

L'ubicazione di tutti i punti di indagine è riportata in *Tavola 1*.

Con riferimento alla predetta Tavola, i campioni prelevati dalle trincee denominate T10, T11, T8 e T9, ossia quelli ricadenti nella fascia in cessione al Comune per l'ampliamento della pista ciclo-pedonale, i risultati analitici saranno confrontati con i limiti della Colonna A tabella 1 della Parte quarta, Allegato 5 al Titolo V del D. Lgs. 152/2006 e s.m.i..

Per quanto attiene il campionamento delle trincee, salvo diverse evidenze di campo, si provvederà a prelevare i campioni nei seguenti intervalli:

- Campione A: 0 ÷ 1 m da p.c.;
- Campione B: 2 ÷ 3 m da p.c.;
- Campione C: 3.5 ÷ 4.5 m da p.c. (compatibilmente con il livello piezometrico).

Per quanto attiene invece i carotaggi che saranno successivamente attrezzati a piezometro, si procederà unicamente al prelievo dei campioni solo ed unicamente nel caso in cui siano presenti terreni naturali, per uno spessore superiore ai 50 cm, al di sotto dei terreni di riporto e in ambiente insaturo.

A titolo di esempio, ipotizzando la falda a una quota di 5 m da p.c. e uno spessore dei terreni di riporto pari a 4.5 m si procederà al prelievo di un unico campione nell'intervallo tra 4.5 e 5 m da p.c.. Invero, qualora ferma restando la profondità della falda pari a 5 m e uno spessore dei terreni di riporto pari a 4.6 m, non si procederà a prelevare alcun campione di terreno.

Si ricorda infatti che, inottemperanza a quanto previsto dalla normativa vigente, non si procede al campionamento dei terreni nell'ambiente saturo per la verifica della contaminazione di tale matrice ma, ai fini della bonifica, saranno valutate le concentrazioni dei diversi analiti nelle acque di falda.

È ovvio che qualora si rinvenissero delle evidenze organolettiche a quote differenti si provvederà, in accordo con i funzionari ARPA, a modificare gli intervalli di campionamento.

Resta ovviamente inteso che se la natura dei materiali utilizzati per il riempimento dell'area non risultasse compatibile con la definizione di matrice materiale di riporto, e si trattasse palesemente di rifiuti di varia specie (es. ceneri di fonderia, scorie di fonderia, materiali ferrosi,

rifiuti solidi urbani, ecc.), non avrà senso procedere al campionamento dei predetti livelli ma risulterà più opportuno eseguire dei campioni medi rappresentativi dell'ammasso sui quali, in corso d'opera, si valuterà la tipologia di analisi da eseguire (analisi eventualmente anche non legate ai soli aspetti ambientali).

6.1.1 Protocollo campionamento terreni

L'applicazione delle modalità operative di prelievo, conservazione e trasporto campioni dovrà essere garantita e controllata.

Pertanto tutte le operazioni di prelievo campione dovranno essere eseguite da personale qualificato e avvenire sotto la supervisione di un tecnico specializzato che sarà responsabile della corretta applicazione di tutte le procedure inerenti l'attività.

Al fine di garantire il controllo e la qualità delle operazioni di campionamento dovrà essere predisposta appropriata documentazione delle attività tale da consentire la costante rintracciabilità dei campioni prelevati e inviati al laboratorio.

Le modalità di prelevamento dei campioni di terreno da sottoporre ad analisi faranno riferimento al Supplemento Ordinario alla Gazzetta Ufficiale 21.10.1999, Serie Generale 248 (Approvazione dei metodi ufficiali di analisi chimica dei suoli), ai manuali UNICHIM 145/85, UNICHIM 175/94, al Quaderno IRSA 64/85, alla norma UNI 10802 e alla D.G.R. n. 7/13410 del 20.06.03.

Di seguito vengono richiamate le modalità operative che saranno applicate per il campionamento dei terreni.

La procedura di campionamento si sviluppa in due fasi consequenziali:

- prelievo di campioni elementari e formazione dei campioni globali;
- preparazione del campione finale da inviare al laboratorio.

Il prelievo dei singoli campioni elementari verrà effettuato prelevando il terreno direttamente dalle trincee e avendo cura di ottenere un campione omogeneo e statisticamente rappresentativo dell'orizzonte indagato. I singoli campioni elementari saranno depositati in apposito contenitore atto a contenere il volume complessivo di tutti gli incrementi prelevati.

Resta inteso che la preventiva setacciatura del campione avverrà solo nel caso in cui si stiano campionando i terreni naturali e non i terreni di riporto. In caso di terreni naturali sarà comunque prelevata un'aliquota non setacciata, che sarà contenuta in apposite vials, sulla quale sarà effettuata la ricerca dei composti volatili

Il campione globale, opportunamente selezionato, sarà suddiviso in tre aliquote, come di seguito riportato:

- aliquota A – aliquota del campione da tenere a disposizione per le analisi di controllo svolte dagli Enti di Controllo;
- aliquota B – aliquota del campione finalizzata all'esecuzione delle analisi chimiche di laboratorio;
- aliquota C – aliquota del campione per eventuali controanalisi in caso di discordanza tra le analisi svolte a cura del soggetto obbligato (analisi su aliquota A) e dall'Ente di Controllo (analisi su aliquota B).

Le tre aliquote saranno raccolte in barattoli di vetro da 1 kg che saranno opportunamente sigillati.

Il trasporto dei campioni dovrà essere effettuato nel minor tempo possibile (dal momento del prelievo allo stoccaggio nei frigo della sede operativa/laboratorio) all'interno di contenitori termici adeguatamente attrezzati con corpi refrigeranti evitando pertanto di esporre i campioni alla luce diretta del sole o a temperature elevate.

I barattoli saranno opportunamente etichettati con adesivi preventivamente preparati utilizzando inchiostro indelebile.

Le informazioni da riportare sulle etichette riguarderanno:

- il cantiere di provenienza;
- il numero identificativo del lotto campionato;
- l'intervallo di campionamento;
- la data di campionamento;
- l'analisi da eseguire.

Le suddette diciture dovranno essere riportate anche su un verbale di campionamento.

Indipendentemente dal fatto che si stiano campionando terreni di riporto e/o naturali, durante tale attività saranno adottati i seguenti accorgimenti:

- durante il campionamento la composizione chimica del materiale prelevato non dovrà essere alterata a causa di surriscaldamento, dilavamento o contaminazione da parte di sostanze e/o attrezzature;
- le differenti aliquote del campione saranno formate utilizzando una sessola in acciaio inox opportunamente decontaminata dopo ogni prelievo e posizionando il materiale al di sopra di un telo impermeabile in polietilene che dovrà anch'esso essere decontaminato/sostituito a ogni nuovo campionamento.

6.1.2 Set analitico terreni

Nell'ipotesi sopra esposta che i materiali di riporto siano assimilabili alle matrici materiali di riporto, secondo la definizione della L. 98/2013, si provvederà all'esecuzione del seguente set analitico:

- metalli (As, Cd, Cr tot, Cr VI, Hg, Ni, Pb, Cu e Zn);
- Idrocarburi pesanti (C>12);
- Idrocarburi leggeri (C<12);
- IPA;
- BTEXS;
- Amianto;
- Solventi Clorurati;
- PCB.

Per quanto attiene il parametro POB, lo stesso sarà cercato, almeno in una prima fase, sui soli campioni provenienti dalle trincee T8, T9, T10 e T11; qualora anche solo in uno dei predetti campioni si dovesse rilevare un valore superiore per aree a uso residenziale, si procederà alla determinazione di tale parametro anche su tutti gli altri campioni provenienti dalle altre trincee/carotaggi.

Si precisa inoltre che nel caso in cui fosse evidenziata la presenza di materiali/rifiuti riconducibili a ceneri di fonderia, sui terreni naturali e sulle matrici di riporto propriamente dette, si procederà anche alla determinazione delle Diossine e Furani.

Infine, nel caso in cui i terreni di riporto siano assimilabili a matrice materiale di riporto, secondo quanto previsto dalla normativa vigente, in aggiunta a quanto sopra previsto sarà

anche effettuato il test di cessione ex D.M. 5/02/98 per la determinazione dei seguenti parametri:

- metalli (As, Cd, Cr tot, Cr VI, Hg, Ni, Pb, Cu e Zn);
- Idrocarburi disciolti (espressi come n-esano);
- IPA;
- BTEXS;
- Solventi Clorurati;
- Cianuri;
- Fluoruri;
- Fenoli e Clorofenoli.

Si precisa che per quanto attiene i limiti di riferimento, si utilizzeranno quelli previsti dalla Colonna B tabella 1 della Parte quarta, Allegato 5 al Titolo V del D. Lgs. 152/2006 e s.m.i. ossia quelli per aree a suo industriale/commerciale, mentre per i test di cessione, con riferimento alla circolare del Ministero dell'Ambiente, si farà riferimento ai limiti di cui alla Tabella 2 della Parte quarta, Allegato 5 al Titolo V del D. Lgs. 152/2006 e s.m.i. (limiti acque sotterranee).

Infine, con riferimento alla possibilità di un'applicazione dell'Analisi di Rischio, qualora la natura del sottosuolo lo consenta, su tutti i campioni prelevati saranno eseguite anche le analisi relative alla determinazione dei seguenti parametri:

- pH;
- Kd;
- foc.

Saranno inoltre seguite n. 10 prove granulometriche su altrettanti campioni rappresentativi del sottosuolo.

6.2 Protocollo di campionamento soil gas

Secondo quanto emerso in sede di tavolo tecnico con i tecnici ARPA, nel caso in cui il sottosuolo sia caratterizzato dalla presenza di terreni di riporto propriamente detti, si

procederà alla realizzazione di n. 6 punti di campionamento di soil gas la cui ubicazione è riportata in *Tavola 1*.

Come richiesto dalle Linee Guida ARPA "Indicazioni tecniche per il campionamento attivo dei Soil Gas protocollo tecnico" si dovrà ubicare, in corso d'opera il punto di campionamento definito "di bianco" con il quale confrontare i risultati ottenuti in fase di campionamento.

I punti di monitoraggio Soil Gas saranno tipo cluster, raggiungeranno la profondità rispettivamente di 3.5 m e 1.5 m da p.c. e saranno costruiti con tecnologia tipo nesty probe.

Per quanto attiene la perforazione saranno seguiti i criteri di seguito illustrati.

- Profondità: la perforazione raggiungerà la profondità massima di 4 m da p.c.;
- Metodo di perforazione: sarà utilizzato il metodo a distruzione di nucleo;
- Diametro di perforazione: è previsto un diametro di perforazione di 131 mm rivestito 152 mm, costante per tutta la profondità di perforazione.

Per quanto attiene le operazioni di completamento e di sviluppo di ogni verticale di indagine è possibile prevedere quanto segue.

- Colonne di rivestimento: il punto di monitoraggio sarà realizzato a due colonne, poste a protezione del tubo rilsan; ognuna sarà in PVC e avrà un diametro di ½".
- Sonde di prelievo: nella colonna più superficiale la sonda avrà base a 1.5 m, mentre nella colonna più profonda a 3.5 m (compatibilmente con il livello piezometrico); saranno in PVC microfessurate con diametro esterno di ½" e lunghezza pari a 30 cm e saranno collegate in superficie da un tubo Rilsan 6/8 mm con valvola di chiusura.
- Dreno: verrà inserito ghiaietto siliceo selezionato e calibrato per uno sviluppo lineare pari a 80 cm (circa 30 cm al di sopra della cella nesty e circa 20 cm al di sotto).
- Cementazione: sarà posato uno strato di bentonite non idrata per i primi 30 cm sopra ogni livello drenante e bentonite idrata/miscela cementizia nei restanti intervalli.

Nella seguente *Figura 12* si riporta lo schema costruttivo dei pozzetti di monitoraggio.

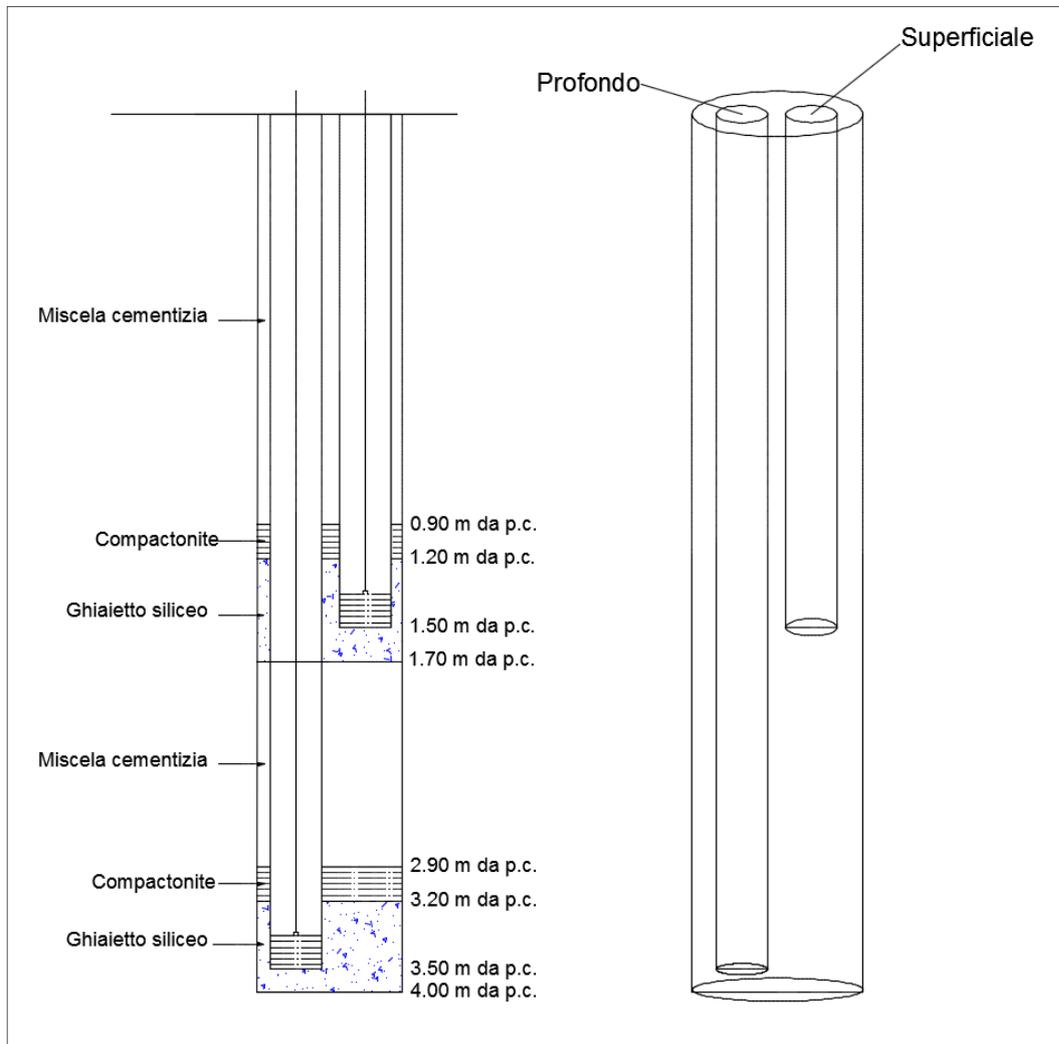


Figura 12: schema costruttivo pozzetto soil gas

In accordo con quanto indicato dalle linee guida ARPA Lombardia *“Indicazioni tecniche per il campionamento attivo e analisi dei soil gas”* (rif. MO.BN.006.Rev.00 del 15/11/2012), al fine di consentire un equilibrio delle condizioni naturali del sottosuolo l’attività di campionamento dei gas non avverrà prima di 48 ore dalla conclusione delle attività di installazione dei punti di monitoraggio. Si presterà inoltre particolare attenzione affinché i monitoraggi avvengano in assenza di precipitazioni meteorologiche da almeno 36 ore (o 3 giorni in caso di precipitazioni intense - > 13 mm/giorno).

Propedeuticamente al prelievo dei gas sarà verificato che i tubi di collegamento tra la tubazione in Rilsan e la pompa utilizzata per il campionamento siano puliti e asciutti.

Qualora necessario, sarà adottato un gorgogliatore di vetro immerso in un bagnetto refrigerato come sistema di separazione della condensa. Nel caso in cui la condensa dovesse essere presente in quantitativi significativi si procederà alla determinazione analitica anche della stessa.

I campionamenti avverranno mediante campionatori d'aria a bassa portata (1 l/min) ai quali saranno collegate fiale a carboni attivi per la determinazione di BTEX e Idrocarburi, fiale XAD2 per gli IPA, un gorgogliatore contenente almeno 50 ml di soluzione basica diluita (0.1 mol) per l'analisi dei Cianuri e di fiale in Optalite per la determinazione del parametro Mercurio.

La portata di campionamento sarà costante e garantita da idonea pompa aspirante collegata in coda alla linea di campionamento; la portata di campionamento sarà controllata in campo mediante flussimetro prima dell'avvio del monitoraggio e anche durante il campionamento. Per quanto attiene i tempi di campionamento, utilizzando i limiti indicati da ISPRA, sulla base del limite di rilevabilità del gascromatografo, prima dell'inizio dei campionamenti saranno comunicati ad ARPA/ATS i tempi necessari per raggiungere i valori richiesti.

A titolo esemplificativo nella seguente *Tabella 2* si riportano i dati relativi ai tempi di campionamento dei parametri IPA, BTEXS e Idrocarburi.

Analita	Supporto	Massa minima quantificabile Mlim ($\mu\text{g/ml}$)	Portata campionamento Q (l/min)	Volume soluzione estraente per 1 g di supporto (ml)	LR ($\mu\text{g/m}^3$)	Minuti di monitoraggio (min)
IPA	XAD2	0.02	1	2	0.073	275
BTEXS	Carbone attivo	0.2	1	2	0.73	275
Alifatici C5-C8 Aromatici C9-C10	Carbone attivo	0.2	1	2	0.73	275
Alifatici C9-C18	Carbone attivo	40	1	2	145.5	275

Tabella 2: durata campionamento

Al fine di garantire la rimozione di aria stagnante o di aria ambiente dal sistema di campionamento e per assicurare la rappresentatività dei campioni raccolti, prima di iniziare le operazioni di aspirazione dal pozzetto, sarà realizzato lo spurgo di adeguati volumi d'aria; più in particolare, si prevede di utilizzare una portata pari a 1.5 l/min per un tempo totale sufficiente a garantire lo spurgo di 3 volte il volume morto del sistema.

Qualora il campionamento venisse realizzato in contraddittorio, come indicato nella seguente *Figura 13*, si utilizzerà un ripartitore di portata collegato alla medesima pompa.

Il campionamento di ogni pozzetto cluster prevedrà il contestuale prelievo d'aria da ogni cella nesty probe mediante l'impiego simultaneo di n. 3 pompe.

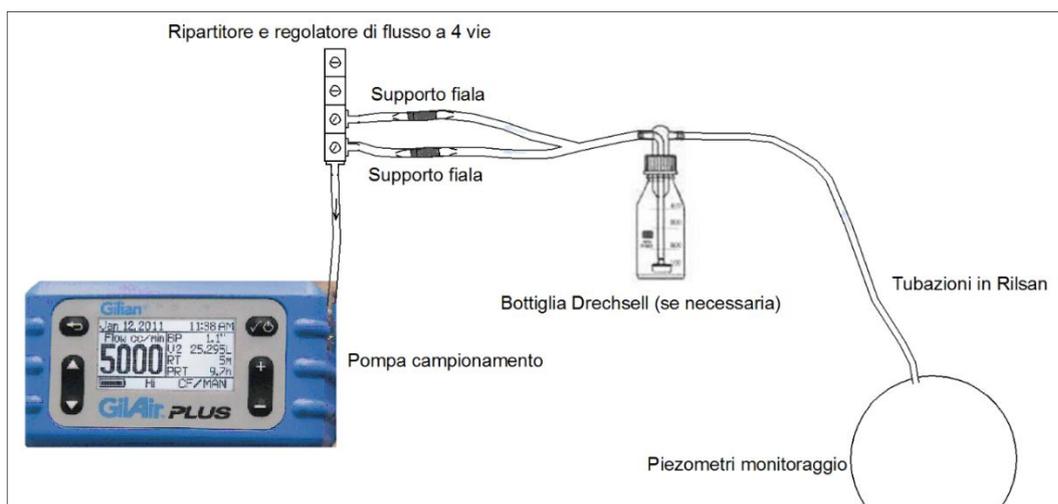


Figura 13: schema campionamento in contraddittorio

Alla fine delle operazioni di campionamento ogni campione sarà etichettato; su ogni etichetta sarà riportato il punto di prelievo, la località, il comune e la data.

I campioni saranno chiusi con gli appositi tappi di plastica, avvolgendo le fiale di campionamento con pellicola di alluminio e chiudendoli in barattoli con tappo a vite, al fine di evitare la degradazione delle sostanze fotosensibili e conservati ad una temperatura di 4/6 °C prima delle analisi di Laboratorio.

Nel corso della campagna di prelievo, sarà redatto il verbale di campionamento annotando le misure di campo eventualmente effettuate.

6.2.1 Protocollo analitico soil gas

Con riferimento a quanto già indicato nei precedenti paragrafi, per il monitoraggio dei soil gas si prevede di realizzare n. 6 pozzetti all'interno dei quali saranno eseguiti i campionamenti a 3.5 m e 1.5 m da p.c.; complessivamente saranno quindi prelevati n. 12 campioni (2 da ogni pozzetto). A tali campioni si dovranno aggiungere i bianchi aperti in campo e le fiale ancora sigillate.

Tutti i campioni prelevati saranno sottoposti ad analisi di laboratorio per la determinazione dei seguenti parametri:

- IPA;
- BTEXS;
- Idrocarburi alifatici C5-C8;
- Idrocarburi aromatici C9-C10;
- Idrocarburi alifatici C9-C18;
- Cianuri;
- Mercurio.

Quali limiti di riferimento, saranno utilizzati quelli indicati nel documento ISPRA *“Protocollo ISPRA-INAIL (ex-ISPEL) per la valutazione del rischio associato all’inalazione di vapori e polveri, in ambienti aperti e confinati nei siti di bonifica”*.

Si precisa che sebbene il suddetto documento oltre a non risultare più agli atti sia anche stato ritirato, rimane tuttavia l'unico strumento valido per una prima valutazione dello stato di contaminazione dell'aria.

I valori rilevati saranno in ogni caso implementati come dati per l'analisi di rischio sempre che si possa attuare tale procedura per i materiali che saranno rinvenuti in sito.

6.3 Protocollo di campionamento vapori indoor/outdoor

Sempre in riferimento a quanto concordato in sede di tavolo tecnico con i tecnici ARPA, di concerto con il monitoraggio dei soil gas, sarà inoltre eseguito anche il campionamento dei vapori in ambienti indoor/outdoor. Tale procedura consentirà infatti di verificare direttamente l'ipotetica esposizione ai vapori da parte dei futuri fruitori dell'area indipendentemente dai valori registrati nei soil gas.

In totale, con riferimento alla *Tavola 1*, si prevede di realizzare, oltre il punto di bianco, 4 punti di campionamento di cui 3 outdoor e 1 indoor; per quest'ultimo sarà utilizzata la struttura presente in sito. In funzione dei risultati si valuterà la necessità di ripetere eventualmente tale campionamento utilizzando un modulo prefabbricato atto a simulare spazi confinati.

In analogia al campionamento dei soil gas, anche per il monitoraggio vapori indoor/outdoor i campionamenti avverranno mediante campionatori d'aria a bassa portata (1 l/min) ai quali saranno collegate fiale a carboni attivi per la determinazione di BTEX e Idrocarburi, fiale XAD2 per gli IPA, un gorgogliatore contenente almeno 50 ml di soluzione basica diluita (0.1 mol) per l'analisi dei Cianuri e di fiale in Optalite per la determinazione del parametro Mercurio.

La portata di campionamento sarà costante e garantita da idonea pompa aspirante collegata in coda alla linea di campionamento; la portata di campionamento sarà controllata in campo mediante flussimetro prima dell'avvio del monitoraggio e anche durante il campionamento. Per quanto attiene i tempi di campionamento, utilizzando i limiti indicati da ISPRA, sulla base del limite di rilevabilità del gascromatografo, prima dell'inizio dei campionamenti saranno comunicati ad ARPA/ATS i tempi necessari per raggiungere i valori richiesti.

6.3.1 Protocollo analitico vapori indoor/outdoor

Con riferimento a quanto già indicato nei precedenti paragrafi, tutti i campioni prelevati saranno sottoposti ad analisi di laboratorio per la determinazione dei seguenti parametri:

- IPA;
- BTEXS;
- Idrocarburi alifatici C5-C8;
- Idrocarburi aromatici C9-C10;
- Idrocarburi alifatici C9-C18;
- Cianuri;
- Mercurio.

Quali limiti di riferimento, saranno utilizzati quelli indicati nel documento ISPRA *“Protocollo ISPRA-INAIL (ex-ISPEL) per la valutazione del rischio associato all’inalazione di vapori e polveri, in ambienti aperti e confinati nei siti di bonifica”*.

Si precisa che sebbene il suddetto documento oltre a non risultare più agli atti sia anche stato ritirato, rimane tuttavia l’unico strumento valido per una prima valutazione dello stato di contaminazione dell’aria.

I valori rilevati saranno in ogni caso implementati come dati per l’analisi di rischio sempre che si possa attuare tale procedura per i materiali che saranno rinvenuti in sito.

6.4 Campionamento acque di falda

Per quanto attiene il campionamento delle acque di falda si dovrà procedere preliminarmente alla realizzazione di n. 3 piezometri la cui ubicazione è riportata in *Tavola 1*. A livello indicativo e non esaustivo, riservandosi di modificare tali caratteristiche sulla base di quanto evidenziato in corso d’opera, si prevede di realizzare piezometri del diametro di 3” e della profondità di circa 15 m da p.c..

Gli stessi, come precedentemente descritto, saranno realizzati a carotaggio continuo tra 0 e 5 m da p.c. (ossia sino al livello piezometrico) e saranno approfonditi a distruzione di nucleo sino alla profondità indicativa di 15 m.

Il piezometro sarà fenestrato tra -3 e -15 m e cieco tra -3 e p.c. e si eseguirà una cementazione tra 0 e 3 m da p.c.. il manufatto sarà finito con "funghetto" protettivo in lamiera/plastica alta densità lucchettabile, fuori terra.

Al termine delle operazioni di perforazione, la società esecutrice delle opere procederà con l'esecuzione dello spurgo sino al raggiungimento di acqua chiarificata e sino alla stabilizzazione dei parametri fisici fondamentali (pH, potenziale Redox, Ossigeno disciolto, Temperatura e Conducibilità elettrica).

I metodi per il campionamento delle acque sono descritti nei documenti UNICHIM e nei Quaderni IRSA nonché nel documento "Protocollo di campionamento e analisi delle acque sotterranee ai sensi dell'Allegato 2 al Titolo V del Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152" (ARPA – Dipartimento Provinciale di Monza e Brianza, settembre 2008).

Il campionamento sarà effettuato nel modo seguente:

- spurgo del piezometro per un periodo sufficiente a garantire l'estrazione di tre volumi d'acqua. Dopo questo tempo si potrà procedere al campionamento sempre che si sia raggiunta la chiarificazione delle acque emunte.
- In fase di campionamento la portata di prelievo della pompa sommersa dovrà essere tale da non determinare un abbassamento superiore a 10 cm.
- Al termine dello spurgo saranno prelevati n. 2 campioni che saranno posti in contenitori in vetro da 1 litro e in appositi contenitori per il prelievo di composti volatili, sigillati ed etichettati per l'invio al laboratorio.

I contenitori dovranno essere identificati con una etichetta riportante:

- il numero identificativo del campione;
- la data e l'ora di campionamento;
- il numero del piezometro;
- riferimento ai parametri chimici da ricercare.

Le diciture di cui sopra dovranno essere riportate anche su un verbale di campionamento. Su tali campioni, una volta trasportati ai laboratori di analisi nel più breve tempo possibile, si dovranno effettuare le determinazioni previste. I campioni dovranno essere conservati dal prelievo e fino al momento dell'analisi a temperatura controllata di 4 °C.

6.4.1 Set analitico acque di falda

Sui campioni prelevati si provvederà all'esecuzione del seguente set analitico:

- Metalli (As, Cd, Cr tot, Cr VI, Hg, Ni, Pb, Cu e Zn);
- Idrocarburi disciolti (espressi come n-esano);
- IPA;
- BTEXS;
- Fenoli e Clorofenoli;
- Cianuri;
- Fluoruri;
- Solventi Clorurati.

Bollate, maggio 2017

Dott. Geol. Luca M. Pizzi



Dott. Geol. Egidio De Maron





Comando Provinciale Vigili del Fuoco di Lecco

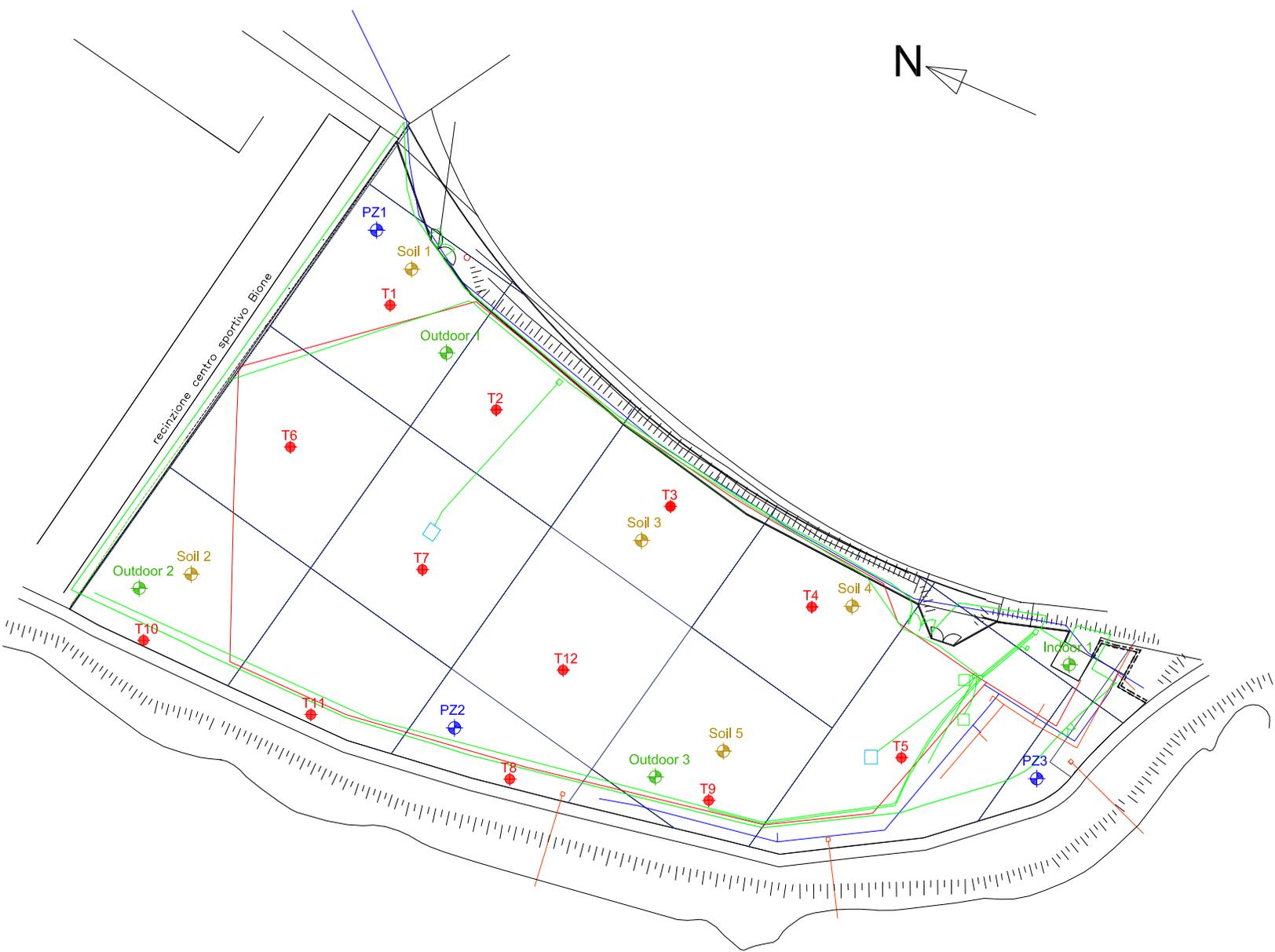
BIONE, LECCO

**NUOVO COMANDO PROVINCIALE DEI VIGILI DEL FUOCO
PIANO DELLE INDAGINI PRELIMINARI/CARATTERIZZAZIONE
AI SENSI DEL D. LGS. 152/2006 E S.M.I.**



TAVOLA E ALLEGATI

R1/0517/VFL/PiP/VP rev. 1 | Maggio 2017



- Legenda**
- Tubazione antincendio
 - Percorso cavi elettricit 
 - Tubazione acqua
 - Rete fognaria
 - ◆ Trincee
 - ◆ Piezometri
 - ◆ Soil 1
 - ◆ Outdoor 1
 - Torre Faro

PROGETTO:
**PIANO INDAGINI PRELIMINARI NUOVO COMANDO
 PROVINCIALE VIGILI DEL FUOCO LECCO**

OGGETTO:
UBICAZIONE PUNTI DI INDAGINE

Maggio 2017/R1/0517/FL/PIP/VP	Tavola n. 1	Scala 1:600
-------------------------------	-------------	-------------

Studio Professionale Associato di Geologia
 Sede legale: Via Ambrogio da Solate, 13
 Uffici: Via Tito Spert, 16
 29021 Solate (PR)
 info@GEOlogica.com tel. e fax 02/38300883

Il presente elaborato   tutelato sui diritti d'autore dalle leggi vigenti. Ogni riproduzione, anche parziale, effettuata senza la dovuta autorizzazione, potr  essere perseguita a termini di legge.



ALLEGATO 1

Visura storica per immobile

Situazione degli atti informatizzati dall'impianto meccanografico al 04/05/2017

Dati della richiesta	Comune di LECCO (Codice: E507G)
Catasto Terreni	Sezione di MAGGIANICO (Provincia di LECCO)
	Foglio: 1 Particella: 4138

Numero di mappa soppresso dal 26/08/2013

N.	DATI IDENTIFICATIVI			DATI CLASSAMENTO					DATI DERIVANTI DA	
	Foglio	Particella	Sub	Porz	Qualità Classe	Superficie(m²)	Deduz	Reddito		
						ha are ca		Dominicale		Agrario
1	1	4138		-	SOPPRESSO	00 00				FRAZIONAMENTO del 26/08/2013 protocollo n. LC0097718 in atti dal 26/08/2013 presentato il 26/08/2013 (n. 97718.1/2013)
Notifica					Partita	0				

La soppressione ha originato e/o variato i seguenti immobili:

- foglio 1 particella 4225 - foglio 1 particella 4226 - foglio 1 particella 4227

Situazione dell'Immobile dal 05/05/2010

N.	DATI IDENTIFICATIVI			DATI CLASSAMENTO					DATI DERIVANTI DA	
	Foglio	Particella	Sub	Porz	Qualità Classe	Superficie(m²)	Deduz	Reddito		
						ha are ca		Dominicale		Agrario
1	1	4138		-	INCOLT STER	1 78 40				FRAZIONAMENTO del 05/05/2010 protocollo n. LC0074586 in atti dal 05/05/2010 presentato il 05/05/2010 (n. 74586.1/2010)
Notifica					Partita					

Nella variazione sono stati soppressi i seguenti immobili:

- foglio 1 particella 3904

Sono stati inoltre variati i seguenti immobili:

- foglio 1 particella 4137

L'intestazione alla data della richiesta deriva dai seguenti atti:

Visura storica per immobile

Situazione degli atti informatizzati dall'impianto meccanografico al 04/05/2017

Situazione degli intestati dal 05/05/2010

N.	DATI ANAGRAFICI	CODICE FISCALE	DIRITTI E ONERI REALI
1	DEMANIO DELLO STATO con sede in ROMA	80207790587	(1) Proprieta` per 1000/1000 fino al 26/08/2013
DATI DERIVANTI DA		FRAZIONAMENTO del 05/05/2010 protocollo n. LC0074586 in atti dal 05/05/2010 Registrazione: presentato il 05/05/2010 (n. 74586.1/2010)	

Situazione dell'immobile che ha originato il precedente dal 25/10/2006

N.	DATI IDENTIFICATIVI			DATI CLASSAMENTO				DATI DERIVANTI DA	
	Foglio	Particella	Sub	Porz	Qualità Classe	Superficie(m²)	Deduz	Reddito	
1	1	3904		-	INCOLT STER	5 49 00 ha are ca		Dominicale	Agrario
Notifica				Partita					
FRAZIONAMENTO del 25/10/2006 protocollo n. LC0106759 in atti dal 25/10/2006 (n. 133854.1/2004)									

Nella variazione sono stati soppressi i seguenti immobili:

- foglio 1 particella 213 - foglio 1 particella 214 - foglio 1 particella 3759 - foglio 1 particella 3735 - foglio 1 particella 3733

Sono stati inoltre variati i seguenti immobili:

- foglio 1 particella 3897 - foglio 1 particella 3898 - foglio 1 particella 3899 - foglio 1 particella 3900 - foglio 1 particella 3901 - foglio 1 particella 3902 - foglio 1 particella 3903 - foglio 1 particella 3905 - foglio 1 particella 3906 - foglio 1 particella 3907 - foglio 1 particella 3908 - foglio 1 particella 3909 - foglio 1 particella 3910 - foglio 1 particella 3911 - foglio 1 particella 3912 - foglio 1 particella 3913 - foglio 1 particella 3914 - foglio 1 particella 3915

L'intestazione alla data della richiesta deriva dai seguenti atti:

Situazione degli intestati dal 19/04/2010

N.	DATI ANAGRAFICI	CODICE FISCALE	DIRITTI E ONERI REALI
1	DEMANIO DELLO STATO con sede in ROMA	80207790587	(1) Proprieta` per 1000/1000 fino al 05/05/2010
DATI DERIVANTI DA		VOLTURA D'UFFICIO del 19/04/2010 protocollo n. LC0065026 in atti dal 19/04/2010 Registrazione: Sede: RETT.INTESTAZ. - F.O. 65005/2010 (n. 4572.1/2010)	

Situazione degli intestati dal 25/10/2006

N.	DATI ANAGRAFICI	CODICE FISCALE	DIRITTI E ONERI REALI
1	DEMANIO DELLO STATO		(1) Proprieta` per 1000/1000 fino al 19/04/2010
DATI DERIVANTI DA		FRAZIONAMENTO del 25/10/2006 protocollo n. LC0106759 in atti dal 25/10/2006 Registrazione: (n. 133854.1/2004)	

Visura storica per immobile

Situazione degli atti informatizzati dall'impianto meccanografico al 04/05/2017

Situazione dell'immobile che ha originato il precedente dal 15/09/2003

N.	DATI IDENTIFICATIVI			DATI CLASSAMENTO					DATI DERIVANTI DA			
	Foglio	Particella	Sub	Porz	Qualità Classe	Superficie(m²)		Deduz		Reddito		
						ha are ca				Dominicale	Agrario	
1	1	3735		-	INCOLT STER	6	71	40				FRAZIONAMENTO del 15/09/2003 protocollo n. 115360 in atti dal 15/09/2003 (n. 115360.1/2003)
Notifica				Partita								

Nella variazione sono stati soppressi i seguenti immobili:

- foglio 1 particella 273 - foglio 1 particella 3688

Sono stati inoltre variati i seguenti immobili:

- foglio 1 particella 3732 - foglio 1 particella 3733 - foglio 1 particella 3734

L'intestazione alla data della richiesta deriva dai seguenti atti:

Situazione degli intestati dal 15/09/2003

N.	DATI ANAGRAFICI	CODICE FISCALE	DIRITTI E ONERI REALI
1	DEMANIO DELLO STATO		(1) Proprieta` per 1000/1000 fino al 25/10/2006
DATI DERIVANTI DA		FRAZIONAMENTO del 15/09/2003 protocollo n. 115360 in atti dal 15/09/2003 Registrazione: (n. 115360.1/2003)	

Situazione dell'immobile che ha originato il precedente dal 16/07/1998

N.	DATI IDENTIFICATIVI			DATI CLASSAMENTO					DATI DERIVANTI DA			
	Foglio	Particella	Sub	Porz	Qualità Classe	Superficie(m²)		Deduz		Reddito		
						ha are ca				Dominicale	Agrario	
1	1	3688		-	INCOLT STER	6	91	60				VARIAZIONE D'UFFICIO del 16/07/1998 in atti dal 16/07/1998 VRU 581/98 TF 3622 (n. 2.3/1998)
Notifica				Partita		200						

Nella variazione sono stati soppressi i seguenti immobili:

- foglio 1 particella 2910

Sono stati inoltre variati i seguenti immobili:

- foglio 1 particella 3687

L'intestazione alla data della richiesta deriva dai seguenti atti:

Visura storica per immobile

Situazione degli atti informatizzati dall'impianto meccanografico al 04/05/2017

Situazione degli intestati dal 16/07/1998

N.	DATI ANAGRAFICI	CODICE FISCALE	DIRITTI E ONERI REALI
1	DEMANIO DELLO STATO		(1) Proprieta` per 1000/1000 fino al 15/09/2003
DATI DERIVANTI DA		VARIAZIONE D'UFFICIO del 16/07/1998 in atti dal 16/07/1998 Registrazione: VRU 581/98 TF 3622 (n. 2.3/1998)	

Situazione dell'immobile che ha originato il precedente dal 16/07/1998

N.	DATI IDENTIFICATIVI			DATI CLASSAMENTO					DATI DERIVANTI DA	
	Foglio	Particella	Sub	Porz	Qualità Classe	Superficie(m ²)	Deduz	Reddito		
						ha are ca		Dominicale	Agrario	
1	1	2910		-	INCOLT STER	8 66 00				VARIAZIONE D'UFFICIO del 16/07/1998 in atti dal 16/07/1998 VRU 581/98 (n. 2.2/1998)
Notifica					Partita	200				
Annotazioni		comprende parte delle acque pub. per rett. errore d'uff. s.c. 1/74								

Situazione dell'Immobile dall'impianto meccanografico

N.	DATI IDENTIFICATIVI			DATI CLASSAMENTO					DATI DERIVANTI DA	
	Foglio	Particella	Sub	Porz	Qualità Classe	Superficie(m ²)	Deduz	Reddito		
						ha are ca		Dominicale	Agrario	
1	1	2910		-	INCOLT STER	3 66 00				Impianto meccanografico del 09/11/1984
Notifica					Partita	200				

L'intestazione alla data della richiesta deriva dai seguenti atti:

Situazione degli intestati dall'impianto meccanografico

N.	DATI ANAGRAFICI	CODICE FISCALE	DIRITTI E ONERI REALI
1	DEMANIO DELLO STATO		fino al 16/07/1998
DATI DERIVANTI DA		Impianto meccanografico del 09/11/1984	



Direzione Provinciale di Lecco
Ufficio Provinciale - Territorio
Servizi Catastali

Visura storica per immobile

Situazione degli atti informatizzati dall'impianto meccanografico al 04/05/2017

Data: 04/05/2017 - Ora: 10.55.42

Fine

Visura n.: T122530 Pag: 5

Visura telematica

* Codice Fiscale Validato in Anagrafe Tributaria



ALLEGATO 2

tecno habitat

ambiente · sicurezza · organizzazione aziendale

COMANDO PROVINCIALE DEI VIGILI DEL FUOCO DI LECCO

**INDAGINI GEOGNOSTICHE SUI TERRENI DI FONDAZIONE
RELATIVI ALLA COSTRUZIONE DELLA NUOVA CASERMA DEI
VIGILI DEL FUOCO IN LOCALITA' BIONE NEL COMUNE DI LECCO.**

RELAZIONE TECNICA FINALE

Febbraio 2007

COMANDO PROVINCIALE DEI VIGILI DEL FUOCO DI LECCO

INDAGINI GEOGNOSTICHE SUI TERRENI DI FONDAZIONE
RELATIVI ALLA COSTRUZIONE DELLA NUOVA CASERMA DEI
VIGILI DEL FUOCO IN LOCALITA' BIONE NEL COMUNE DI LECCO.

RELAZIONE TECNICA FINALE

Febbraio 2007



A handwritten signature in black ink, which appears to be "Marco De Felice".

tecno habitat

INDICE

1.	INDAGINI DIAGNOSTICHE	Pag.	4
1.1	Introduzione	Pag.	4
1.2	Sondaggio a carotaggio continuo	Pag.	4
1.3	Esecuzione S.P.T.	Pag.	6
1.4	Esecuzione prove penetrometriche dinamiche	Pag.	7
1.5	Indagine Geofisica	Pag.	8
2.	VALUTAZIONE DELLA CAPACITA' PORTANTE	Pag.	9
3.	CONSIDERAZIONI AMBIENTALI	Pag.	11
3.1	Punti di indagine	Pag.	11
3.2	Modalità di campionamento	Pag.	11
3.3	Parametri analitici	Pag.	12
3.4	Metodologie analitiche	Pag.	13
3.5	Risultati analitici	Pag.	13
3.6	Osservazione sui risultati	Pag.	14

ALLEGATI

1. Certificati laboratorio geotecnica.
2. Certificati laboratorio analisi chimiche.
3. Documentazione fotografica.
4. Planimetria con individuazione dei punti di indagine.
5. Stratigrafie.
6. S.P.T.
7. Relazione sismica.
8. Tabella riepilogativa risultati analitici

tecno habitat

1. INDAGINI GEOGNOSTICHE

1.1 Introduzione

La presente relazione contiene gli esiti di un'indagine geognostica eseguita sui terreni dell'area Bione nel comune di Lecco destinata ad accogliere la nuova Caserma dei Vigili del Fuoco del Comando Provinciale di Lecco.

In base alle informazioni forniteci dalla Committenza, il futuro piano fondazionale è stato ipotizzato a circa -1.50, -3.0, -4.0 e -5.0 m di profondità dall'attuale piano campagna dal quale sono iniziate le perforazioni; inoltre si è ipotizzato di utilizzare, come fondazioni, plinti quadrati larghi 2.00 m..

Per la definizione dei principali parametri necessari alla caratterizzazione geotecnica dell'area in oggetto si sono eseguiti 2 sondaggi a carotaggio continuo (denominati rispettivamente S3 e S5) spinti fino ad una profondità massima di 30 metri dall'attuale piano campagna corredati da una serie di prove SPT, dal prelievo di alcuni campioni indisturbati Shelby (su cui si sono eseguite una serie di prove di laboratorio) e dall'installazione di un doppio piezometro per ciascun foro.

Inoltre si sono eseguite tre prove penetrometriche dinamiche, denominate rispettivamente P1, P2 e P3, spinte fino alla profondità di -19.50 m, i cui risultati hanno permesso un'interpolazione con i dati derivanti dagli SPT, ottenendo una più completa caratterizzazione geotecnica dei terreni.

Infine sono stati eseguiti degli stendimenti: la caratterizzazione sismica è riportata di seguito e la relazione sismica è riportata in Allegato 7.

Lo studio è stato condotto in osservanza alla normativa vigente, in particolare al D.M.LL.PP 11/03/88 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione".

tecno habitat

1.2 Sondaggio a carotaggio continuo

I sondaggi sono stati eseguiti utilizzando una sonda perforatrice idraulica Boartlongyear Gelma1 montata su cingoli.

Le caratteristiche tecniche della sonda sono riassunte nella seguente tabella:

Tabella 1 - Gelma 1

Velocità di rotazione	0 ÷ 800 Rpm
Coppia massima	8000 Kgm
Spinta	3000 Kg
Tiro	4000 Kg
Portata pompa	100 l/min.

Come utensile per la perforazione ed il recupero dei campioni è stato utilizzato un carotiere semplice con le seguenti caratteristiche:

Tabella 2

diametro esterno ϕ_{est}	Diametro interno ϕ_{int}	lunghezza utile	Corona
101 mm	94 mm	150 cm	Widia

Per sostenere le pareti del foro si sono utilizzati rivestimenti provvisori costituiti da tubi in acciaio con le seguenti caratteristiche:

tecno habitat

Tabella 3

diametro esterno ϕ_{est}	Diametro interno ϕ_{int}	Lunghezza spezzoni
127 mm	118 mm	150 cm

I sondaggi, realizzati tutti a “carotaggio continuo”, sono stati spinti fino a 30 m, adottando tutte le precauzioni necessarie a mantenere intatte le caratteristiche dei materiali prelevati.

L'avanzamento del carotiere è avvenuto a “secco” senza utilizzare fluidi di perforazione.

Successivamente alla posa dei piezometri si è rilevato la falda ad una profondità indicativa di circa -4.50/5.00 m. dal p.c.; questo valore può comunque variare durante l'anno in funzione delle precipitazioni e delle irrigazioni agricole.

La presenza dei piezometri permetterà il monitoraggio della falda attraverso misurazioni distribuite nel tempo in modo da controllare l'escursione stagionale della falda stessa nel periodo di massimo e minimo.

1.3 Esecuzione S.P.T.

Per la caratterizzazione geotecnica del terreno indagato sono stati eseguiti una serie di S.P.T. in tutti i fori d'indagine a varie profondità (Allegato 6).

La prova di penetrazione standard (S.P.T.) consiste nel misurare il numero di colpi N necessari ad infiggere per un tratto di 30 cm (1 piede) un campionatore avente diametro esterno 51 mm (2 pollici), spessore di 16 mm e lunghezza, complessiva di scarpa e raccordo alle aste, di 813 mm; per l'infissione viene utilizzata una massa battente di 63,5 Kg (140 libbre) che cade da una altezza di 76,2 cm (30 pollici), corrispondente ad un lavoro di 0,5 KJ per colpo. In terreni ghiaiosi la scarpa tagliente viene sostituita da una punta conica con diametro di 51 mm e angolo al vertice di 60°.

tecno habitat

Le norme codificate dalla A.G.I. prevedono la misurazione della resistenza ogni 15 cm fino alla infissione dell'attrezzo per 45 cm. In tali norme viene fissato un limite massimo di 50 colpi per i primi 15 cm e di 100 colpi per gli altri 30; la velocità di prova viene invece stabilita ad un ritmo di percussione compreso tra 10 e 25 colpi al minuto.

I valori degli S.P.T., utilizzati per verificare tramite abachi di progetto i risultati relativi alla capacità portante e ai cedimenti delle fondazioni, sono riportati in forma numerica nella stratigrafia (Allegato 5).

1.4 Esecuzione prove penetrometriche dinamiche

Per la determinazione dei parametri geotecnici sono state eseguite n° 3 prove penetrometriche dinamiche (denominate rispettivamente P1, P2 e P3), spinte fino a -19.50 m. da p.c.c, con un penetrometro montato su carrello cingolato avente una spinta di infissione di 20t.

L'indagine è stata eseguita secondo le modalità previste dalle norme A.G.I. e più precisamente come viene descritto di seguito.

Le prove penetrometriche dinamiche consistono nell'ingfiere in continuo nel terreno una punta conica collegata alla superficie da una batteria di aste.

Ogni 30 cm si rilevano i colpi necessari alla penetrazione che per le interpretazioni verranno correlati ai valori di N_{spt} .

Il rifiuto alla penetrazione viene deciso quando per affondare la punta di 30 cm sono necessari più di 50 colpi portati con l'attrezzatura standardizzata.

In fase di interpretazione il valore N_p (numero di colpi necessario per far avanzare le aste di 30 cm) viene correlato al valore N_{spt} dal quale viene calcolato l'angolo di attrito e la densità relativa del terreno considerato.

tecno habitat

1.5 Indagine Geofisica

La nuova zonizzazione sismica dell'intero territorio nazionale (Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3274 del 20/03/03 pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale n°105 dell' 8/05/03 Supplemento Ordinario n°72 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica") inserisce il Comune di Lecco nell'elenco dei Comuni in Zona 4, cioè tra quelli individuati con minor rischio sismico.

La Regione Lombardia con D.G.R. n° 14964 del 7/11/03 prende atto della classificazione fornita dalla suddetta ordinanza 3274/03 ed impone l'obbligo della progettazione antisismica per tutti le aree ricadenti in zona 2 e 3 ed in zona 4 esclusivamente per gli "edifici strategici e rilevanti" (il caso in analisi), così come individuati dal Decreto n°19904 del 21/11/03.

Alla luce del D.G.R. 14964/03 si ritiene corretto considerare le specifiche di sismicità Bassa (S=6) per i comuni in zona 4 come Lecco.

Ai fini della classificazione sismica di progetto sono state definite 5 classi di terreno identificabili sulla base delle caratteristiche stratigrafiche e delle proprietà geotecniche, rilevate nei primi 30 m. e definite dai seguenti parametri: velocità delle onde (V_{s30}), numero dei colpi SPT (N_{spt}) e coesione non drenata (C_u).

Per una migliore definizione delle caratteristiche del terreno e della sua microzonazione, è stata effettuata una indagine sismica basata sulla propagazione delle onde rifratte SH.

Dalla risposta del sottosuolo alle vibrazioni artificiali indotte, rilevata con geofoni, si è ricavata – attraverso una opportuna elaborazione tomografica dei dati- una descrizione integrativa dei litotipi sottostanti la base e si è calcolato il valore dell'importante parametro progettuale V_{s30} .

Sulla base delle indagini eseguite e riportate in relazione (Allegato 7), i terreni costituenti il sottosuolo del sito indagato fino alla profondità indicativa di 30 m. rientrano mediamente nel profilo stratigrafico individuato con la lettera C, cioè: *"Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate o di argille di media consistenza."*

tecno habitat

2. VALUTAZIONE DELLA CAPACITA' PORTANTE DEI TERRENI

L'esecuzione sia dei sondaggi correlati dagli SPT sia delle prove penetrometriche hanno permesso di fornire una schematizzazione della successione stratigrafica locale e di caratterizzare dal punto di vista geotecnico i terreni attraversati.

In prima battuta si è presa in considerazione l'ipotesi di utilizzare fondazioni superficiali, quali plinti quadrati larghi 2.00 m, a profondità fondazionali distinte di circa -1.50, -3.00, -4.00 e -5.00m.. dal piano campagna da cui sono iniziati i sondaggi.

Per il calcolo della capacità portante si è utilizzata la formula di Terzaghi per fondazioni superficiali quadrate così di seguito rappresentate:

$$Q_u = \gamma \cdot D \cdot N_q + 0.4 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma$$

dove:

Q_u = capacità portante limite (kg /cm²)

D = profondità fondazione (m)=1.50,3.00,4.00,5.00

γ_n = peso di volume naturale (tonn / m³)=1.6 (con $D=-1.50m$)

γ_i = peso di volume immerso (tonn / m³)=0.6 (con $D=-3.00, -4.00$ e $-5.00m.$)

B = larghezza plinti quadrati (m)=2.00

N_q , N_γ = fattori adimensionali di portanza in funzione dell'angolo d'attrito (paria circa 28°)

Il carico unitario ammissibile (q_a) è determinato dal rapporto tra il valore della capacità portante ed un fattore di sicurezza $F_s \geq 3$ (D.M. 11/03/88).

tecno habitat

Nella tabella seguente vengono riassunti i risultati preliminari.

Tabella 4: Valutazione preliminare della portanza

DIMENSIONI DELLA FONDAZIONE (m)	PROFONDITA' DELLA FONDAZIONE dal p.c. (m)	Q ammissibile (kg /cm ²)	Modulo Ks (kN/m ³)
2.00	-1.50	1.40-1.50	17400
2.00	-3.00	0.70-0.80	9000
2.00	-4.00	0.70-0.80	9000
2.00	-5.00	0.70-0.80	9000

I carichi citati in tabella hanno fornito cedimenti **inferiori a 2,5 cm** che rientrano nei limiti normalmente accettati.

Sarà compito del progettista decidere il dimensionamento più adatto delle fondazioni superficiali in base al carico strutturale esistente su ciascuna di esse e ai cedimenti conseguenti.

E' fondamentale sottolineare il fatto che il terreno indagato fino alla profondità di circa 7.0-8.0 m. è risultato essere di RIPORTO, quindi molto eterogeneo e variabile. Di conseguenza, se da un lato in questa relazione si considereranno accettabili i dati ottenuti dagli SPT dei sondaggi, è sempre vero che un materiale così eterogeneo potrà avere caratteristiche molto diverse nell'ambito dell'area interessata (vedi alcuni valore di SPT).

Nell'ambito della valutazione delle alternative possibili, il progetto potrebbe prevedere l'utilizzo di fondazioni profonde quali pali.

In questo caso emergono alcuni importanti vantaggi, quali:

- **interessare nel calcolo delle portanze livelli di terreno molto più uniformi ed omogenei rispetto a quelli di riporto;**
- **la possibilità di avere portanze nettamente maggiori rispetto a quelle calcolate per le fondazioni superficiali.**

tecno habitat

3. CONSIDERAZIONI AMBIENTALI

3.1 PUNTI DI INDAGINE

In corrispondenza del carotaggio continuo S3, il giorno 08/02/2007 sono stati prelevati n° 3 campioni di terreno alle seguenti profondità:

- Carotaggio S3, punto C1 nei primi 60 - 80 cm (sottile strato bruno scuro).
- Carotaggio S3, punto C2 in un intervallo compreso tra i 2,5 e 3 m (riporto grigiastro).
- Carotaggio S3, punto C3 in un intervallo compreso tra i 4 e 4,5 m (riporto mattoni frantumati).

In corrispondenza del carotaggio continuo S5, il giorno 15/02/2007 sono stati prelevati n° 2 campioni di terreno alle seguenti profondità:

- Carotaggio S5, punto C4 in un intervallo compreso tra i 1,5 e 2 m (riporto con mattoni frantumati)
- Carotaggio S5, punto C5 in un intervallo compreso tra i 9 e 9,5 m (sabbia grigia)

Dalle prove penetrometriche dinamiche sono stati prelevati il giorno 19/02/07 un campione di terreno denominato C6 e il giorno 21/02/07 un campione di terreno denominato C7:

- Prova penetrometrica P1, Campione C6 in un intervallo compreso tra i 2,5 e 3 m (sabbia, ghiaia, frammenti laterizi);
- Prova penetrometrica P3, Campione C7 in un intervallo compreso tra i 2,5 e 3 m (sabbia, ghiaia, frammenti laterizi).

La localizzazione definitiva dei punti di indagine è visibile nella planimetria in allegato 3.

3.2 MODALITÀ DI CAMPIONAMENTO

Sono stati prelevati dal carotaggio S3 n° 3 campioni di terreno, dal carotaggio S5 n° 2 campioni di terreno, dalla prova penetrometrica dinamica P1 n° 1 campione di terreno e dalla prova penetrometrica dinamica P3 n° 1 campione di terreno.

Il materiale carotato è stato riposto in apposite cassette catalogatrici e descritto redigendo una tabella stratigrafica dalla quale appare la successione verticale degli orizzonti attraversati.

A carota disponibile, appena estratta, si è proceduto alle operazioni di campionamento.

tecno habitat

Ai fini di ottenere l'obiettivo di ricostruire il profilo verticale di concentrazione degli inquinanti nel terreno i campioni oggetto di analisi sono stati privati in campo della frazione granulometrica maggiore di 2 cm e le determinazioni analitiche sono state condotte sull'aliquota di granulometria inferiore a 2 mm.

Le attività analitiche sono state eseguite come previsto dall'allegato 2 titolo V D.lgs 152/06.

La documentazione fotografica è riportata in allegato 4.

3.3 PARAMETRI ANALITICI

Per ciascun campione di terreno prelevato si è proceduto alla determinazione analitica dei seguenti parametri:

Campione C1: Pb, Cd, As, Hg, Cr, Zn, Ni, Cu, C<12, C>12, PCB.

Campione C2: Pb, Cd, As, Hg, Cr, Zn, Ni, Cu, C<12, C>12.

Campione C3: Pb, Cd, As, Hg, Cr, Zn, Ni, Cu, C<12, C>12.

Campione C4: Pb, Cd, Hg, Zn, Cu, C>12.

Campione C5: Pb, Cd, As, Hg, Cr, Zn, Ni, Cu, C>12, PCB.

Campione C6: Pb, Cd, As, Hg, Cr, Zn, Ni, Cu, C>12, PCB.

Campione C7: Pb, Cd, As, Hg, Cr, Zn, Ni, Cu, C>12, PCB.

Le attività analitiche sono state eseguite come previsto dall'allegato 2 titolo V D.lgs 152/06.

Ciascuno di questi campioni è stato costituito da un "medio composito" rappresentativo dell'intervallo d'indagine preventivamente setacciato, omogeneizzato e quartato.

La concentrazione presente nel campione è stata determinata riferendosi alla totalità dei materiali secchi comprensiva anche dello scheletro.

Ciascun campione prelevato è stato inserito in appositi contenitori in vetro da 500 cc cadauno riportanti l'etichetta di identificazione del campione stesso indicante numero del sondaggio, quota di prelievo e data di prelievo.

Una volta confezionati ed etichettati, tutti i campioni di terreno sono stati immediatamente collocati all'interno di frigoriferi (alla temperatura di 4 °C) appositamente allestiti all'interno dell'area in oggetto al fine di poter mantenere inalterate le caratteristiche chimico-fisiche dei terreni.

tecno habitat

3.4 METODOLOGIE ANALITICHE

Le analisi sono state effettuate presso il laboratorio C.E.A.R. Laboratori Riuniti s.r.l. di Merone (Co), via Nuova Valassina 5/b.

Tale laboratorio è accreditato SINAL, con numero di accreditamento n°0162.

Le analisi dei campioni di terreno sono state effettuate sulla frazione granulometrica passante il vaglio 2 mm e ad essa sono stati riferiti i dati analitici con cui effettuare il confronto con i valori limite definiti dal D.M. 152/06.

Vengono di seguito riportate le metodologie analitiche impiegate per la determinazione di ciascuno dei parametri analitici di riferimento.

PARAMETRO	METODICA
CADMIO	EPA-3051A –APAT IRSA/CNR N.3020
CROMO TOTALE	EPA-3051A –APAT IRSA/CNR N.3020
RAME	EPA-3051A –APAT IRSA/CNR N.3020
PIOMBO	EPA-3051A –APAT IRSA/CNR N.3020
ZINCO	EPA-3051A –APAT IRSA/CNR N.3020
NICHEL	EPA-3051A –APAT IRSA/CNR N.3020
ARSENICO	EPA-3051A –APAT IRSA/CNR N.3020
MERCURIO	Metodo N.10 IRSA/CNR-Quad.64 IRSA/CNR Vol.III – N.922 M.U.167
PCB	Metodo N.24 Q64IRSA/CNR
IDROCARBURI LEGGERI (C<12)	EPA 8015B- EPA 5021°
IDROCARBURI PESANTI (C>12)	FTIR

3.5 RISULTATI ANALITICI

Nella tabella in allegato 8 si sintetizzano i risultati ottenuti alla luce delle concentrazioni limite previste per i terreni ex D.lgs 152/06 allegato V al titolo V tab. 1 col. A (Verde e residenziale) e col. B (Commerciale e industriale).

In allegato 2 si riportano i certificati analitici del laboratorio relativi alle analisi effettuate sulla matrice terreno.

tecno habitat

3.6 OSSERVAZIONI SUI RISULTATI

Dalla valutazione dei risultati emerge che lo stato di qualità dei terreni del sottosuolo dell'area in oggetto è **conforme ai limiti previsti dal D.lgs 152/06 allegato V, titolo V tab. 1 col. B (commerciale industriale)**.

Non risultano infatti superamenti dei limiti per la destinazione d'uso commerciale-industriale ex D.lgs 152/06 allegato V, titolo V tab. 1. col. B.

Confrontando i dati analitici raccolti con i relativi limiti di legge si notano superamenti per la destinazione d'uso verde e residenziale ex D.lgs 152/06 allegato V, titolo V tab. 1. col. A. (evidenziati in giallo nella tabella) per alcuni metalli (rame, piombo, zinco cadmio), in due casi per il PCB e in cinque casi per gli idrocarburi pesanti C>12. Si tratta di superamenti disuniformi, legati probabilmente alla disomogeneità del riporto.