

COMUNE DI GENOVA

**Committente:
SALATI ARMANDO S.p.A.**

Oggetto:

**Studio dei valori di concentrazione di cromo e
nichel del fondo naturale nel sottosuolo
dell'ex Stabilimento Verrina di Genova, in Via
Prà, Municipio VII Ponente.**

Relazione Geologica

**STUDIO ASSOCIATO BELLINI
G e o l o g i**

Data:
06.09.2017

**Via Galata 9/1
16121 - G E N O V A
Tel - Fax 010-586503 - 566277
Partita I.V.A. 01270990995**



Consegnata
come Rev_01
170929

INDICE

<u>1. PREMESSA.....</u>	<u>2</u>
<u>2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO ED EVOLUZIONE STORICA DEI LUOGHI.....</u>	<u>5</u>
<u>3 LINEAMENTI GEOLOGICI: IL SUBSTRATO ROCCIOSO.</u>	<u>7</u>
<u>4 I TERRENI DI COPERTURA.</u>	<u>7</u>
<u>5 CONSIDERAZIONI IDROGEOLOGICHE.....</u>	<u>8</u>
<u>6 SEQUENZA STRATIGRAFICA E MODELLO GEOLOGICO DEL SITO DI STUDIO.</u>	<u>9</u>
6.1 CAMPAGNA GEOGNOSTICA 2004.	9
6.2 CAMPAGNA GEOGNOSTICA 2015.	10
6.3 ULTERIORI DATI GEOGNOSTICI.....	12
6.4 IL MODELLO GEOLOGICO.....	12
<u>7 STUDIO DEL FONDO NATURALE DELLE CONCENTRAZIONI DI CROMO TOTALE E NICHEL NELL'AREA IN ESAME.</u>	<u>13</u>
7.1 METODOLOGIA DI LAVORO.	13
7.2 IL CROMO E IL NICHEL NEL SOTTOSUOLO DELL'EX STABILIMENTO VERRINA.....	15
7.3 IL CROMO E IL NICHEL ALL'ESTERNO DELL'AREA DELL'EX STABILIMENTO VERRINA.....	19
7.4 ALTRI DATI ANALITICI DA SITI OGGETTO DI CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE ESTERNI ALL'AREA DELL'EX STABILIMENTO VERRINA DI GENOVA PRÀ, MA APPARTENENTI AL MEDESIMO CONTESTO GEOLOGICO.....	21
<u>8 IL QUADRO GEOLOGICO E GEOCHIMICO DELL'AREALE DI STUDIO.</u>	<u>32</u>
<u>9 CONCLUSIONI.....</u>	<u>35</u>
<u>ELENCO ALLEGATI.....</u>	<u>37</u>

**Studio dei valori di concentrazione di cromo e nichel del fondo naturale
nel sottosuolo dell'ex Stabilimento Verrina di Genova, in Via Prà,
Municipio VII Ponente.**

1. Premessa.

Nel 2015-2016 é stato effettuato lo studio geologico geomorfologico e idrogeologico dell'area dell'ex stabilimento industriale Verrina di Genova Prà, Municipio VII Ponente (Figura 1), a fronte della previsione di un intervento di riqualificazione urbana.



Figura 1

Scopo dello studio è stato quello di approfondire le caratteristiche idro-geo-morfologiche dei luoghi, di ricostruire il modello geologico dell'areale.

L'indagine ha compreso l'esecuzione di:

- 11 sondaggi meccanici a rotazione con prelievo continuo di campione di cui 6 allestiti con piezometro microfessurato. Uno di questi sondaggi è stato ubicato all'esterno dell'Area Verrina;
- N. 10 prove SPT in foro;
- N. 4 prove di permeabilità in foro tipo Lefranc;
- n. 3 stendimenti sismici tomografici con misura della velocità delle onde P e delle onde S.

Sono inoltre stati acquisiti i risultati di altri 13 sondaggi, ancora a rotazione e con prelievo continuo di campione, eseguiti nell'ambito di una campagna di indagini risalente al 2004. Tutte le indagini citate sono ubicate sulla planimetria dell'**ALL. 1**.

Gli esiti stratigrafici, geotecnici e idrogeologici di tali indagini sono stati prodotti nell'ambito della relazione geologica che ha accompagnato la proposta progettuale di riqualificazione urbana. In particolare, le tematiche di interesse per il presente studio sono illustrate e documentate nella relazione geologica (REV. 2) del PUO – Ambito di riqualificazione urbana ex area Verrina datata 26.09.16 agli atti degli uffici comunali.

I medesimi punti di perforazione, eseguiti con le cautele necessarie per assumere anche valenza di sondaggi ambientali, sono stati utilizzati per eseguire dei campionamenti di suolo e di acqua ai fini della caratterizzazione ambientale preliminare del sito.

Le determinazioni analitiche hanno compreso, tra l'altro, i valori delle concentrazioni di metalli, in particolare Cromo totale e Nichel, nei terreni sciolti presenti a substrato dell'area, rappresentati:

- dallo strato superficiale di riporti, per uno spessore dell'ordine di 1.00-1.50 m sotto la pavimentazione del capannone, con un massimo di

1.90 in S6 e di 3.00 m circa in S2, esterno al sedime del capannone dell'ex Stabilimento e posizionato lungo la rampa di accesso;

- dai sottostanti depositi alluvionali e marini in copertura al substrato roccioso, presenti solo nel tratto meridionale del sito e riconducibili granulometricamente a ghiaie e sabbie grossolane, per spessori compresi tra 1.00 e 1.60 m, crescenti fino a 3.50-4.00 m nella zona sud-orientale dell'area (S5) e all'esterno di essa (S11).

Tali concentrazioni sono risultate relativamente elevate in quasi tutti i campioni analizzati ed hanno evidenziato pure, localmente, il superamento delle concentrazioni soglia di contaminazione (CSC) di cui alla Tabella 1 dell'Allegato 5 al Titolo V, parte quarta, del D. Lgs. 152/06 per le diverse destinazioni d'uso previste all'interno del sito Verrina (zona sud destinazione commerciale colonna B, zona nord destinazione residenziale colonna A).

In particolare, le eccedenze riguardano i campioni più profondi corrispondenti ai depositi alluvionali naturali e non ai materiali di riporto e sono dati da:

- Cromo totale in S5 zona Sud/Est area Verrina (valori di 1069 mg/kg e 1156 mg/kg per i campioni prelevati rispettivamente a profondità tra 1-1,5 e 1,5-2,3 m dal p.c. a fronte di una CSC di 800 mg/kg in colonna B);
- Nichel in S4 zona Sud/Ovest area Verrina nel campione più profondo, tra 1,5 e 2,2 m dal p.c. (valore di 692 mg/kg, a fronte di una CSC di 500 mg/kg in colonna B).

La presente relazione, che rispetta la procedura indicata per tali tipi di studi nel documento "Linee guida per lo studio dei valori di fondo naturale di alcuni metalli e semimetalli nei suoli della Liguria" di cui alla DGR 1020/2014", ha lo scopo di illustrare i dati analitici di cui sopra per sostenere, con il confronto di dati provenienti da altri siti al contorno dell'areale di interesse, che le concentrazioni di Cromo Totale e Nichel rilevate, sono riconducibili al fondo naturale del contesto geologico di riferimento, quindi naturalmente presenti nei luoghi investigati.

A titolo di preliminare inquadramento, pur rimandando alla relazione geologica per il PUO già citata per i dettagli sugli esiti stratigrafici delle indagini, si ripropone nel seguito la descrizione generale dei luoghi e il relativo modello geologico, funzionale alla comprensione delle condizioni geologiche “naturali” e utile per la valutazione della “compatibilità geologica” delle concentrazioni di Cromo e Nichel rilevate in sito, rispetto al contesto geologico di appartenenza.

2 Inquadramento geografico ed evoluzione storica dei luoghi.

L'area esaminata interessa la fascia pedemontana e costiera, sviluppata ai piedi degli ambiti collinari tra Voltri e Prà, in sinistra dell'incisione torrentizia del Rio San Giuliano.

Le modifiche urbanistiche della zona hanno progressivamente cancellato i lineamenti morfologici originari dei luoghi sia nel settore collinare, dove negli anni settanta sono stati costruiti i palazzi del quartiere Canova, sia nella zona a mare, dove è stato realizzato il riempimento di Voltri che ha spostato a Sud la linea costiera.

Sulla rottura di pendenza versante - piana corre l'autostrada Genova Ventimiglia, che ha comportato pesanti modifiche della morfologia naturale, soprattutto a Est del sito Verrina, per la creazione del piazzale e delle rampe di svincolo.

A Ovest dell'ex Area Verrina l'insediamento urbano è denso e continuo, più antico rispetto alle aree collinari e sempre a vocazione residenziale. Invece immediatamente a Est, si notano ancora le serre e le aree di coltivazione che caratterizzavano originariamente tutta la zona e che rientravano nella proprietà della Villa Podestà.

In **ALL. 2** si produce una sequenza cartografica storica della zona che evidenzia come il sito in esame occupi quella che un tempo era proprio la

fascia litorale, separata dal mare solo dalla linea ferroviaria e dalla Via Aurelia.

L'area oggetto di riqualificazione si estende complessivamente per circa 19.000 mq e confina a Nord con l'Autostrada A10 Genova Ventimiglia, a Sud, appunto con la Via Aurelia (qui denominata Via Prà) a Ovest con il Rio San Giuliano e a Est con la cosiddetta "Piana delle Serre" di Villa Podestà.

La morfologia attuale è articolata su tre ampi ed estesi gradoni derivati dagli interventi modificatori che sono stati attuati per la costruzione dei capannoni e degli edifici industriali. Tali interventi sono riassumibili in:

- sbancamento del versante nel settore nord dove è stato ricavato un piano a q.a. 12 circa. Sul confine corre una sequenza di muri gradonati in testa ai quali passa l'autostrada;
- sistemazione dell'area sottostante secondo altri due piani a quote decrescenti da monte verso mare (q.a. 9 – 6 circa) con collocazione di riporti, per il livellamento del terreno, di spessore crescente dal settore centrale al settore meridionale.

Da tali interventi si ricava che la morfologia naturale era definita da:

- una zona a pendenza media nel settore nord;
- un piano a leggera inclinazione verso mare per la parte restante.

Mentre il settore di monte è propriamente riconducibile a un ambito morfologico di fascia pedemontana, il piano inclinato verso mare rappresenta un terrazzo marino quaternario che caratterizza questo tratto di fascia costiera, sul quale sono collocate Villa Podestà e le serre che la circondano.

Si deve altresì osservare che i riporti di maggiore spessore presenti nel settore meridionale dell'area si raccordano verso mare con il rilevato stradale della Via Aurelia e della sede ferroviaria.

Il confronto tra gli estratti cartografici della zona dall'ottocento a oggi (**ALL. 2**) attesta la progressiva e graduale modificazione dei luoghi, con particolare evidenza per l'avanzamento della linea costiera.

3 Lineamenti geologici: il substrato roccioso.

La ricostruzione dell'andamento morfologico del profilo del substrato, con riferimento alla netta rottura di pendenza esistente tra l'ambito collinare e la fascia costiera, passando per un settore intermedio di localizzazione pedemontana, ove è impostata l'autostrada, trova conferma nella stratigrafia dei terreni presenti a substrato del sito in esame. Immediatamente al di sotto del sedime del capannone nella parte a Nord e previa interposizione di uno strato alluvionale nella parte a Sud si reperiscono calcescisti e scisti quarzo-micacei, con intercalazioni calcaree, appartenenti alla formazione dei "Calcescisti del Turchino", dell'Unità Tettonometamorfica Voltri.

Questi si trovano in contatto tettonico con "scaglie" di serpentiniti e serpentinoscisti e presentano locali intercalazioni di scisti actinolitico-cloritici in corrispondenza di faglie tendenzialmente orientate NE/SO. La medesima formazione prevale anche a Ovest lungo la valle del T. Leira che sfocia a Voltri. Invece direttamente a monte del sito e verso Est, risalendo il versante sopra l'autostrada, nonché ancora più a Ovest, sopra Vesima e Arenzano, dominano i "Serpentinoscisti antigoritici del Bric del Dente" con intercalazioni di metagabbri e metabasiti.

4 I terreni di copertura.

Morfologicamente l'area esaminata interessa lo stretto terrazzo costiero sviluppato ai piedi dei rilievi collinari che si affacciano sul tratto tra Voltri e il Promontorio della Pria Pula di Pegli, coperta da sedimenti di origine marina più antichi rispetto ai depositi fluviali che li incidono in corrispondenza degli sbocchi dei numerosi rivi con foce diretta a mare, tra cui si cita il Rio San Giuliano al margine dell'area Verrina, il T. Leira a Ovest e, verso Est, il Rio Madonnette, il T. Branega e il T. Foce-Rio San Pietro.

I sedimenti marini si connotano come depositi ghiaiosi e sabbiosi posti a quote più alte rispetto all'attuale livello del mare, tipicamente arrossati per ossidazione e alterazione. Granulometricamente analoghi risultano i depositi alluvionali dei rivi e dei torrenti, seppure mantengano colorazioni grigiastre o verdine tipiche dei componenti litologici naturali (rocce verdi e calcescisti), in assenza di fenomeni di pedogenesi o ossidazione.

Con specifico riferimento al sito in esame, come già anticipato, soltanto nelle porzioni meridionali e centrali sono presenti, in copertura al substrato roccioso, il deposito di terrazzo, costituito da sabbie e ghiaie di origine marina, e i sedimenti alluvionali continentali legati all'attività del Rio San Giuliano, mentre nella porzione settentrionale il piano della roccia, modellato da interventi di sbancamento che hanno gradonato il profilo per l'imposta del capannone dell'ex stabilimento, è coperto solo da un sottile strato di materiali detritici di riporto, o direttamente dal battuto in calcestruzzo della pavimentazione industriale.

All'interno del sito, i medesimi materiali di riporto compiano anche a rifinire e uniformare la quota del terreno in copertura ai sedimenti marini e alluvionali laddove presenti.

E' nota poi la formazione, in zona, di vere e proprie colmate, come nell'area a mare del litorale indagato (Area VTE).

5 Considerazioni idrogeologiche.

Dal punto di vista idrogeologico, i calcescisti e gli scisti serpentinitici, quantunque localmente allentati e fratturati, devono essere considerati un substrato scarsamente o per nulla permeabile, sul quale appoggiano i sedimenti alluvionali, che risultano, invece, permeabili per porosità. La roccia di fondo, dunque, rappresenta il letto dell'acquifero, alimentato dai versanti a monte e presumibilmente mescolato, verso mare, con acque saline.

Non si può escludere che possa essere localmente attiva anche una circolazione idrica sotterranea nel substrato, in associazione a orizzonti particolarmente fratturati o in prossimità dei contatti tettonici effettivamente constatati nell'ambito esaminato. Si segnala, al proposito, un'emergenza sorgentizia perenne ubicata sul confine di monte dell'area Verrina, le cui acque, al tempo dell'attività dello stabilimento, venivano convogliate e raccolte in apposita vasca e usate per il raffreddamento dei macchinari.

Si tratta, ad ogni modo, di fenomeni puntuali di filtrazione, con probabile alimentazione dai versanti collinari retrostanti la fascia costiera, mentre è ragionevole escludere, anche sulla base delle indagini di seguito illustrate, la presenza di una falda idrica circolante negli ammassi rocciosi a substrato, continua e significativa.

In tema di deflussi superficiali, si richiama la presenza del Rio San Giuliano che scorre a cielo aperto in aderenza all'attuale edificio industriale ed è tombinato nei tratti di monte, all'altezza della Via Ventimiglia e di valle, per sottopassare la Via Aurelia e la Ferrovia.

Al corso d'acqua può essere associata una falda di subalveo discendente dai versanti a monte e di competenza dei depositi alluvionali.

6 Sequenza stratigrafica e modello geologico del sito di studio.

6.1 Campagna geognostica 2004.

Sull'area oggetto del presente studio era stata condotta, nel 2004, un'indagine di carattere ambientale, con perforazione di n. 13 sondaggi meccanici a rotazione, con prelievo continuo di campione, approfonditi tutti, tranne uno, fino al substrato roccioso.

La planimetria dell'**ALL. 1** riporta l'ubicazione di tali sondaggi, nei quali la sequenza stratigrafica accertata è stata la seguente:

- i sondaggi localizzati nel settore Nord (Sondaggi 5-7-8-10-11) hanno confermato la presenza del substrato di calcescisti direttamente al di sotto di uno strato superficiale di materiali di riporto di spessore variabile tra 0.50 e 2.70 m;
- i sondaggi ubicati nel settore più meridionale o spostati verso il Rio San Giuliano (Sondaggi 2-4-6-9-13) hanno incontrato, sotto ai riporti, depositi alluvionali di granulometria prevalentemente mista, ghiaioso-sabbiosa;
- i sondaggi realizzati nel tratto sud-orientale (Sondaggi 1-3-12) hanno reperito, sotto ai riporti, sabbie e ghiaie stratificate, alterate e ossidate, tipicamente di colore rossiccio e ocraceo;
- i due sondaggi eseguiti più a Sud 9 e 13, hanno incontrato a substrato serpentinoscisti;

6.2 Campagna geognostica 2015.

Dieci degli undici sondaggi della campagna geognostica 2015 sono stati perforati all'interno del sito Verrina mentre uno (S11) è stato eseguito all'esterno, nei terreni coltivati posti a Est (**ALL. 1**). Tutti sono stati approfonditi fino a 12 m dal p.c. ed hanno raggiunto il substrato roccioso sano, ma soltanto quelli ubicati nel settore meridionale e centrale dell'area (S1, S2, S3, S4, S5) oltre che quello all'esterno (S11), hanno preliminarmente attraversato i depositi alluvionali.

La sequenza stratigrafica ha pienamente confermato i dati già disponibili evidenziando:

- un primo strato di terreno di riporto dell'ordine di 1.00-1.50 m (massimo in S2 e pari a 3.00 m), costituito in prevalenza da ghiaia eterometrica in matrice sabbiosa debolmente limosa, con clasti di lato

fino a qualche centimetro, prevalentemente di calcescisti, e meno frequentemente di serpentiniti. All'interno del capannone questi costituiscono lo strato di sottofondo della pavimentazione in calcestruzzo, che presenta uno spessore medio di 0.30 m nell'edificio a Ovest (S3 e S4) e di 0.20 m nel capannone (S6, S7, S8, S10) con ispessimenti localizzati (2.10 m in S9) in corrispondenza delle zone che erano gravate dalla presenza di macchinari particolarmente pesanti. Nelle aree esterne la pavimentazione, laddove presente, è costituita da asfalto (S1 e S2), altrimenti lo strato di terreno di riporto è mescolato a terreno vegetale rimaneggiato, come in S5 e in S11.

- Al di sotto dei riporti, nella zona nord si reperisce direttamente il substrato roccioso di calcescisti con intercalazioni di scisti actinolitico-cloritici e di brecce ofiolitiche cataclastiche (S6, S7, S8, S9, S10), mentre a Sud come a Est, in zona serre, sono presenti, in copertura al substrato, materiali sciolti riconducibili a ghiaie e sabbie grossolane, di litologie tipiche del fondo litogenetico (ofioliti e calcescisti). I clasti sono mediamente elaborati e appiattiti, tipicamente di origine marina. Granulometricamente si distingue una sovrapposizione di strati prevalentemente sabbiosi su strati ghiaiosi. Lo spessore è variabile da punto a punto senza apparente correlazione e raggiunge i 3.50-4.00 m (S11 e S5). E' elevato il grado di alterazione e ossidazione per processi pedogenetici, che conferisce una tipica colorazione rossiccia e ocracea.
- In S3 e S4, invece, in copertura al substrato roccioso, il sedimento sciolto ha uno spessore di 1.60-1.70 m ed è poco alterato e caotico; vi si riconoscono ghiaie sabbiose e limose degli apporti alluvionali del Rio San Giuliano.

Le sezioni geologiche dell'**ALL. 3** schematizzano la ricostruzione della geologia del sottosuolo nell'area di interesse.

6.3 Ulteriori dati geognostici.

L'esame delle stratigrafie di sondaggi eseguiti sulla fascia litoranea e reperiti nella Banca Dati Sondaggi Geologici della Regione Liguria, conferma l'andamento descritto e identifica un terrazzamento, con margine all'altezza della linea ferroviaria, oltre la quale il fondale si approfondisce velocemente. Il riempimento artificiale nella zona del Terminal Europa di Voltri (VTE), antistante l'area d'interesse, rivela spessori di 7.00-8.00 m e al di sopra di sedimenti marini ghiaiosi e sabbiosi. Il substrato passa da q.a. 2.00 all'ingresso dell'ex Area Verrina a q.a. - 3.00 all'altezza della Ferrovia e scende bruscamente a q.a. - 7.50 nel tratto centrale dell'area VTE.

6.4 Il modello geologico.

L'insieme dei dati geologici e geognostici sopra illustrati, rivela, dunque, la presenza a substrato del sito dell'ex Stabilimento Verrina, di un ammasso roccioso ascrivibile alla formazione dei Calcescisti del Turchino, comprendente calcescisti e calcemicascisti, con vene e noduli di quarzo e calcite, marcatamente scistososi, con intercalazioni frequenti di fasce cataclastiche e caoticizzate. (S6, S7, S9, S10), indici della presenza di lineazioni o discontinuità strutturali a scala locale, oltre che della sovrapposizione di diverse fasi deformative.

All'estremità meridionale della proprietà, proprio in fregio alla Via Prà, compaiono, in contatto tettonico con i calcescisti, rocce ofiolitiche date da serpentinoscisti e scisti actinolitico-cloritici. Dai dati disponibili si deduce che il contatto è orientato all'incirca Est/Ovest analogamente ai principali sistemi strutturali che caratterizzano l'Unità Voltri.

In copertura si è impostata la sedimentazione quaternaria, marina e fluviale, caratterizzata da una sequenza di sedimenti di granulometria mista, prevalentemente ghiaioso-sabbiosi, di origine sia marina, sia fluviale, di

natura litologica corrispondete ai litotipi presenti nei bacini a monte, quindi serpentiniti, peridotiti e prasiniti in prevalenza, perché più tenaci e resistenti all'erosione e all'abrasione, calcescisti e calcari.

All'estremità sud-orientale della proprietà, con prosecuzione verso Est, si reperiscono deposizioni di sabbie e ghiaie tipiche del terrazzamento marino che interessa tutta la fascia costiera di questo tratto. In ricerche e studi specialistici sulla geologia del Quaternario¹, sono state riconosciute due antiche linee di riva, attestate rispettivamente a q.a. 16 e a q.a. 7, con deposizioni di spiaggia, sottomarina ed emersa, per stazionamento del livello marino a livello più alti della fase attuale. Tali depositi, che sono interessati da episodi pedogenetici, sono stati ricoperti da limi sabbiosi con clasti spigolosi delle rocce del basamento, di provenienza continentale (S11), con dinamiche riconducibili a colate detritiche dai versanti a monte, di spessore in diminuzione verso mare.

7 Studio del fondo naturale delle concentrazioni di Cromo Totale e Nichel nell'area in esame.

7.1 Metodologia di lavoro.

La relazione raccoglie e illustra i dati analitici disponibili relativamente ai valori di concentrazione di Cromo e Nichel nei terreni sciolti del sottosuolo dell'ex sito industriale della Verrina di Prà, che rappresenta il sito di specifico interesse per il presente studio, nonché nei terreni sciolti del sottosuolo di aree del medesimo contesto, ubicate all'esterno di questo, precisamente a monte e a Est.

In particolare, vengono nel seguito analizzati e confrontati i dati analitici delle concentrazioni degli elementi a progetto, il Cromo e il Nichel

¹ "Una palespiaggia tra Voltri e Palmaro (Genova): evidenze sedimentologiche e morfologiche" Carobene e Firpo, 1994.

appunto, derivanti da determinazioni effettuate su campioni di terreni prelevati nel corso della campagna geognostica 2015 all'interno e all'esterno dell'area Verrina, e i dati analitici resi disponibili dall'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente Ligure pertinenti a siti localizzati nell'areale di interesse del medesimo contesto geologico, e preferibilmente ubicati sulla fascia costiera.

A supporto dell'inquadramento geologico della zona, illustrata ai paragrafi precedenti, è stata poi analizzata la cartografia geolitologica più aggiornata, data dalla Carta Geologica d'Italia, Foglio Genova n. 213-230 – Progetto CARG, la cartografia geochemica della Regione Liguria pubblicata nell'ambito del Contratto DipTeRis 393/2007, e altra cartografia tematica di interesse acquisita presso il Servizio Cartografico della Regione Liguria.

Considerato il quadro stratigrafico del sito di interesse e la sua ubicazione geomorfologica, nell'ambito del tratto costiero del ponente genovese, sviluppato tra il Bacino del Torrente Leira a Ovest e il Bacino del Torrente Branega a Est, l'attenzione è stata focalizzata sulla determinazione dei metalli citati nei sedimenti di origine marina e fluviale che impegnano l'intero tratto e che ricoprono la piattaforma continentale.

Tali sedimenti, come già descritto in precedenza, sono dati da una sequenza di ghiaie e sabbie, di colore verdolino e grigio se inalterate o a matrice arrossata per ossidazione, se alterate e pedogenizzate, le cui componenti litologiche comprendono oltre ai calcescisti presenti nell'immediato retroterra, anche rocce verdi, soprattutto serpentiniti e peridotiti, affioranti lungo tutta la dorsale collinare a monte dell'area.

Proprio alla base di tale dorsale, è nota e cartografata ufficialmente la presenza di depositi sedimentari marini e fluviali, mentre sui rilievi retrostanti compaiono anche depositi di coltri naturali di origine eluviale e eluvio-colluviale che sono state, anch'esse, oggetto di confronto perché campionate nell'ambito delle indagini ambientali reperite per il sito ubicato in Via Montanella, morfologicamente a monte rispetto all'area in esame.

Infine, il Nichel e il Cromo sono stati cercati nei riporti superficiali connessi al tessuto urbanizzato, che ricoprono i terreni naturali sull'intera estensione degli areali investigati.

7.2 Il Cromo e il Nichel nel sottosuolo dell'ex Stabilimento Verrina.

Come noto, per l'indagine preliminare di caratterizzazione del sito Ex Stabilimento Verrina, nel 2015, sono stati eseguiti campionamenti di terreni dai sondaggi perforati sia all'interno, sia all'esterno del sedime dell'ex capannone industriale (**ALL.1**). Gli esiti delle determinazioni sono illustrati nella relazione "Stabilimento ex Verrina - Genova - Indagine preliminare di caratterizzazione del sito - Relazione Tecnica a firma Piovano/Girelli del novembre 2015, agli atti dell'Ufficio Bonifiche del Comune di Genova.



Figura 2: Ubicazione sondaggi nell'area ex Stabilimento Verrina di Genova – Prà.

Per facilità di lettura si riportano in tabella i valori delle concentrazioni di Cromo e Nichel riscontrati nel sito suindicato, nei diversi punti di campionamento, distinguendo i sondaggi S (in rosso) dai sondaggi S attrezzati con piezometro (in blu).

**Concentrazioni degli elementi a progetto nel sottosuolo dell'area
dell'ex Stabilimento Verrina di Genova Prà.**

Sondaggio	Profondità (m. da p.c.)	Terreno	Cromo totale (mg/kg s.s.)	Nichel (mg/kg s.s.)
S1	0.00–1.00	Riporti	240	132
S1	1.00–1.50	Riporti/Sed.all.	470	349
S1	1.50-2.00	Sedimenti alluvionali	580	432
S2	0.00–1.00	Riporti	389	249
S2	1.00–2.00	Riporti	830	326
S2	2.00-3.00	Riporti	564	352
S3	0.30–1.00	Riporti	557	313
S3	1.00-1.50	Riporti	645	383
S3	1.50-2.00	Sedimenti alluvionali	538	391
S4	0.40-1.00	Riporti	566	510
S4	1.00-1.50	Riporti	441	517
S4	1.50-2.20	Sedimenti alluvionali	869	692

S5	0.30-1.00	Sedimenti alluvionali	886	247
S5	1.00-1.50	Sedimenti alluvionali	1069	250
S5	1.50-3.00	Sedimenti alluvionali	1158	272
S6	0.00-0.40	Riporti	279	152
S7	0.20-1.00	Riporti	89	95
S8	0.30-0.80	Riporti	91	42
S10	0.30-0.80	Riporti	166	143

Si nota che nei riporti il range di variazione del valore di concentrazione del Nichel è compreso tra un minimo di 42 mg/kg e un massimo di 517 mg/kg. Laddove è stato possibile prelevare da due a tre campioni nei riporti, si è evidenziato che le concentrazioni di Nichel sono sempre crescenti con la profondità. I valori più bassi si riscontrano nei riporti che si trovano in copertura direttamente al substrato roccioso, nel settore nord del sito (S7 e S8). Nei sedimenti alluvionali la concentrazione di Nichel è tendenzialmente sempre più alta rispetto ai riporti e sempre crescente con la profondità.

Anche per quanto riguarda il Cromo totale, la tendenza è la stessa nei sedimenti alluvionali e cresce in profondità fino a un massimo di 1158 mg/kg, mentre nei riporti la variazione è più casuale e il valore minimo di concentrazione è di 89 mg/kg, il massimo è di 830 mg/kg.

Vi è da aggiungere che la concentrazione di Cromo totale nei sedimenti alluvionali è mediamente superiore alle concentrazioni registrate nei riporti.

Per i metalli considerati i valori minimi sono stati misurati nei sondaggi S7 e S8 posizionati all'interno del sedime del capannone, nel tratto a Nord,

dove i riporti appoggiano direttamente sul substrato roccioso in assenza del livello di materiali sciolti di origine naturale.

Il range di variazione e il valore della mediana e della media delle concentrazioni dei metalli considerati all'interno dell'Area Verrina sono i seguenti:

RIPORTI			
Metallo	Range di variazione	Mediana	Media
Cromo totale	89 - 830	441	409,7
Nichel	42 - 517	313	274,1

SEDIMENTI ALLUVIONALI			
Metallo	Range di variazione	Mediana	Media
Cromo totale	538 - 1158	877,5	850
Nichel	247 - 692	331,5	380,7

7.3 Il Cromo e il Nichel all'esterno dell'area dell'ex Stabilimento Verrina.

Il sondaggio S11 della campagna geognostica 2015 è posizionato all'esterno del sito oggetto di studio e, precisamente, negli orti presenti nei terreni confinanti a Est e sviluppati ad una quota più alta, come si osserva in **ALL. 1**, in **ALL. 4** e in **ALL. 5**.

La stratigrafia dei terreni riscontrati (prodotta nella relazione geologica già citata) è del tutto analoga a quella della zona dell'ex stabilimento e risulta data da uno strato superficiale di terreni di riporto in copertura a depositi alluvionali di origine marina e fluviale nei quali la litologia, sia a livello di clasti, sia a livello di matrice fine, è data da calcescisti e serpentiniti. Lo

spessore di tale livello, a differenza del sito Verrina, è maggiore e pari a 3.50 m.

Il substrato è ancora di calcescisti.

I campioni sono stati prelevati nei riporti e nelle alluvioni ghiaiose e sabbiose a seconda delle profondità, come illustrato nella tabella che segue.

I dati analitici confermano i valori riscontrati nell'area Verrina. Infatti, il range delle concentrazioni del Nichel nei riporti è compreso tra 266 e 283 mg/kg; quello del Cromo totale cresce con la profondità da 387 a 409 mg/kg.

Nelle sottostanti alluvioni le concentrazioni dei due metalli sono maggiori rispetto ai riporti: 317 mg/kg il Nichel, 530 mg/kg il Cromo totale.

I

**Concentrazioni degli elementi a progetto nel sottosuolo dell'area
immediatamente a Est dell'ex Stabilimento Verrina di Genova Prà -
campagna geognostica 2015.**

Sondaggio	Profondità (m. da p.c.)	Terreno	Cromo totale (mg/kg s.s.)	Nichel (mg/kg s.s.)
S11	0.00-1.00	Riporti	387	283
S11	2.00-3.00	Riporti/Sed.all.	409	266
S11	3.00-4.00	Sedimenti alluvionali	530	317

7.4 Altri dati analitici da siti oggetto di caratterizzazione ambientale esterni all'area dell'ex Stabilimento Verrina di Genova Prà, ma appartenenti al medesimo contesto geologico.

Al fine di reperire altri dati sulla concentrazione di Cromo e Nichel nei sedimenti alluvionali e nelle coltri naturali del medesimo contesto geologico, sono stati acquisiti presso ARPAL gli esiti delle analisi di caratterizzazione di tre siti industriali ubicati nelle vicinanze dell'area in esame, o comunque significativi in quanto a posizione geomorfologica e ad ambiente geologico di riferimento rispetto alle tematiche trattate.

Con riferimento alla rappresentazione planimetrica e fotografica dei siti contenuta, rispettivamente, in **ALL. 4** e in **ALL. 5**, si tratta:

- di un sito ubicato sul versante a NordEst del sito Verrina, in Via Montanella, dove sono stati esaminati i dati del piano di caratterizzazione ambientale per un progetto di parcheggio a servizio dell'insediamento commerciale LIDL;
- di un sito che si sviluppa sulla fascia costiera di Prà a Est del sito Verrina, nell'ambito del progetto denominato "Prà Marina Parco Lungo", presso la foce del T. Foce/San Pietro;
- del sito delle Ex Fonderie di Multedo, ancora più a Est dei precedenti e sempre in ambito costiero, dove un recente intervento di riqualificazione urbanistica ha ristrutturato e riconvertito l'area agli usi commerciali.

Dal punto di vista sia morfologico, sia geologico, i siti individuati ricadono in un ambito confrontabile con quello dell'ex Stabilimento Verrina, corrispondente appunto al ponente genovese, con particolare attenzione alla fascia costiera.

I dati analitici complessivi, le stratigrafie dei punti di indagine e i certificati di analisi dei campionamenti effettuati sono presenti agli atti di ARPAL. Ci si limita pertanto a elencare i valori delle concentrazioni di Cromo

e Nichel determinate nelle fasi di attuazione dei rispettivi Piani di Caratterizzazione, rimandando ai documenti originali per ogni maggiore dettaglio.

**Concentrazioni degli elementi a progetto nel sottosuolo dell'area LIDL
di Via Montanella 10, sulle alture di Genova Prà.
Indagini di caratterizzazione ECOMAG maggio 2013**

Sondaggio	Profondità (m. da p.c.)	Terreno	Cromo totale (mg/kg s.s.)	Nichel (mg/kg s.s.)
SV7	0.00 – 1.00	Riporti	739,6	1094
SV7	1.00 – 2.00	Eluvium	910,7	993
SV7	2.00 – 2.50	Eluvium	772,1	1095
SV8	0.00 – 1.00	Riporti	255,5	375,1
SV8	1.00 – 2.00	Eluvium	473,8	955
SV8	2.00 – 3.00	Eluvium/roccia	734,9	1131
SV9	0.10 - 0.60	Riporti	789,9	885
SV9	0.70 – 1.20	Riporti	706,9	796
SV9	1.30 – 1.80	Eluvium	800,6	1059

I campioni di controllo effettuati da ARPAL sul sondaggio SV8 nel giugno 2013 per gli elementi considerati hanno dato i seguenti risultati:

Sondaggio	Profondità (m. da p.c.)	Terreno	Cromo totale (mg/kg s.s.)	Nichel (mg/kg s.s.)
SV8	0.00- 1.00	Riporti	305	327
SV8	1.00 - 2.00	Eluvium	688	936

Il collega che ha redatto lo studio di caratterizzazione, nella relazione del maggio 2013 concludeva che le concentrazioni di Cromo Totale e Nichel misurate rientravano nei range di concentrazioni tipiche dei suoli ultramafici impostati su rocce appartenenti al Gruppo di Voltri, derivando tale conclusione dal confronto con i dati prodotti da ARPAL in uno studio dal titolo "Proposta di metodologia per la determinazione del fondo naturale ed esempio applicativo".

Il range di variazione della concentrazione di Cromo Totale nei riporti è compreso tra 255 e 789 mg/kg, nei materiali eluviali invece è tra 473 e 910 mg/kg. Pur derivando da processi sedimentari diversi, le alluvioni e le coltri eluvio-colluviali, si nota comunque che a parità di substrato e di bacini di alimentazione i range indicati sono allineati con le determinazioni per il Cromo dell'area Verrina.

Confrontando invece le concentrazioni di Nichel, si nota che tale elemento è contenuto nei terreni di Via Montanella in quantità sistematicamente maggiori, sia che si tratti di riporti (range 327-1094 mg/kg), sia che si tratti della coltre e del cappellaccio (range 936-1131 mg/kg).

In conclusione, i dati di Via Montanella confermano la presenza di Cromo, e soprattutto di Nichel, in concentrazioni anche elevate, nei terreni sciolti del sottosuolo, con picchi alle maggiori profondità di prelievo, circostanza che, insieme alla storia di utilizzo del sito, privo di qualsiasi attività industriale, rende ragionevole escludere una provenienza o una migrazione dell'elemento considerato dai livelli superficiali riportati, e porta invece a propendere per un'origine naturale nei suoli analizzati, il cui

substrato di riferimento, si ricorda, è dato da serpentiniti, cioè direttamente da Pietre Verdi.

**Concentrazioni degli elementi a progetto nel sottosuolo dell'area
costiera di Prà interessata dal progetto Prà Marina Parco Lungo.
Indagini di caratterizzazione ISAF anno 2012.**

Sondaggio	Profondità (m. da p.c.)	Terreno	Cromo totale (mg/kg s.s.)	Nichel (mg/kg s.s.)
PZ1	4.80-5.80	Sedimenti alluvionali	554	398
PZ1	7.00-8.00	Sedimenti alluvionali	533	398
PZ2	0.50 – 1.10	Riporti	529	351
PZ2	1.30 – 2.30	Sedimenti alluvionali	681	386
PZ2	2.30 – 3.30	Sedimenti alluvionali	573	376
PZ2	3.30 – 3.80	Sedimenti alluvionali	672	415
PZ2	9.00 – 10.00	Cappellaccio del substrato	803	317
PZ3	2.50 – 3.50	Sedimenti alluvionali	774	390
PZ3	4.00 – 5.00	Sedimenti alluvionali	834	400

PZ3	8.00 – 9.00	Cappellaccio del substrato	228	142
PZ4	2.50 – 3.50	Sedimenti alluvionali	762	445
PZ4	5.00 – 6.00	Sedimenti alluvionali	721	452
PZ4	8.80 – 9.80	Sedimenti all./cappellaccio	533	344
PZ5	7.10 – 8.10	Sedimenti alluvionali	304	186
PZ5	9.00 – 10.00	Sedimenti alluvionali	685	354
PZ6	7.00 – 8.00	Riporti	280	168
PZ6	8.80 – 9.80	Sedimenti alluvionali	705	371
PZ7	5.20 – 6.00	Sedimenti alluvionali	330	205

I campioni di controllo per la validazione dei dati, effettuati da ARPAL all'interno dell'Area del progetto Prà Marina Parco Lungo per gli elementi considerati, hanno dato i seguenti risultati:

Sondaggio	Profondità (m. da p.c.)	Terreno	Cromo totale (mg/kg s.s.)	Nichel (mg/kg s.s.)
PZ1	4.80 - 5.80	Sedimenti alluvionali	420	255
PZ3	2.50 – 3.50	Sedimenti alluvionali	920	537
PZ4	2.50 – 3.50	Sedimenti alluvionali	861	478
PZ4	5.00 – 6.00	Sedimenti alluvionali	469	265

Anche il sito della Marina di Prà è posizionato sulla piana costiera ad una q.a. compresa tra 4 e 5.50. Rispetto al sito dell'area Verrina risulta spostato poco più a mare, tanto è vero che alcuni sondaggi hanno interessato i materiali del riempimento artificiale della fascia di rispetto, anche per spessori di 7.00-8.00 m.

Ad ogni modo, sotto ai riporti tutte le perforazioni hanno attraversato i depositi alluvionali marini e fluviali che sono stati ripetutamente campionati per la determinazione delle concentrazioni degli elementi in esame. Nella maggioranza dei fori, inoltre, è stato raggiunto il substrato in calcescisti e argilloscisti appartenenti alla Formazione dei Calcescisti della Val Branega.

Si tralasciano i riporti in quanto sono disponibili solo due determinazioni di cui una nel riempimento a mare, quindi scarsamente significativa.

E' invece interessante esaminare i dati dei sedimenti alluvionali dove il valore di concentrazione del Cromo Totale, considerando anche i dati di controllo di ARPAL, varia nel range 304 – 920 mg/kg, mentre il Nichel è compreso tra 186 e 537 mg/kg. La variazione rispetto alla profondità per i due elementi è casuale; non s'individua, infatti, un trend specifico valido per tutti i campionamenti. Considerando le singole verticali di sondaggio, nei due

unici casi disponibili di PZ2 e PZ6, si nota una concentrazione maggiore degli elementi considerati all'interno dei sedimenti alluvionali, rispetto ai soprastanti riporti.

Si osserva infine che i range di variazione delle concentrazioni di Cromo Totale e Nichel sono in linea con quelli accertati nei sedimenti alluvionali dell'area Verrina.

**Concentrazioni degli elementi a progetto nel sottosuolo delle ex
Fonderie di Multedo.**

**Indagini sulla qualità dei suoli e delle acque sotterranee
Industria Ambiente S.r.l.- febbraio 2014.**

Sondaggio	Profondità (m. da p.c.)	Terreno	Cromo totale (mg/kg s.s.)	Nichel (mg/kg s.s.)
SP1	0.30 – 1.30	Riporti	330	195
SP1	1.50 – 2.50	Riporti	982	482
SP1	3.00 – 4.00	Sedimenti alluvionali	445	377
SP1	4.00 – 5.00	Sedimenti alluvionali	499	353
SP1	7.00 – 7.70	Sedimenti alluvionali	236	358
S2	0.20 – 1.20	Riporti	349	283
S2	1.30 – 2.00	Riporti	938	473
S2	2.30 – 3.00	Sedimenti alluvionali	672	543
S2	3.60 – 4.60	Sedimenti alluvionali	589	433

STUDIO ASSOCIATO BELLINI
G e o l o g i

S2	5.00 – 6.00	Sedimenti alluvionali	599	327
SP3	0.20 – 1.20	Riporti	143	115
SP3	1.20 – 2.20	Riporti	634	306
SP3	2.30 – 3.30	Sedimenti alluvionali	802	566
SP3	3.50 – 4.50	Sedimenti alluvionali	1021	369
SP3	4.50 – 5.50	Sedimenti alluvionali	590	395
S4	1.00 – 2.00	Riporti	177	132
S4	2.00 – 3.00	Sedimenti alluvionali	658	412
S4	3.00 – 4.00	Sedimenti alluvionali	681	465
S4	4.00 – 5.00	Sedimenti alluvionali	537	290
S4	5.50 – 6.50	Sedimenti alluvionali	348	277
S5	0.50 – 1.50	Riporti	158	137
S5	2.00 – 3.00	Riporti	1460	657
S5	3.00 – 4.00	Sedimenti alluvionali	370	319
S5	5.00 – 6.00	Sedimenti alluvionali	311	232
S6	0.30 – 1.30	Riporti	358	209
S6	1.30 – 2.30	Riporti	702	280

STUDIO ASSOCIATO BELLINI
Geologi

S6	2.80 – 3.80	Sedimenti alluvionali	743	413
S6	4.00 – 5.00	Sedimenti alluvionali	510	343
S6	5.00 – 6.00	Sedimenti alluvionali	378	288
SP7	0.00 – 1.00	Riporti	28	35
SP7	1.00 – 2.00	Riporti	81	136
SP7	2.00 – 3.00	Riporti	129	108
SP7	3.00 – 4.00	Sedimenti alluvionali	216	269
SP7	4.00 – 5.00	Sedimenti alluvionali	560	252
S9	0.00 – 1.00	Riporti	467	271
S9	1.00 – 1.60	Riporti	271	239
S9	2.30 – 3.30	Riporti	494	308
S9	3.70 – 4.70	Sedimenti alluvionali	749	569
S9	8.00 – 9.00	Sedimenti alluvionali	566	349
S10	0.00 – 1.00	Riporti	37	33
S10	1.00 – 2.00	Riporti	185	124
S10	2.70 – 3.70	Riporti	559	256
S10	4.30 – 5.30	Sedimenti alluvionali	399	289
S10	6.00 – 7.00	Sedimenti alluvionali	279	236

SP14	0.00 – 1.00	Riporti	108	86
SP14	1.00 – 2.00	Riporti	462	239
SP14	2.50 – 3.50	Riporti	253	161
SP14	3.50 – 4.50	Sedimenti alluvionali	494	296
S18	0.00 – 0.90	Riporti	26	18
S18	1.50 – 2.50	Riporti	144	874
S18	3.00 – 4.00	Sedimenti alluvionali	721	403
S18	4.00 – 5.00	Sedimenti alluvionali	992	631
S18	7.80 – 8.80	Sedimenti alluvionali	899	390
SP20	0.10 – 1.00	Riporti	49	33
SP20	1.00 – 2.00	Riporti	97	59
SP20	2.40 – 3.40	Sedimenti alluvionali	580	496
SP20	4.00 – 5.00	Sedimenti alluvionali	712	503
SP20	5.00 – 5.90	Sedimenti alluvionali	335	317

Si nota che nei riporti il range di variazione del valore di concentrazione del Nichel è compreso tra un minimo di 33 mg/kg e un massimo di 874 mg/kg. A parte un caso, sono stati eseguiti da due a tre campioni nei riporti, a profondità crescenti, dai quali si evidenzia che le concentrazioni minime sono sempre riferite al livello più superficiale, mentre le più alte si riscontrano oltre i 1.50-2.00 m di profondità.

Anche per quanto riguarda il Cromo totale, la tendenza è la stessa. La concentrazione è minore nell'orizzonte più superficiale dei riporti e cresce in profondità. Il valore minimo di concentrazione è di 28 mg/kg, il massimo è di 1460 mg/kg.

Nei sottostanti sedimenti alluvionali naturali i valori determinati sono mediamente superiori a quelli dei riporti. Il Nichel varia tra 232 e 631 mg/kg il Cromo tra 216 e 1021 mg/kg. I valori sono tendenzialmente più omogenei di quelli rilevati nei riporti e sempre maggiori nell'orizzonte ghiaioso e sabbioso delle alluvioni. In particolare, il Nichel all'interno delle alluvioni presenta concentrazioni decrescenti con la profondità, invece il Cromo è variabile sulla verticale di ogni sondaggio, quindi a volte crescente, a volte decrescente.

Gli studi a suo tempo effettuati sulle concentrazioni di Cromo totale e Nichel nel sottosuolo delle ex Fonderie di Miltedo avevano compreso anche altre aree limitrofe esterne e avevano concluso che i superamenti rilevati per Cromo totale e Nichel rispetto ai limiti del D.Lgs. 152/06 rientravano nel range dei valori naturali caratteristici dei terreni alluvionali, prevalentemente marino-costieri, caratterizzati dalla presenza di Pietre Verdi ed era quindi dimostrata, per l'area delle ex Fonderie, la compatibilità geologica delle anomalie riscontrate relative alla presenza di Cromo totale e Nichel nei suoli naturali. Era pure in linea di principio giustificabile con il concetto di fondo naturale la presenza di superamenti di tali elementi anche nei materiali di riporto, per il fatto che questi erano costituiti da una componente litoide ancora in pietre verdi e per il fatto che le concentrazioni di Cromo totale e Nichel, erano comunque generalmente inferiori rispetto ai sottostanti terreni naturali.

8 Il quadro geologico e geochemico dell'areale di studio.

Al fine di valutare il contesto geologico e geochemico entro cui si inserisce l'area Verrina e verificare la presenza di complessi litologici caratterizzati da concentrazioni potenzialmente elevate di Cromo e Nichel, sono state considerate:

- la Carta Geologica d'Italia, Foglio Genova 213-230 pubblicata nel 2008 nell'ambito del Progetto CARG (legge 226/1999) (**ALL. 6**);
- la Carta delle Pietre Verdi della Regione Liguria (**ALL. 7**), pubblicata sul portale cartografico regionale. Il sito spiega che "*Pietre Verdi è un termine di uso comune con il quale si identificano le ofioliti*"....Viene inoltre precisato che la carta delle Pietre Verdi "*costituisce un livello conoscitivo per la gestione delle terre e rocce da scavo ed inoltre contiene l'indicazione della specifica litologia del substrato roccioso*".
- la Carta Geochemica della Regione Liguria, compilata nell'ambito del progetto Carta Geochemica di cui alla Convenzione quadro ARPAL (prot. 3680/AA.GG) e DipTeRis (Contr. 393/07) – squadra Arenzano - per le concentrazioni di Cromo (**ALL. 8/a**) e Nichel (**ALL. 8/b**).
- la Carta dei valori limite del tenore in metalli pesanti nei materiali da utilizzarsi per il ripascimento degli arenili, adottata dalla Regione Liguria con DGR 1209/2016 (**ALL. 9** e **ALL. 10**).

Ebbene, nell'ambito dei bacini idrografici sfocianti a mare nel tratto costiero di interesse, tra Voltri e Pegli, quindi il T. Cerusa, il T. Branega, il T. Foce/Rio San Pietro e fino al T. Varenna, oltre a numerosi rivi minori, tra cui appunto Il Rio San Giuliano, dominano litotipi metaofiolitici appartenenti all'Unità tettonica nota come Gruppo di Voltri, recentemente suddivisa in Unità tettonometamorfica Palmaro – Caffarella nella zona di Pegli e in Unità tettonometamorfica Voltri, proprio nella zona di Voltri e Prà. Sul Foglio Genova della Carta Geologica d'Italia (prodotto a stralcio in **ALL. 6**), sono precisate le diverse Formazioni distinte nelle due Unità e le diverse

composizioni litologiche e mineralogiche, mentre la Carta delle Pietre Verdi in **ALL. 7** fornisce una visione semplificata del medesimo Foglio, che permette di visualizzare in un colpo d'occhio proprio la preponderanza del substrato ofiolitico nel contesto territoriale in esame.

Le litologie prevalenti sono costituite da serpentiniti e peridotiti che, come noto, costituiscono la principale sorgente geochimica dei metalli pesanti, tra cui il Cromo e il Nichel.

E' inevitabile, quindi, che anche i sedimenti alluvionali movimentati dai corsi d'acqua fino al mare dai bacini interferenti, contengano elevate percentuali di tali litologie che, tra l'altro, sono le più dure e resistenti all'abrasione e all'erosione dovuta agli effetti del trasporto fluviale e marino, rispetto ad altre litologie anch'esse presenti nei bacini citati, quali, ad esempio i calcescisti e i quarzoscisti, che invece tendono a disfarsi, salvaguardando maggiormente le componenti più spiccatamente calcaree, peraltro alquanto subordinate.

Analogamente, le spiagge attuali della zona e in genere i depositi marini costieri sono in prevalenza costituiti da elementi di natura ofiolitica (soprattutto serpentiniti, peridotiti e metagabbri), trasportati a mare dai bacini del ponente genovese, tutti caratterizzati dalla presenza di Pietre Verdi in quantità predominante e distribuiti sugli arenili e nella fascia costiera per effetto della deriva litoranea, che nella zona sposta il sedimento da Ovest verso Est.

Tanto è vero che in questa zona della Liguria sono tollerati nei materiali di ripascimento delle spiagge contenuti di Cromo e Nichel ben maggiori dei limiti di legge, come indicato sulla "carta dei valori limite del tenore in metalli pesanti nei materiali da utilizzarsi per il ripascimento degli arenili", e come stabilito dai "*Criteria generali da osservarsi nella progettazione degli interventi stagionali di ripascimento degli arenili*", di cui alla DGR n.1209 del 20 dicembre 2016 della Regione Liguria, relativamente alla compatibilità chimica del materiale da impiegare per il ripascimento all'interno di ogni unità fisiografica distinta.

La finalità della norma è quella di tenere in considerazione il background naturale dei sedimenti fluviali dovuto alla natura geochemica dei bacini a monte. Infatti, il tenore in metalli pesanti non deve essere superiore a quello che naturalmente può essere rilevato nei sedimenti fluviali di alveo attuale dei bacini afferenti l'unità fisiografica, ove sono localizzate le spiagge oggetto dell'intervento di ripascimento stesso.

Ebbene, la carta dei valori limite del tenore in metalli pesanti sopra citata che compare negli allegati **ALL. 9** e **ALL. 10**, classifica la zona in esame come una di quelle a maggiore contenuto ammesso di Cromo e di Nichel, ai fini degli interventi di ripascimento delle spiagge, riconoscendo quindi, nella zona, la presenza naturale di un fondo di concentrazioni di tali metalli, tra i più alti della Liguria.

* * * * *

Tornando al dettaglio degli elementi analitici raccolti in campo, si sottolinea che le concentrazioni di Cromo totale e Nichel nei terreni sciolti campionati nel sottosuolo dell'area Verrina sono assolutamente confrontabili con i dati acquisiti anche nell'ambito di altri procedimenti relativi ad aree esterne ma appartenenti al medesimo contesto geologico.

Inoltre, come dato dirimente ai fini del presente studio è indiscutibile che, sia che si tratti di terreni di riporto, la cui parte detritica è comunque costituita da materiali granulometricamente e litologicamente riconducibili ai sottostanti sedimenti naturali che ricoprono il substrato, sia che si tratti delle alluvioni marine e fluviali, i valori determinati in zona Verrina sono in linea con i valori di riferimento per Cromo e Nichel della Carta Geochemica – squadro Arenzano, elaborata dal DIPTERIS.

Per tale motivo si ritiene, dunque, che i superamenti rilevati per Cromo tot. e Nichel rispetto ai limiti del D.Lgs. 152/06 nei terreni indagati del sottosuolo dell'area Verrina siano riconducibili ai valori naturali caratteristici dei materiali sciolti di copertura (alluvioni fluviali, alluvioni marine e coltri) su substrati di Pietre Verdi.

E considerato che i terreni naturali suddetti rivelano nell'area Verrina concentrazioni di Cromo totale e Nichel crescenti con la profondità e sempre superiori alle concentrazioni determinate nei riporti superficiali, è ragionevole ritenere che la fonte di tali metalli, anche nei riporti, possa derivare dal fondo naturale dei componenti litologici che costituiscono la frazione detritica dei riporti stessi.

9 Conclusioni.

L'insieme dei dati analitici raccolti, alla luce del quadro geologico e geochemico di riferimento entro cui si colloca il sito dell'ex Stabilimento Verrina di Via Prà, porta alle seguenti conclusioni.

- Nel sottosuolo dell'Area Verrina di Genova Prà sono presenti terreni sciolti naturali (sedimenti alluvionali fluviali e marini) sormontati da uno strato superficiale di materiali sciolti di riporto artificiale. Sia i sedimenti che i riporti contengono concentrazioni elevate di Cromo totale e Nichel con la peculiarità che tali concentrazioni sono in genere crescenti con la profondità e, considerando ogni verticale di sondaggio indagata, sempre più alte nei terreni alluvionali profondi rispetto ai soprastanti riporti.
- L'area Verrina si colloca in un contesto geologico e geochemico che giustifica le elevate concentrazioni di tali metalli, trattandosi di un ambito costiero sotteso da bacini idrografici all'interno dei quali prevalgono litotipi appartenenti al gruppo delle Rocce Verdi, soprattutto serpentiniti e peridotiti..
- Anche la stessa fascia costiera, come si evince dall'esame della cartografia scientifica e tematica della zona, è caratterizzata dalla presenza di sedimenti alluvionali dotati di elevate concentrazioni di cromo e nichel attribuibili al fondo naturale.

Dagli elementi sopra evidenziati deriva la dimostrazione della compatibilità geologica dei valori rilevati nel sito in esame rispetto alle

condizioni geologiche presenti nel contesto territoriale di appartenenza e si ritiene quindi che le elevate concentrazioni di Cromo e Nichel dei terreni sciolti, naturali, ma anche artificiali (riporti) presenti in copertura al substrato roccioso nel sottosuolo dell'area Verrina siano riconducibili al fondo naturale proprio dell'ambiente geologico circostante.

Tali valori, in alcuni casi superiori ai limiti ammissibili ai sensi del D.lgs. 152/2006 in funzione degli usi previsti nella zona nord e nella zona sud dell'area, sono in linea con i dati derivanti da campionamenti svolti ad altro titolo in aree limitrofe, poste sia a monte che lateralmente al sito di interesse specifico e sono confrontabili con i riferimenti del Foglio di Arenzano della Carta Geochimica elaborati dal DIPTERIS.

Genova, 06.09.2017



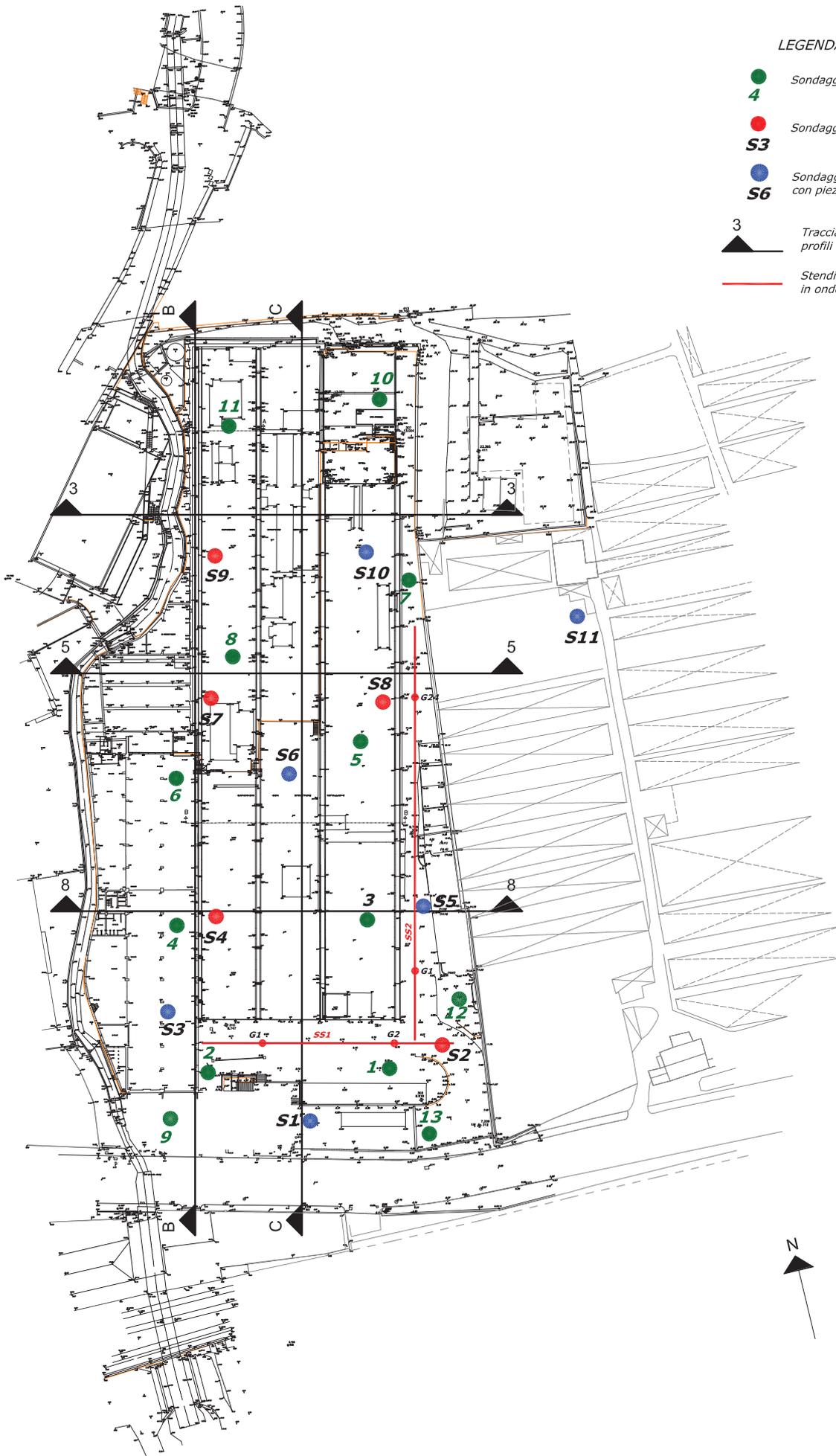
ELENCO ALLEGATI

- **ALL. 1** Planimetria con ubicazioni indagini geognostiche nell'area dell'ex Stabilimento Verrina di Via Prà a Genova, in scala 1: 1000.
- **ALL. 2** Stralci di cartografia storica della zona Voltri-Prà Palmaro.
- **ALL. 3** N. 6 sezioni geologiche nella zona dell'ex Stabilimento Verrina di Via Prà a Genova, in scala 1.300.
- **ALL. 4** Ubicazione siti di campionamento esterni all'area dell'ex Stabilimento Verrina di Prà su planimetria in scala 1:10.000.
- **ALL. 5** Ubicazione siti di campionamento esterni all'area dell'ex Stabilimento Verrina di Prà su fotografia aerea – fuori scala.
- **ALL. 6** Stralcio fuori scala della Carta Geologica d'Italia, Foglio 213-230 Genova.
- **ALL. 7** Stralcio fuori scala della Carta delle Pietre Verdi della Regione Liguria reperibile presso il portale cartografico regionale all'indirizzo <http://www.cartografia.regione.liguria.it>.
- **ALL. 8/a** Carta Geochimica della Regione Liguria, compilata nell'ambito del progetto Carta Geochimica di cui alla Convenzione quadro ARPAL (prot. 3680/AA.GG) e DipTeRis (Contr. 393/07) – squadro Arenzano - per le concentrazioni di Cromo nei sedimenti fluviali attivi.
- **ALL. 8/b** Carta Geochimica della Regione Liguria, compilata nell'ambito del progetto Carta Geochimica di cui alla Convenzione quadro ARPAL (prot. 3680/AA.GG) e DipTeRis (Contr. 393/07) – squadro Arenzano - per le concentrazioni di Nichel nei sedimenti fluviali attivi.
- **ALL. 9** “carta dei valori limite del tenore in metalli pesanti nei materiali da utilizzarsi per il ripascimento degli arenili” – Cromo Totale - allegata ai “Criteri generali da osservarsi nella progettazione degli interventi stagionali di ripascimento degli arenili” di cui alla D.G.R. n.1209/2016.
- **ALL. 10** “carta dei valori limite del tenore in metalli pesanti nei materiali da utilizzarsi per il ripascimento degli arenili” – Nichel - allegata ai “Criteri generali da osservarsi nella progettazione degli interventi stagionali di ripascimento degli arenili” di cui alla D.G.R. n.1209/2016.

<p>STUDIO ASSOCIATO BELLINI Geologi</p> <p>Via Galata 9/1 16121 - GENOVA</p>		<p>Data: Settembre 2017</p>
<p>Studio dei valori del fondo naturale delle concentrazioni di cromo e nichel nel sottosuolo dell'ex Stabilimento Verrina di Genova, Via Prà - Municipio VII Ponente.</p> <p>Relazione geologica</p>		<p>SCALA: 1:1000</p>
<p>Planimetria con ubicazione indagini geognostiche nell'area dell'ex Stabilimento Verrina.</p>		<p>ALL. 1</p>

LEGENDA

- Sondaggi campagna geognostica 2004
- 4
- Sondaggi campagna geognostica 2015
- S3
- Sondaggi campagna geognostica 2015 con piezometro
- S6
- ▲ 3 Traccia di sezione geologica su profili di progetto.
- Stendimento sismico tomografico in onde P e in onde S



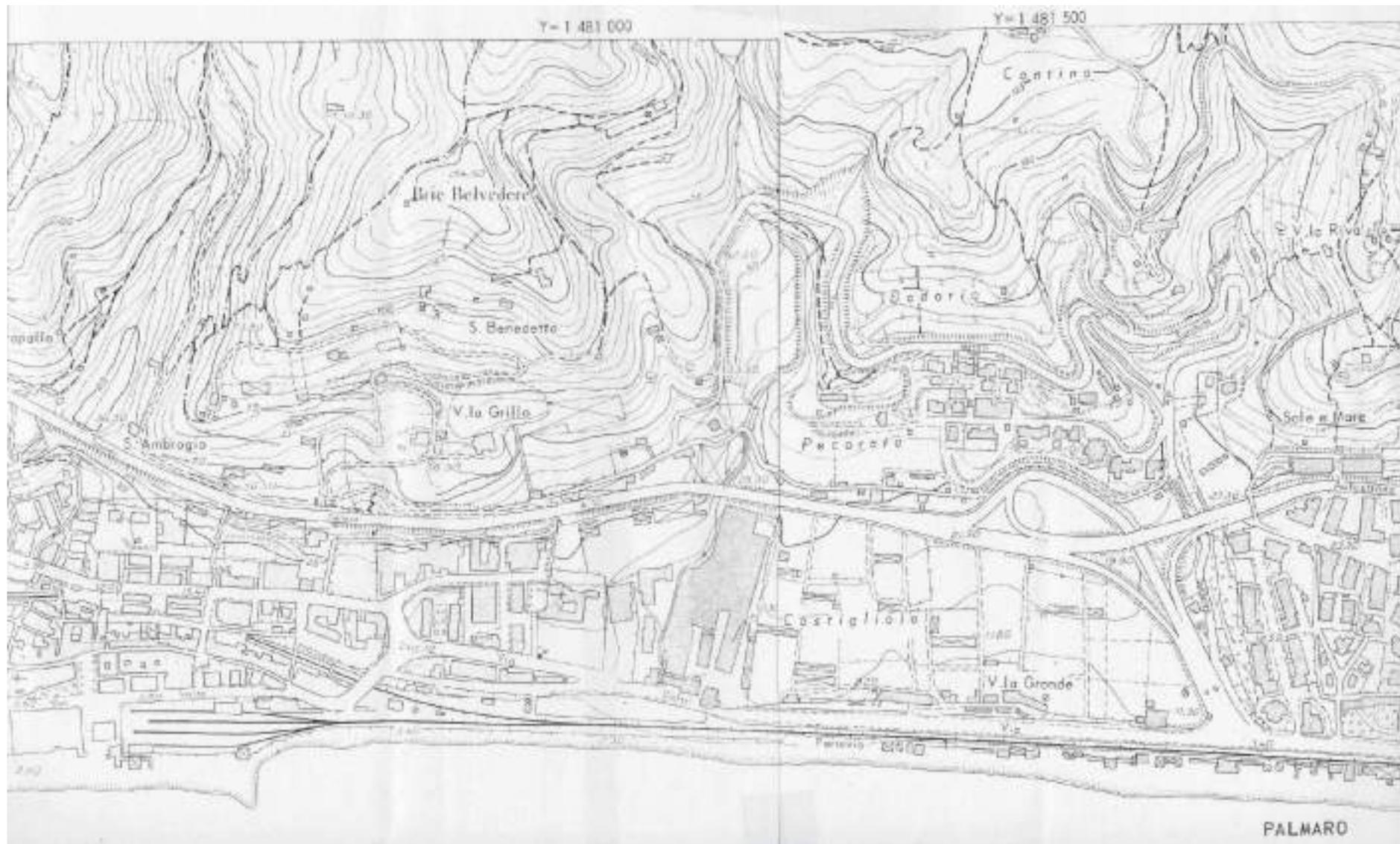
<p>STUDIO ASSOCIATO BELLINI Geologi</p> <p>Via Galata 9/1 16121 - GENOVA</p>		<p>Data: Settembre 2017</p>
<p>Studio dei valori del fondo naturale delle concentrazioni di cromo e nichel nel sottosuolo dell'ex Stabilimento Verrina di Genova, Via Prà - Municipio VII Ponente.</p> <p>Relazione geologica</p>		<p>FUORI SCALA</p>
<p>Stralci di cartografia storica della zona Voltri-Prà Palmaro.</p>		<p>ALL. 2</p>



Archivio di Stato di Genova: "Pianta del Capitaneato di Voltri" – Sec XVIII prima metà.



Archivio di Stato di Genova - "Planimetria della proprietà dell'illustrissimo Signor Avvocato Barone Andrea Podestà sita sulli confini dei Comun di Prà e Voltri e terreni adiacenti al Rio San Giuliano ed ubicazione delle opere di presa" ca 1858.



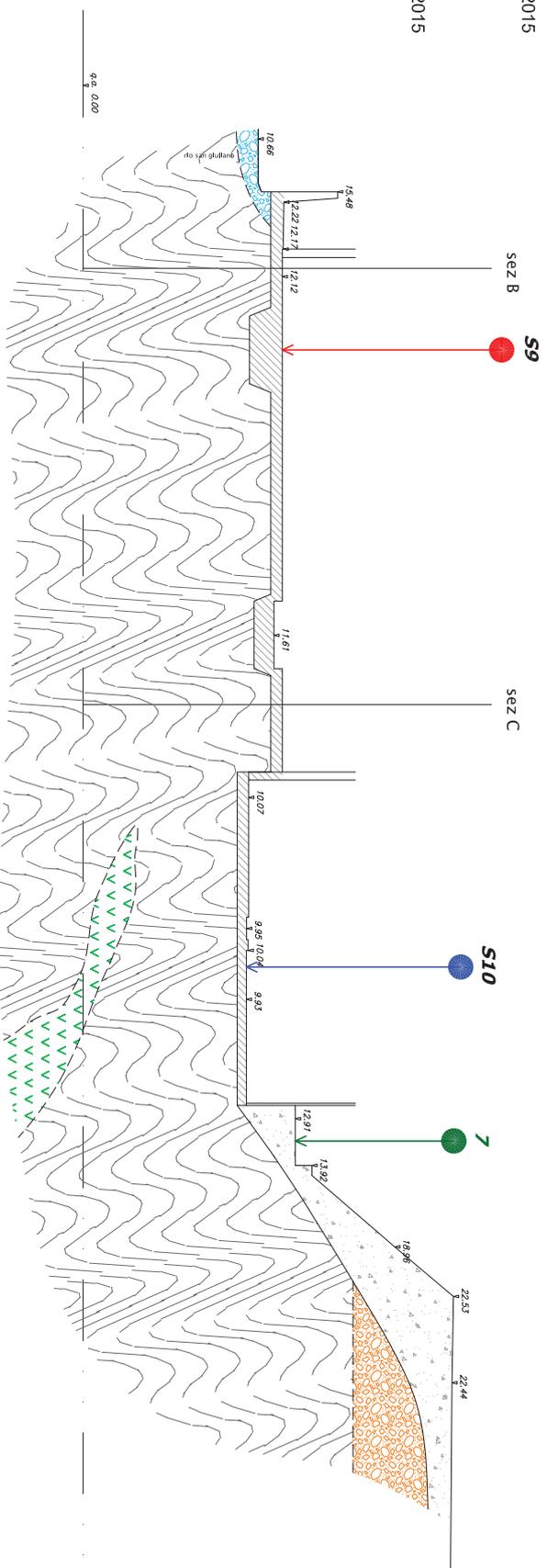
Comune di Genova - Corografia del tratto costiero tra Prà-Palmaro e Voltri – estratto del 1965.

<p>STUDIO ASSOCIATO BELLINI Geologi</p> <p>Via Galata 9/1 16121 - GENOVA</p>		<p>Data: Settembre 2017</p>
<p>Studio dei valori del fondo naturale delle concentrazioni di cromo e nichel nel sottosuolo dell'ex Stabilimento Verrina di Genova, Via Prà - Municipio VII Ponente.</p> <p>Relazione geologica</p>		<p>SCALA: 1:300</p>
<p>N. 6 sezioni geologiche.</p>		<p>ALL. 3</p>

LEGENDA

-  Materiali eterogenei di riporto di granulometria medio-fine
-  Pavimentazione e relativo strato di sottofondo
-  Depositi di terrazzo marino (sabbie e ghiaie)
-  Depositi alluvionali ghiaioso-sabbiosi
-  Calcescisti
-  Breccie di serpentinili, serpentinoscisti, scisti acinoltico-cloritici

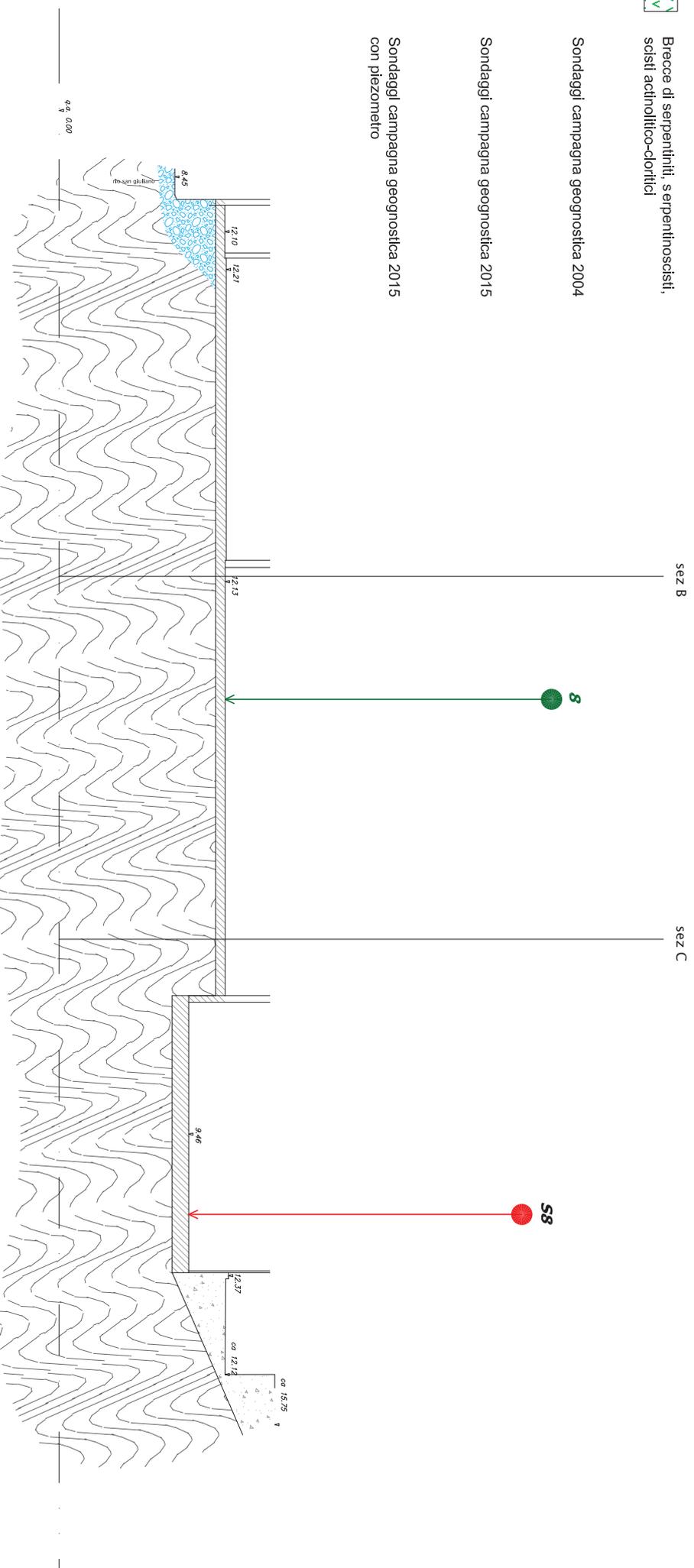
-  **3** Sondaggi campagna geognostica 2004
-  **S4** Sondaggi campagna geognostica 2015
-  **S3** Sondaggi campagna geognostica 2015 con piezometro



LEGENDA

-  Materiali eterogenei di riporto di granulometria medio-fine
-  Pavimentazione e relativo strato di sottofondo
-  Depositi di terrazzo marino (sabbie e ghiaie)
-  Depositi alluvionali ghiatoso-sabbiosi
-  Calcescisti
-  Breccie di serpentiniti, serpentinoscisti, scisti actinolitico-cloritici

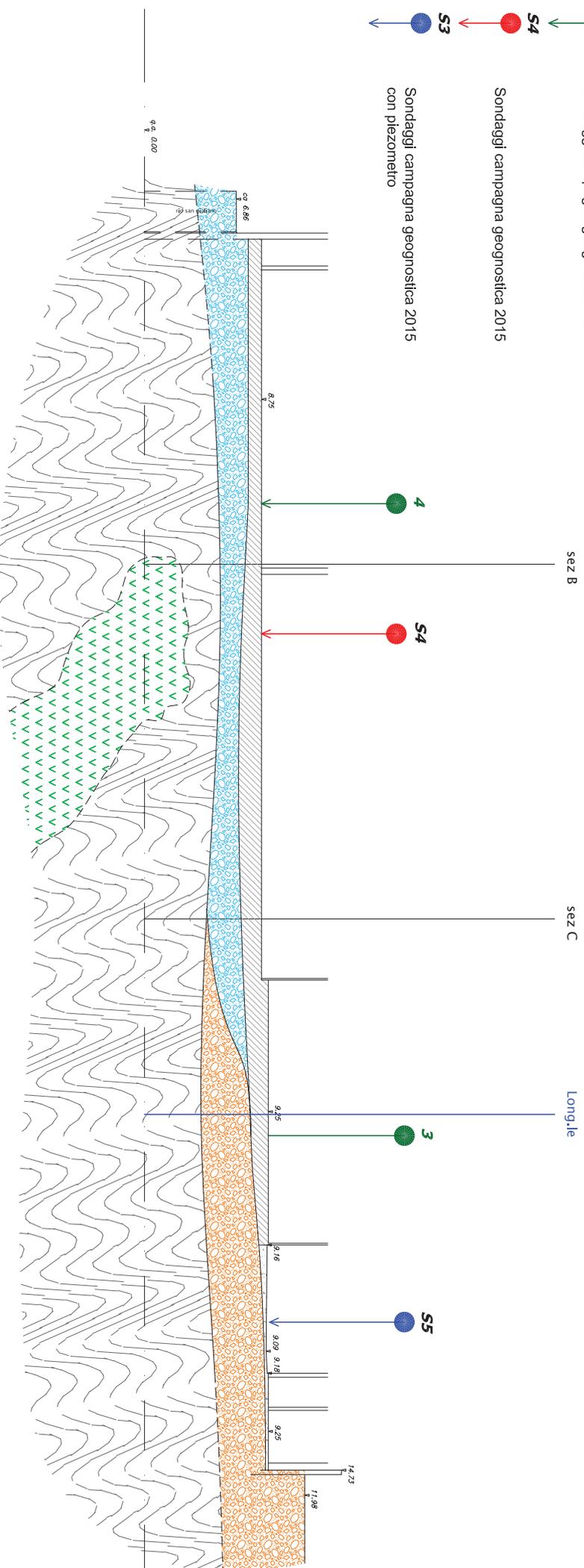
-  **3** Sondaggi campagna geognostica 2004
-  **S4** Sondaggi campagna geognostica 2015
-  **S3** Sondaggi campagna geognostica 2015 con piezometro



LEGENDA

-  Materiali eterogenei di riporto di granulometria medio-fine
-  Pavimentazione e relativo strato di sottofondo
-  Depositi di terrazzo marino (sabbie e ghiaie)
-  Depositi alluvionali ghiaioso-sabbiosi
-  Calcestruzzi
-  Breccie di serpentiniti, serpentinoscisti, scisti acinoltico-cloritici

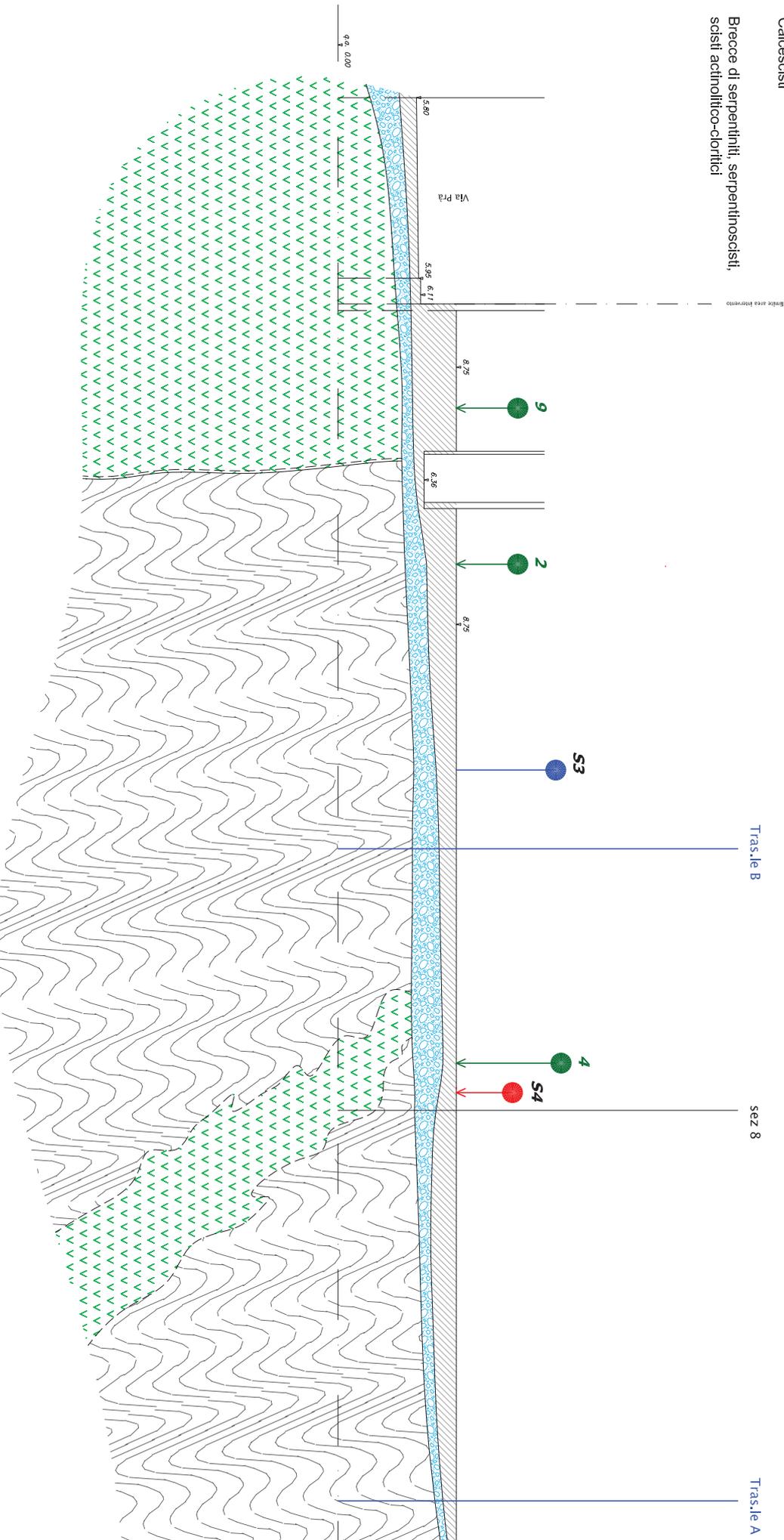
-  3 Sondaggi campagna geognostica 2004
-  S4 Sondaggi campagna geognostica 2015
-  S3 Sondaggi campagna geognostica 2015 con piezometro



LEGENDA

-  Materiali eterogenei di riporto di granulometria medio-fine
-  Pavimentazione e relativo strato di sottofondo
-  Depositi di terrazzo marino (sabbie e ghiaie)
-  Depositi alluvionali ghiaioso-sabbiosi
-  Calcescisti
-  Breccie di serpentini, serpentinoscisti, scisti actinolitico-cloritici

-  3 Sondaggi campagna geognostica 2004
-  S4 Sondaggi campagna geognostica 2015
-  S3 Sondaggi campagna geognostica 2015 con piezometro

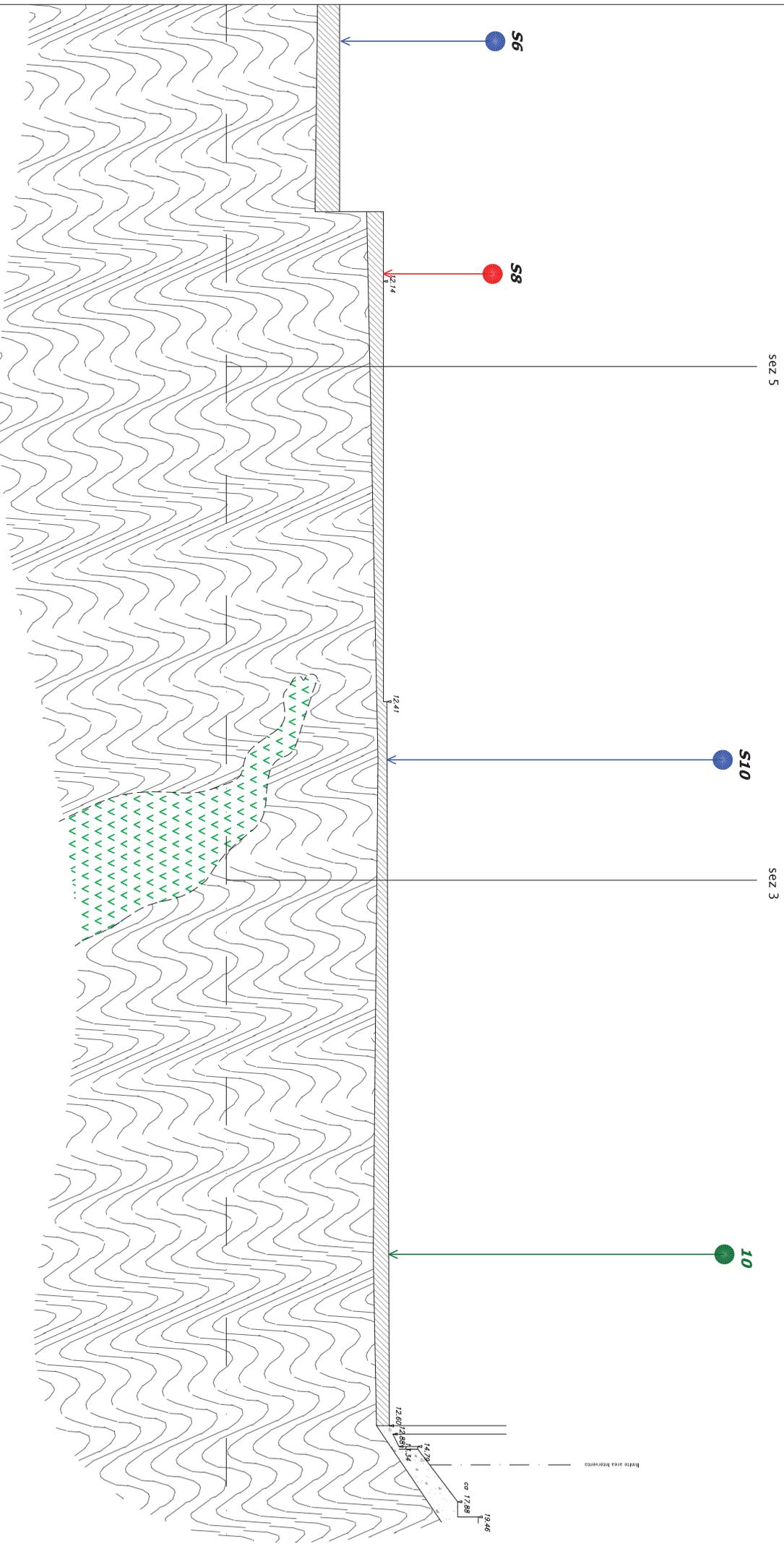


Studio dei valori di concentrazione di cromo e nichel del fondo naturale nel sottosuolo dell'ex Stabilimento Verrina di Genova, in Via Prà, Municipio VIII Ponente

Sezione geologica interpretativa B

SCALA 1:300

Studio Associato Bellini
Via Galilei 9/1 - 16121 Genova



Studio dei valori di concentrazione di cromo e nichel del fondo naturale nel sottosuolo dell' ex Stabilimento
 Verrina di Genova, in Via Prà, Municipio VIII Ponente

Sezione geologica interpretativa C

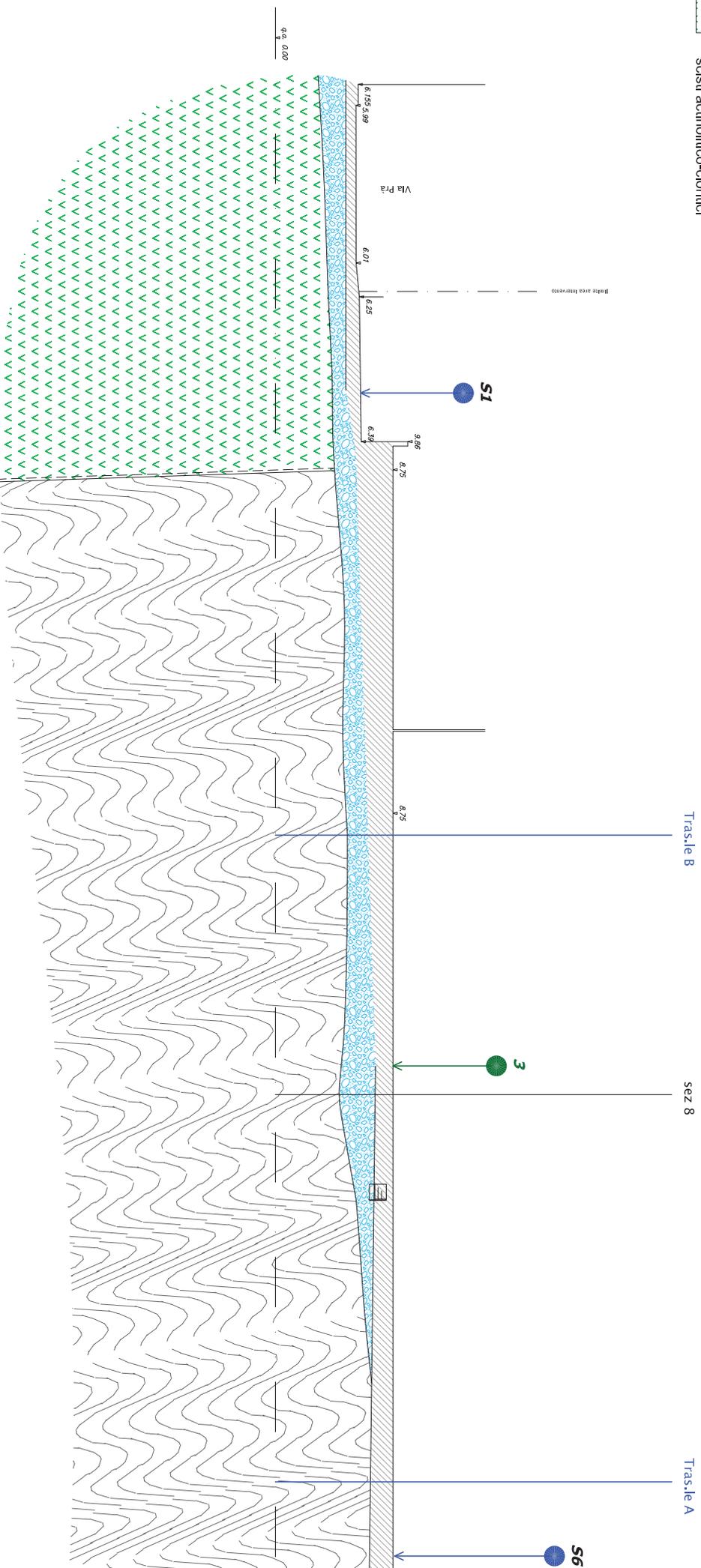
SCALA 1:300

Studio Associato Ballini
 Via Galvani 9/1 - 16121 Genova

LEGENDA

-  Materiali eterogenei di riporto di granulometria medio-fine
-  Pavimentazione e relativo strato di sottofondo
-  Depositi di terrazzo marino (sabbie e ghiaie)
-  Depositi alluvionali ghiaioso-sabbiosi
-  Calcescisti
-  Breccie di serpentiniti, serpentinoscisti, scisti actinolitico-cloritici

-  3 Sondaggi campagna geognostica 2004
-  S4 Sondaggi campagna geognostica 2015
-  S3 Sondaggi campagna geognostica 2015 con piezometro



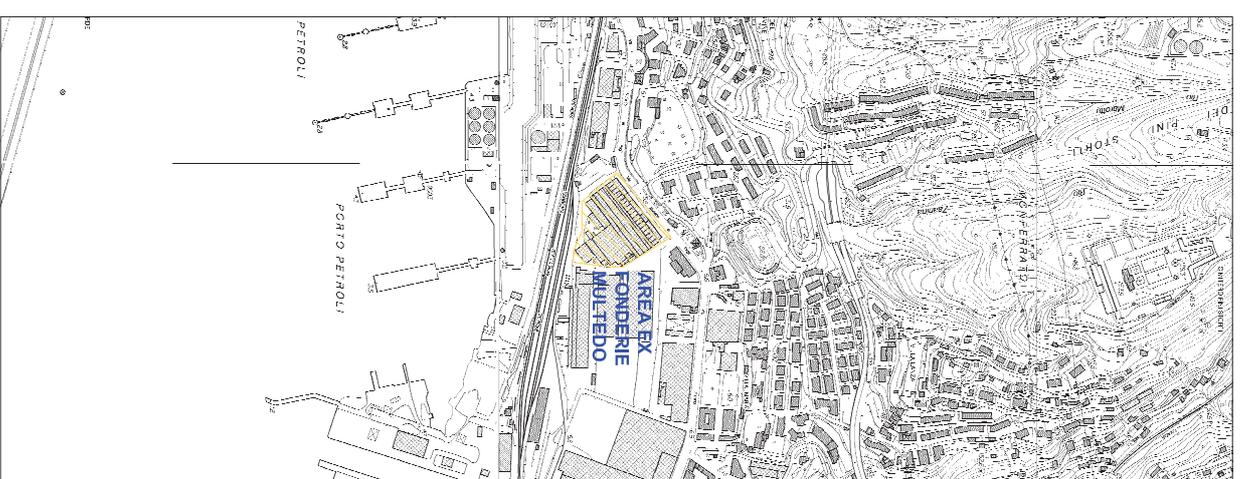
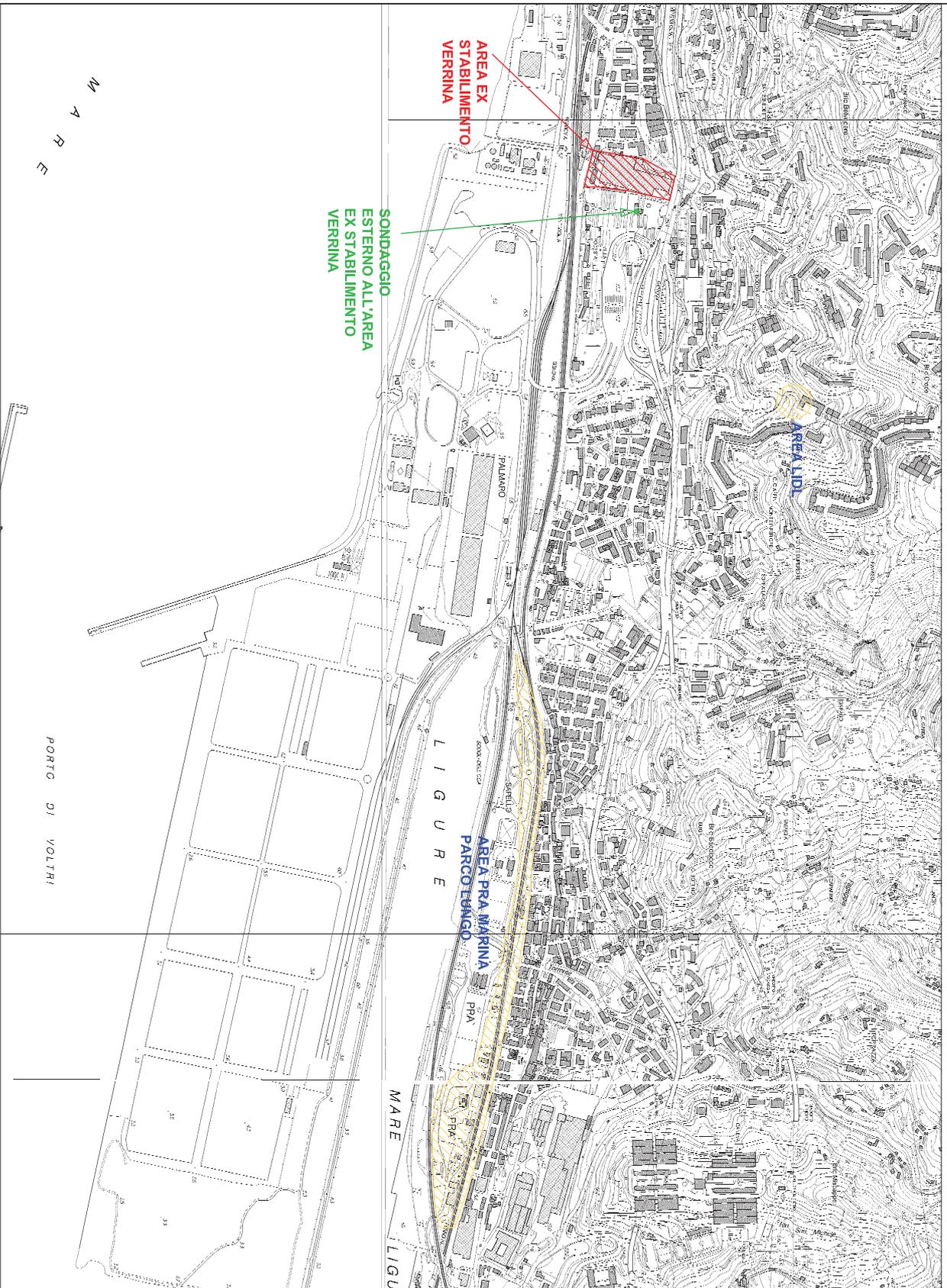
Studio dei valori di concentrazione di cromo e nichel del Fondo naturale nel sottosuolo dell' ex Stabilimento Verrina di Genova, in Via Prà, Municipio VIII Ponente

Sezione geologica interpretativa C

SCALA 1:300

Studio Associato Ballini
Via Galvani 9/1 - 16121 Genova

<p>STUDIO ASSOCIATO BELLINI Geologi</p> <p>Via Galata 9/1 16121 - GENOVA</p>		<p>Data: Settembre 2017</p>
<p>Studio dei valori del fondo naturale delle concentrazioni di cromo e nichel nel sottosuolo dell'ex Stabilimento Verrina di Genova, Via Prà - Municipio VII Ponente.</p> <p>Relazione geologica</p>		<p>SCALA: 1:10.000</p>
<p>Ubicazione siti di campionamento esterni all'area dell'ex Stabilimento Verrina di Prà su planimetria.</p>		<p>ALL. 4</p>



Studio dei valori di concentrazione di cromo e nichel del fondo naturale nel sottosuolo dell'ex Stabilimento Verrina di Genova, in Via Pra, Municipio VII Ponente

Ubicazione siti di campionamento esterni all'area ex Stabilimento Verrina su planimetria

SCALA 1:10000

Studio Associato Bellini
Via Galata 9/1 - 16121 Genova

<p>STUDIO ASSOCIATO BELLINI Geologi</p> <p>Via Galata 9/1 16121 - GENOVA</p>		<p>Data: Settembre 2017</p>
<p>Studio dei valori del fondo naturale delle concentrazioni di cromo e nichel nel sottosuolo dell'ex Stabilimento Verrina di Genova, Via Prà - Municipio VII Ponente.</p> <p>Relazione geologica</p>		<p>FUORI SCALA</p>
<p>Ubicazione siti di campionamento esterni all'area dell'ex Stabilimento Verrina di Prà su fotografia aerea.</p>		<p>ALL. 5</p>



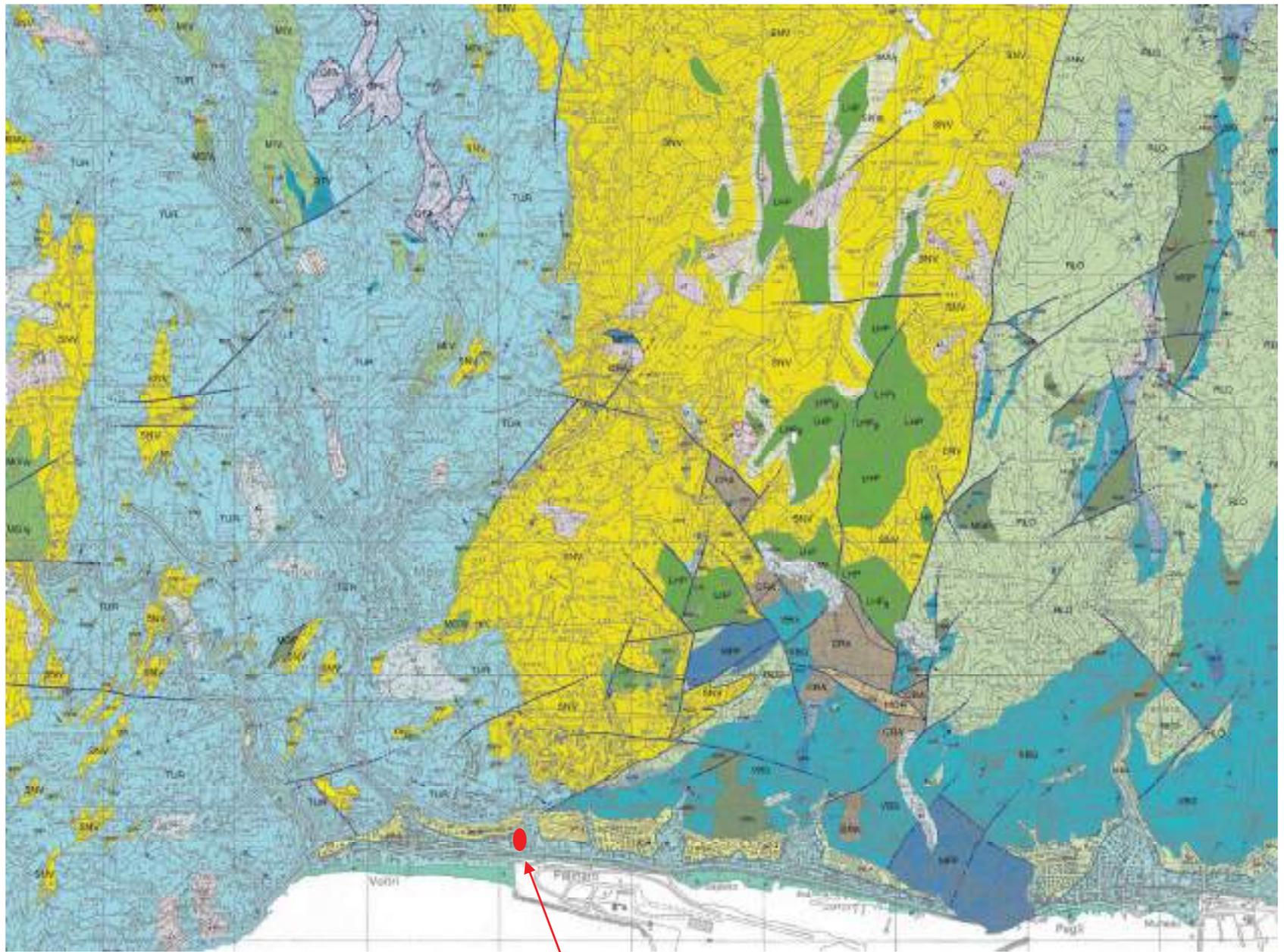
Studio dei valori di concentrazione di cromo e nichel del fondo naturale nel sottosuolo dell'ex Stabilimento Verrina di Genova, in Via Pra, Municipio VII Ponente

Ubicazione siti di campionamento esterni all'area ex Stabilimento Verrina su fotografia aerea

FUORI SCALA

Studio Associato Bellini
Via Galata 9/1 - 16121 Genova

<p>STUDIO ASSOCIATO BELLINI Geologi</p> <p>Via Galata 9/1 16121 - GENOVA</p>		<p>Data: Settembre 2017</p>
<p>Studio dei valori del fondo naturale delle concentrazioni di cromo e nichel nel sottosuolo dell'ex Stabilimento Verrina di Genova, Via Prà - Municipio VII Ponente.</p> <p>Relazione geologica</p>		<p>FUORI SCALA</p>
<p>Stralcio della Carta Geologica d'Italia, Foglio 213-230 Genova.</p>		<p>ALL. 6</p>



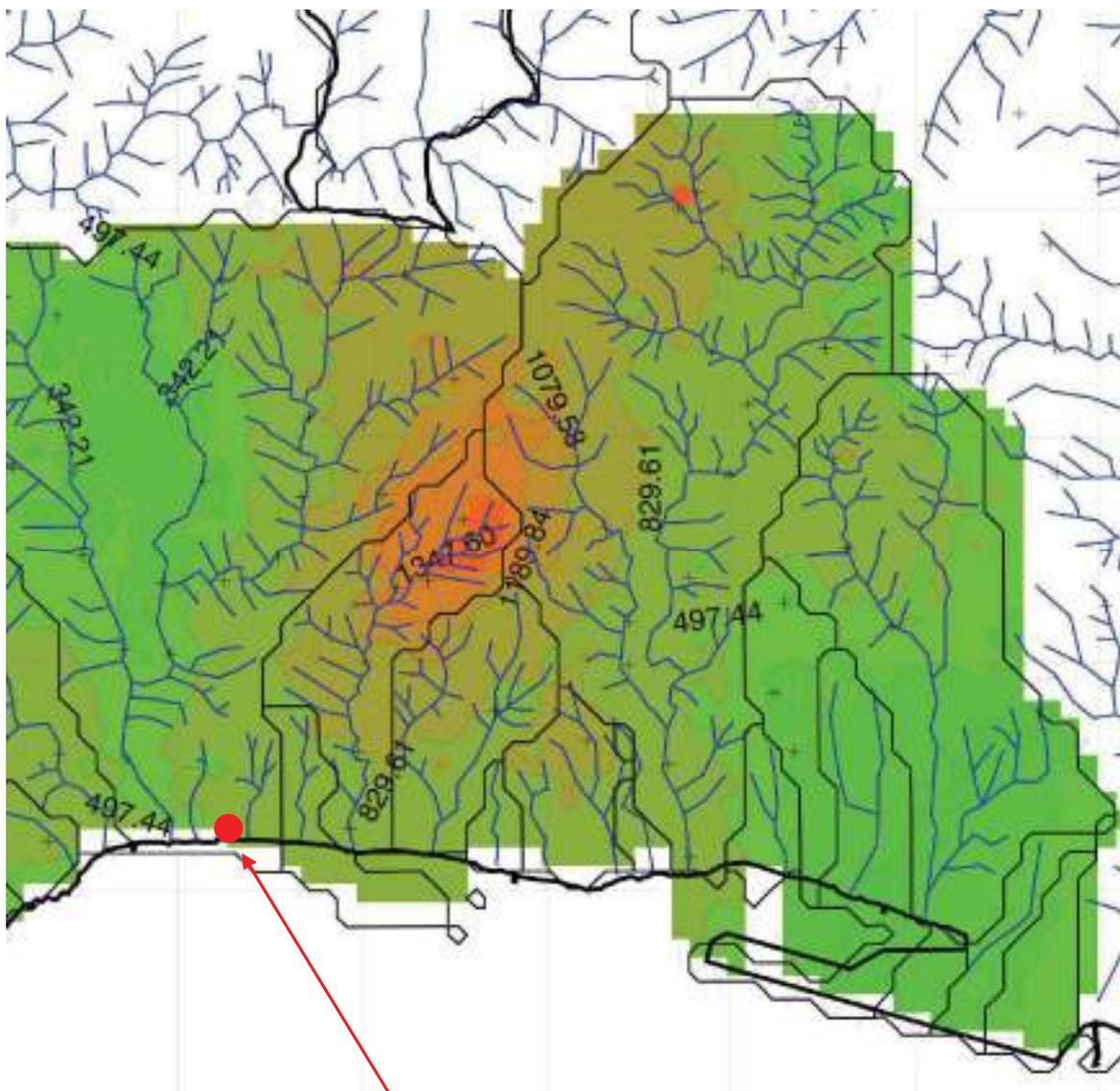
EX STABILIMENTO VERRINA

<p>STUDIO ASSOCIATO BELLINI Geologi</p> <p>Via Galata 9/1 16121 - GENOVA</p>		<p>Data: Settembre 2017</p>
<p>Studio dei valori del fondo naturale delle concentrazioni di cromo e nichel nel sottosuolo dell'ex Stabilimento Verrina di Genova, Via Prà - Municipio VII Ponente.</p> <p>Relazione geologica</p>		<p>FUORI SCALA</p>
<p>Stralcio fuori scala della Carta delle Pietre Verdi della Regione Liguria.</p>		<p>ALL. 7</p>



Carta delle Pietre verdi della Regione Liguria (<http://www.cartografia.regione.liguria.it>)

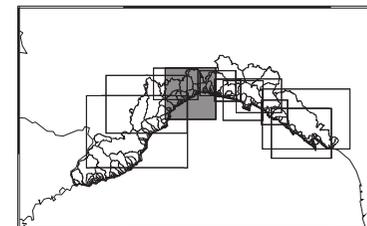
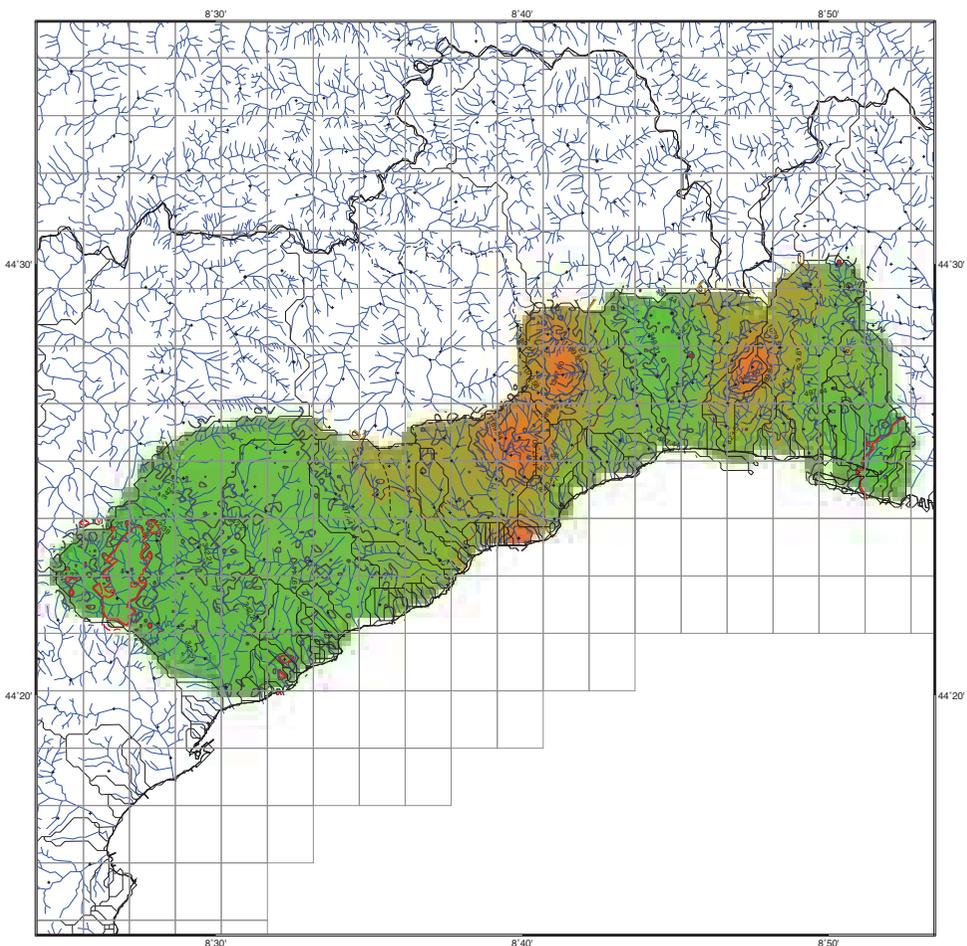
EX STABILIMENTO VERRINA - VIA PRA'



EX STABILIMENTO VERRINA

<p>STUDIO ASSOCIATO BELLINI Geologi</p> <p>Via Galata 9/1 16121 - GENOVA</p>		<p>Data: Settembre 2017</p>
<p>Studio dei valori del fondo naturale delle concentrazioni di cromo e nichel nel sottosuolo dell'ex Stabilimento Verrina di Genova, Via Prà - Municipio VII Ponente.</p> <p>Relazione geologica</p>		<p>FUORI SCALA</p>
<p>Carta Geochimica della Regione Liguria - squadro Arenzano - per le concentrazioni di Cromo nei sedimenti fluviali attivi.</p>		<p>ALL. 8/a</p>

Arenzano Carta di concentrazione del Cromo



Cartografia Geochemica

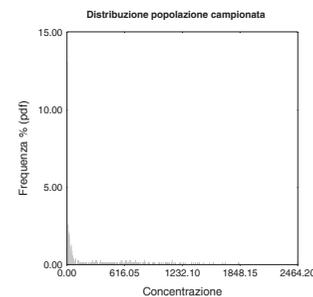
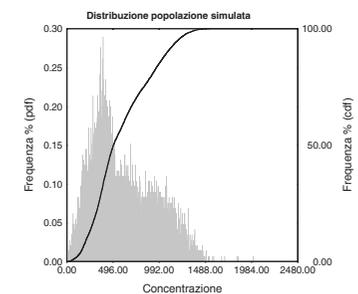
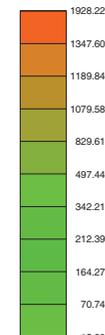
Thu, 30 Oct 2008 12:21:22 +0100 Versione 1.0
 Contratto DipTeRis 393/07

Elemento: Cromo
Matrice: Sedimenti fluviali attivi

VARIABILITA' LOCALE
 Ordinari Krige
 VARIABILITA' GLOBALE
 Simulazioni Stocastiche
 Superficiali Geostatistiche
Ellissoide: International - ED50
Proiezione di Mercatore
 Meridiano Centrale del foglio
 Scala 1:100000

LEGENDA

- Simboli**
- Campioni
 - Limiti di rilevabilita'
 - ★ Campione FOREGS
- Contouring**
- Limite di Provincia
 - Limite di Regione
 - Reticolo idrografico
- Limiti di riferimento**
- Sodio e potassio in aree residenziali > 100 ppm
 - Sodio e potassio in aree industriali > 800 ppm
- Unita' di misura: ppm



CARTA GEOLITOLGICA

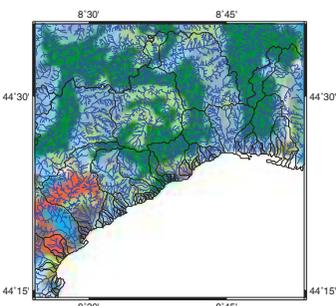
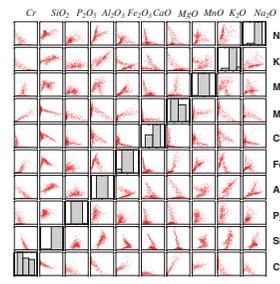
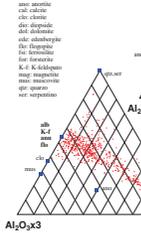
Scala 1:33333
 Riclassificata da Modello Strutturale

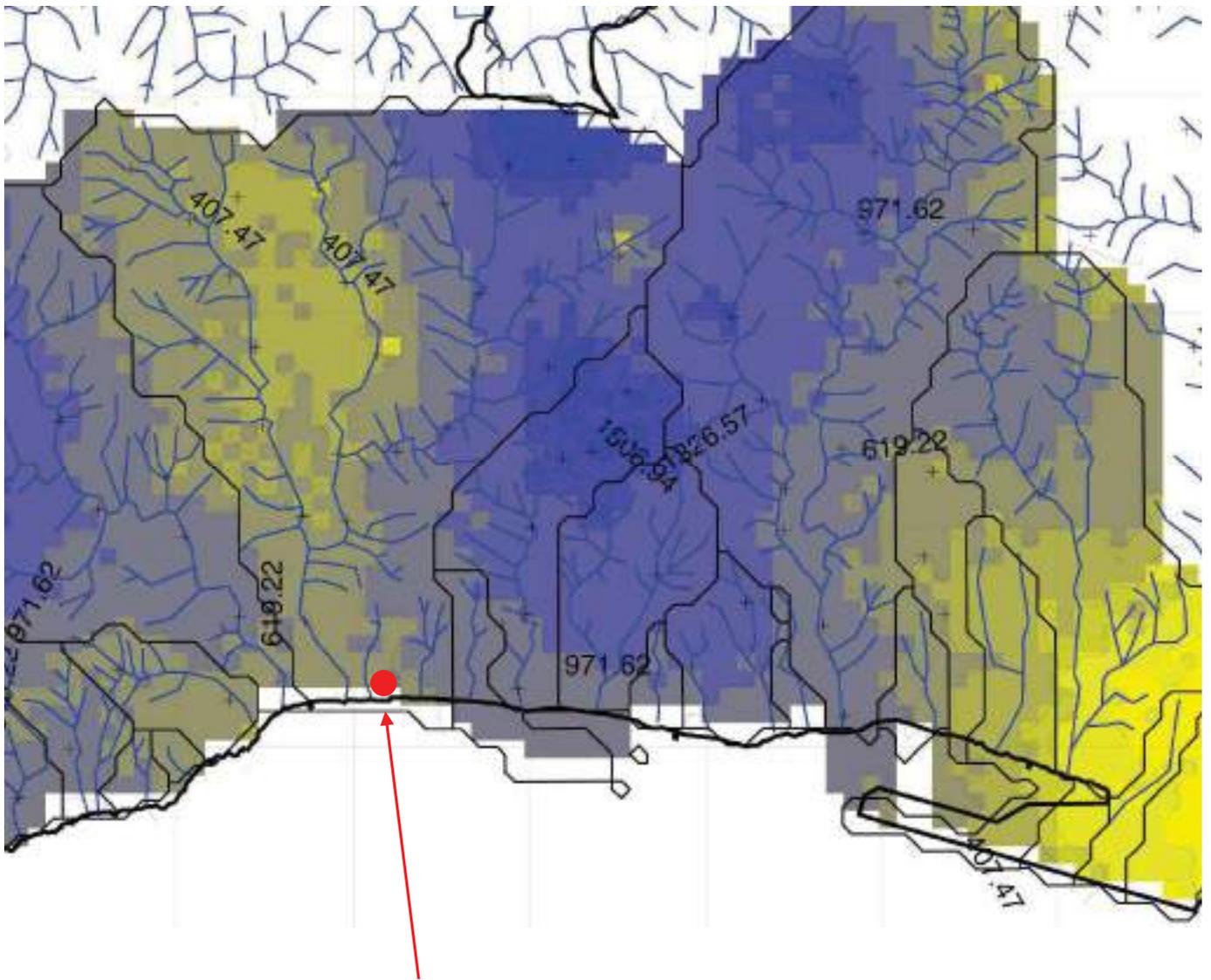
- | | |
|--|---|
| Rocce calcareo-dolomiche diomorfiche o diomorfiche | Rocce evaporitiche (es. Gessa, Caltanice, livelli evaporitici) |
| Rocce calcareo-marinosse (es. Tivoli) | Rocce ignee acide (es. Colli Albani, Tuscolani, Rocce di Albano, Lavinio) |
| Rocce pre-terziarie a basso contenuto calcareo (es. Sisto, Mugello, Ostia) | Rocce ignee intermedie (es. Mianelli, Anagnini, Ladispoli, Civitavecchia) |
| Rocce a medio contenuto calcareo (es. Anagnini e Caccari, Argiletici) | Rocce ignee intermedie alcaline (es. Serrati, Fano, Trastevere) |
| Calcari organogeni ad alto contenuto calcareo (es. Serrati, Caccari) | Vulcaniti basiche (es. Fregene, Tivoli, Quirina, etc.) |
| Rocce marine (es. Argilla, Marone, Anagnini-Mariani) | Rocce ignee basiche (es. Caccari, Anagnini, Ostia, Serrati) |
| Complessi sedimentari indeterminati (es. Chianteramo, Suco, Nettuno) | Rocce ultramafiche metamorfosate (es. Serrati, Nettuno) |
| Depositi misti terrigeni (es. Sabbia, conglomerati) | Rocce metamorfiche basiche (es. Granelli, Eccelesti) |
| Depositi recenti di varia origine (es. Alluvioni, colli delimitati) | Rocce metamorfiche relativamente acide (es. Granelli, Granelli) |

DIAGRAMMI TRIANGOLARI

preparati in ppm

Miscelari principali





EX STABILIMENTO VERRINA

<p>STUDIO ASSOCIATO BELLINI Geologi</p> <p>Via Galata 9/1 16121 - GENOVA</p>		<p>Data: Settembre 2017</p>
<p>Studio dei valori del fondo naturale delle concentrazioni di cromo e nichel nel sottosuolo dell'ex Stabilimento Verrina di Genova, Via Prà - Municipio VII Ponente.</p> <p>Relazione geologica</p>		<p>FUORI SCALA</p>
<p>Carta Geochimica della Regione Liguria - squadro Arenzano - per le concentrazioni di Nichel nei sedimenti fluviali attivi.</p>		<p>ALL. 8/b</p>

<p>STUDIO ASSOCIATO BELLINI Geologi</p> <p>Via Galata 9/1 16121 - GENOVA</p>		<p>Data: Settembre 2017</p>
<p>Studio dei valori del fondo naturale delle concentrazioni di cromo e nichel nel sottosuolo dell'ex Stabilimento Verrina di Genova, Via Prà - Municipio VII Ponente.</p> <p>Relazione geologica</p>		<p>FUORI SCALA</p>
<p>Carta dei valori limite del tenore in metalli pesanti nei materiali da utilizzarsi per il ripascimento degli arenili" – Cromo Totale.</p>	<p>ALL. 9</p>	

<p>STUDIO ASSOCIATO BELLINI Geologi</p> <p>Via Galata 9/1 16121 - GENOVA</p>		<p>Data: Settembre 2017</p>
<p>Studio dei valori del fondo naturale delle concentrazioni di cromo e nichel nel sottosuolo dell'ex Stabilimento Verrina di Genova, Via Prà - Municipio VII Ponente.</p> <p>Relazione geologica</p>		<p>FUORI SCALA</p>
<p>Carta dei valori limite del tenore in metalli pesanti nei materiali da utilizzarsi per il ripascimento degli arenili" – Nichel.</p>	<p>ALL. 10</p>	

