

**REGIONE PIEMONTE**  
*Provincia di Cuneo*  
**COMUNE DI ALBA**

**IMPIANTO IDROELETTRICO  
SUL FIUME TANARO  
NEL COMUNE DI ALBA**

**PROGETTO DEFINITIVO**

Elaborato n.

**A1-3**

**"Relazione Geologica e  
Geotecnica sulle indagini"**

Marzo 2015

IL COMMITTENTE:

**Tanaro Power S.p.A.**

Via Vivaro 2  
12051 - Alba (CN)

IL TECNICO INCARICATO:

**Dott. Geol. Sergio ROLFO**



STUDIO GEOLOGICO  
Dott. Geol. Sergio Rolfo  
Via Trento e Trieste, 8/c - 12042 Bra (CN)  
tel: 0172 421933  
e-mail: [studiogeologico@fiscali.it](mailto:studiogeologico@fiscali.it)

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA ED OBIETTIVI DEL LAVORO</b> .....	<b>2</b>
1.1	Caratteristiche generali dell'intervento .....	2
1.2	Metodologia di studio .....	3
<b>2</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOGRAFICO</b> .....	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>GEOLOGIA</b> .....	<b>6</b>
3.1	Assetto geologico regionale .....	6
3.2	Assetto litostratigrafico locale .....	12
3.2.1	<i>Depositi alluvionali attuali del F. Tanaro</i> .....	12
3.2.2	<i>Depositi alluvionali medio-recenti</i> .....	13
3.2.3	<i>Marne di S. Agata Fossili (M<sup>A</sup>)</i> .....	14
<b>4</b>	<b>GEOMORFOLOGIA</b> .....	<b>17</b>
4.1	Pericolosità geomorfologica .....	20
4.1.1	<i>Autorità di Bacino del Fiume Po</i> .....	20
4.1.2	<i>Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale – Piemonte</i> .....	23
4.1.3	<i>IFFI/SIFRAP</i> .....	25
4.1.4	<i>Amministrazione Comune di Alba</i> .....	26
<b>5</b>	<b>IDROGEOLOGIA</b> .....	<b>29</b>
5.1	Complesso alluvionale medio recente e attuale .....	30
5.1.1	<i>Campo di moto nel complesso alluvionale medio recente e attuale</i> .....	30
5.1.2	<i>Chimismo del complesso alluvionale medio recente e attuale</i> .....	35
5.1.3	<i>Rapporti tra reticolo idrico di superficie e complesso alluvionale</i> .....	38
5.2	Complesso marnoso.....	39
<b>6</b>	<b>INDAGINI GEOGNOSTICHE</b> .....	<b>40</b>
6.1	Ricostruzione dell'assetto del sottosuolo.....	40
6.2	Indagini geognostiche eseguite in precedenza nell'intorno dell'area .....	40
6.3	Indagini geognostiche eseguite nell'area.....	45
6.3.1	<i>Sondaggio a carotaggio continuo</i> .....	45
6.3.2	<i>Prove di laboratorio</i> .....	47
6.4	Schema Litostratigrafico .....	49
6.5	Caratterizzazione geotecnica .....	50
<b>7</b>	<b>MODELLO GEOLOGICO</b> .....	<b>55</b>
7.1	Fattibilità dell'intervento .....	57
<b>8</b>	<b>PRINCIPALI RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI</b> .....	<b>58</b>

## ELENCO ALLEGATI

**All. A** Sondaggio geognostico - Rapporto certificativo delle indagini

## **1 PREMESSA ED OBIETTIVI DEL LAVORO**

### **1.1 CARATTERISTICHE GENERALI DELL'INTERVENTO**

La presente relazione illustra lo studio geologico, idrogeologico e geotecnico sulle indagini, condotto nell'ambito della progettazione di un impianto idroelettrico sul Fiume Tanaro in Comune di Alba, avente la traversa ubicata circa 200 m a monte dell'immissione del Torrente Cherasca.

L'impianto si compone di una traversa fluviale di tipo mobile ad assetto variabile costituita da una platea fissa in c.a. sormontata da uno sbarramento mobile a doppia falda completamente abbattibile, da una centrale realizzata in area golenale sinistra, da un canale di adduzione e da un canale di scarico. Sono inoltre previsti manufatti accessori quali la rampa di risalita per l'ittiofauna e le opere per la regimazione delle portate.

La descrizione dettagliata dell'insieme degli studi e delle indagini condotte, insieme alla metodologia seguita nello svolgimento dell'incarico ed i principali vincoli di tipo geologico presenti sul territorio in esame, viene illustrata nel presente capitolo.

L'inquadramento geografico viene riportato nel *Cap. 2*.

Il *Cap. 3* illustra l'assetto geologico generale con un'analisi dell'assetto litostratigrafico locale.

Assetto geomorfologico e principali eventi dissestivi occorsi sul territorio in esame sono riportati nel *Cap. 4*.

La ricostruzione dell'assetto idrogeologico con particolare riferimento ai caratteri della piezometria nel contesto territoriale locale, viene svolta nel *Cap. 5*.

Nel *Cap. 6* sono esposti i risultati acquisiti dalle indagini geognostiche.

Il modello geologico unitamente alla fattibilità dell'intervento viene sviluppato nel *Cap. 7*.

Nel *Cap. 8*, infine, sono esposti i principali riferimenti bibliografici relativi allo studio.

## 1.2 METODOLOGIA DI STUDIO

L'analisi è stata indirizzata all'acquisizione dei dati esistenti con successiva elaborazione del *Modello Geologico* (M.G.), al fine di ottenere un quadro conoscitivo dell'area di progetto mediante la ricostruzione della successione spaziale e temporale dell'ambiente fisico esistente nonché l'identificazione geometrica, la descrizione tipologica e spaziale delle unità idrogeologiche presenti, dei parametri idrogeologici fondamentali e del campo di moto delle acque sotterranee.

Tale *Modello Geologico* risulta conforme a quanto richiesto nel Capitolo 6.2.1 del D.M. 14 gennaio 2008 "*Norme Tecniche per le Costruzioni*" (nel seguito indicate con N.T.C.) "*CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO*". Nel Capitolo 6.2.1 si evidenzia come "*La caratterizzazione e la modellazione geologica del sito consiste nella ricostruzione dei caratteri litologici, stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici e, più in generale, di pericolosità geologica del territorio. In funzione del tipo di opera o di intervento e della complessità del contesto geologico, specifiche indagini saranno finalizzate alla documentata ricostruzione del modello geologico*".

## 2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area in esame si estende, nell'ambito dei limiti amministrativi del Comune di Alba, nel settore a NE dell'abitato e più precisamente in sinistra idrografica del Fiume Tanaro a valle del ponte sul Fiume Tanaro su cui è presente C/so Canale.

Il settore è compreso nella Gran Carta degli Stati Sardi in Terraferma (Anno 1852) alla scala 1:50.000 nella Sezione 59 Alba (Fig. 2.1 a), nella Carta Topografica d'Italia alla scala 1:25.000 dell'Istituto Geografico Militare Italiano nel Foglio 69 – Tavoletta III SO "Alba" (Fig. 2.1 b-c), mentre nella carta Tecnica della Regione Piemonte (1991) si localizza nella Sezione 193050.

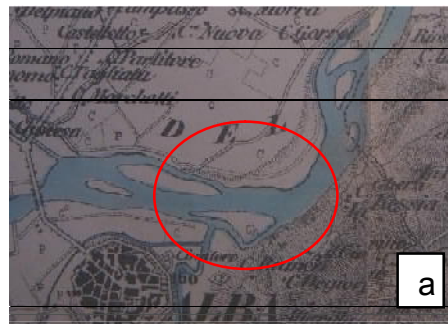


Figura 2.1 – a) Stralcio (non in scala) del F° 59 della Gran Carta degli Stati Sardi in Terraferma.

Stralcio (non in scala) della tavoletta III SO "Alba" F° 69 della Carta Topografica d'Italia.

b) Levata e rilievi anno 1880. Il cerchio rosso rappresenta l'area in esame.

c) Rilievi e aggiornamenti anno 1965. Il cerchio rosso rappresenta l'area in esame.

L'assetto dei luoghi (Fig. 2.2), presente nella Carta BDTRE (Banca Dati Territoriale secondo le indicazioni DigitPA - ex CNIPA - 2010), evidenzia un sistema fluviale a canali multipli evoluto verso un sistema di isole con alvei abbandonati di forma arcuata in prossimità del corso d'acqua, giustapposti a superfici fluviali conservate al margine esterno del fondovalle.

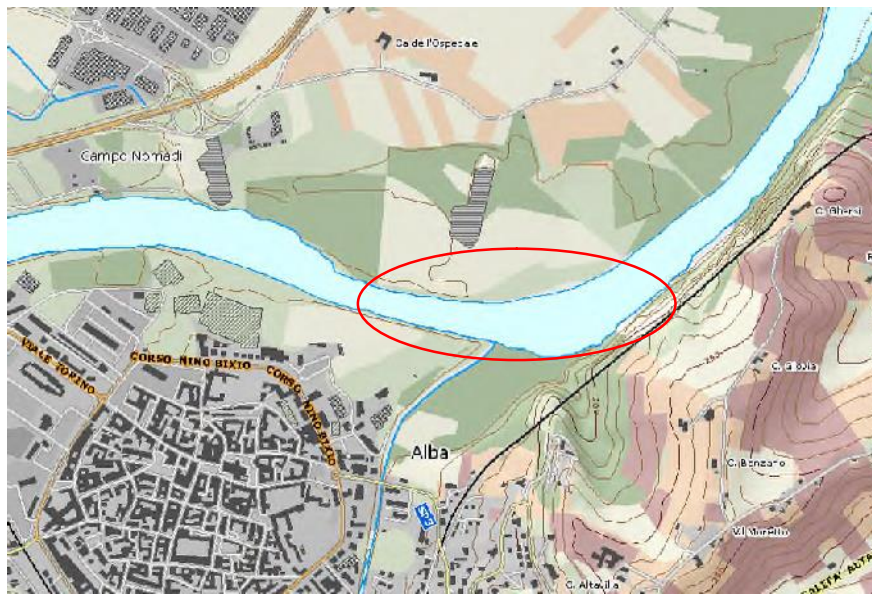


Figura 2.2 – Stralcio, non in scala, della Carta BDTRE (Banca Dati Territoriale secondo le indicazioni DigitPA - ex CNIPA - 2010). Il cerchio rosso rappresenta l'area in esame.

Il percorso del Fiume Tanaro si modella, quindi, nei depositi alluvionali avendo al contorno superfici terrazzate in più ordini e numerosi alvei abbandonati con forma rettilinea ben conservata, a testimonianza di un processo d'incisione ancora in atto dall'epoca della primitiva diversione.

Per il corso d'acqua in esame e la sua piana alluvionale di fondovalle le caratteristiche fisiche legate all'evoluzione idrografica risultano interdipendenti con i processi di:

- variabilità dell'assetto morfologico della piana alluvionale, determinata dalla impostazione geostrutturale di tipo regionale;
- variabilità d'andamento fluviale lungo il percorso e nel tempo, connessa a parametri geometrici della piana e a fattori idrodinamici dell'alveo, condizionati dagli interventi antropici;
- variabilità di distribuzione dei banchi di sedimento in alveo (barre fluviali), conseguente alle locali disponibilità di corpi sedimentari più o meno erodibili lungo il percorso.

### 3 GEOLOGIA

#### 3.1 ASSETTO GEOLOGICO REGIONALE

La ricostruzione geologica della zona collinare a sud del Po, comprendente le aree del Roero e delle Langhe, è stata oggetto di numerosi lavori sia a carattere specialistico (paleontologico, stratigrafico, sedimentologico), sia a carattere più generale, relativamente alla ricostruzione degli eventi deposizionali e deformativi che si sono succeduti nel corso del Terziario in questo ampio bacino.

Fra i lavori a carattere generale si ricordano quelli di *Sacco (1889)*, *Gelati (1968)*, *Lorenz (1969)*, *Boni (1970)*, *Gelati & Gnaccolini (1982; 1988, 2002)* relativi alla stratigrafia del *Bacino Terziario Piemontese (B.T.P.)* oltre al Foglio n° 69 "Asti" (Fig. 3.1a) della Carta Geologica d'Italia (scala 1:100.000 / 25.000) e la Carta Geologica (scala 1:10.000) allegata al P.R.G. del Comune di Alba (Fig. 3.1b).

Recenti lavori (*Clari et al. 1995*, *Piana 2000*) hanno infine rivisto le teorie classiche relative all'assetto stratigrafico e strutturale del *B.T.P.*, individuando una serie di unità tettonostratigrafiche deposte in bacini relativamente indipendenti fra loro.

In particolare la *Regione Piemonte - Direzione Ambiente*, il *C.N.R. Istituto di Geoscienze e Georisorse - Unità Operativa di Torino* e l'*Università degli Studi di Torino - Dipartimento di Scienze della Terra* hanno, attraverso l'integrazione delle competenze geologico-stratigrafiche, geologico-strutturali, micropaleontologiche e idrogeologiche, fornito, per la prima volta in Piemonte, un modello geologico tridimensionale regionale della geometria e struttura interna degli acquiferi "profondi" e "molto profondi" (oltre a quelli superficiali) e sviluppato i conseguenti modelli geologici e idrogeologici e di flusso. In questo lavoro si evidenzia che differenti successioni di età oligocenico-miocenica, prevalentemente terrigene e di ambiente marino, sono esposte nel settore meridionale del Bacino Terziario Piemontese (suddiviso in Langhe, Alto Monferrato e Borbera-Grue) ed a nord nella Collina di Torino e del Monferrato (Fig. 3.2).

La prosecuzione laterale ed i rapporti geometrici e stratigrafici tra queste successioni sono mascherate dai depositi pliocenico-olocenici accumulati nei bacini di Savigliano ed Alessandria (*Mosca, 2006*).

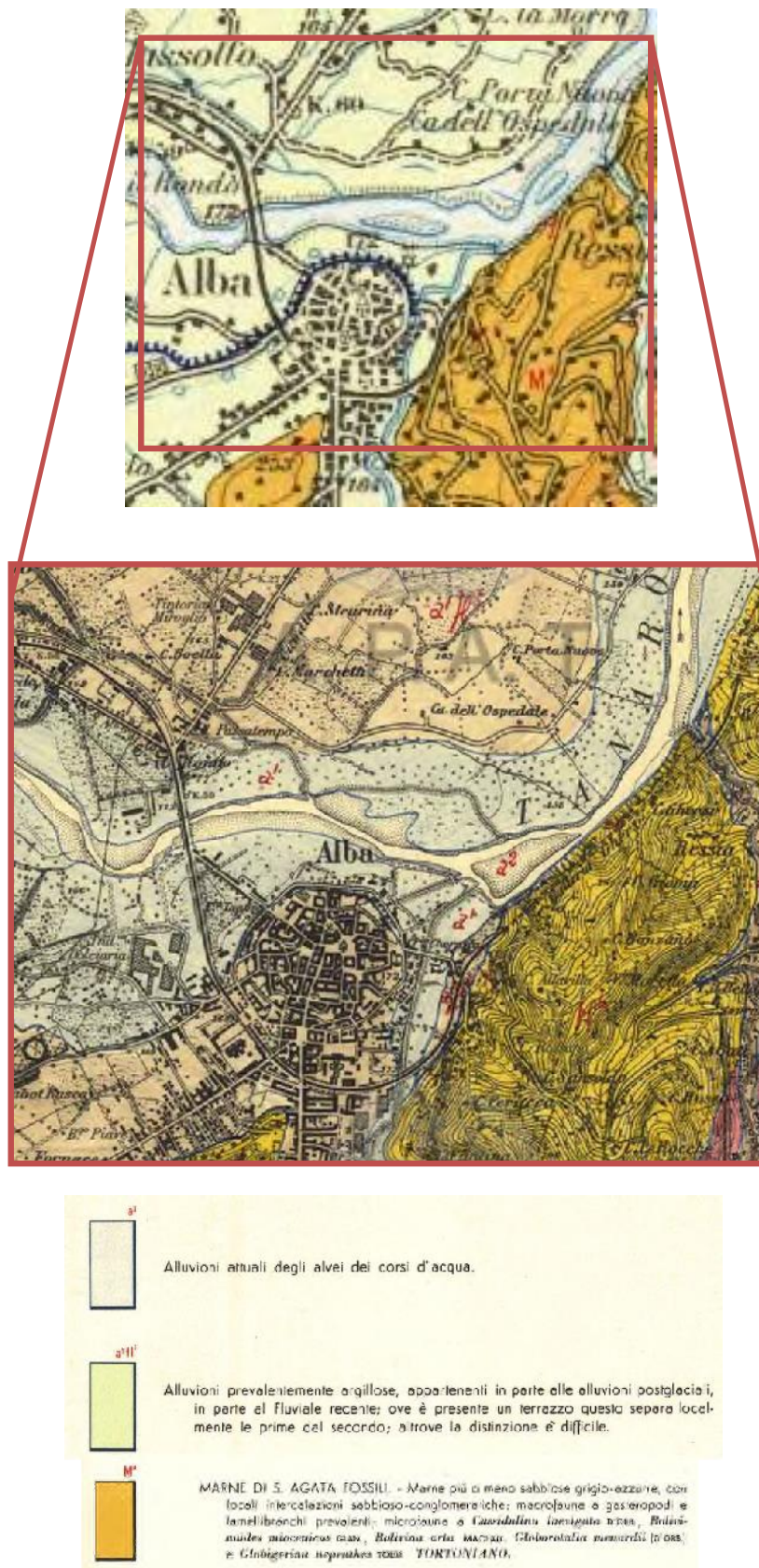
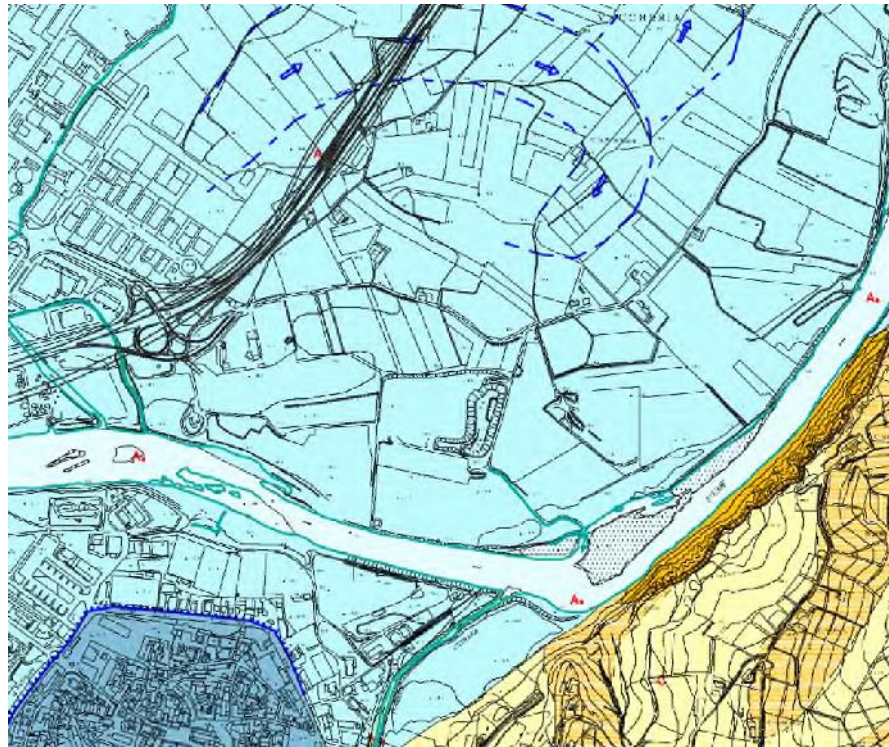



















Figura 3.1a – Estratto, non in scala, dal Foglio n° 69 con particolare della Sez. III SO, scala di rilievo 1:25.000, della Carta Geologica d'Italia.





LEGENDA

- |  |   |
|--|---|
| <p><b>C</b><br/>  Coltri eluvio-colluviali limoso argillosa di versante e detritiche di copertura.<br/>                 (OLOCENE RECENTE)</p> <p><b>A<sub>2</sub></b><br/>  Depositi attuali dell' alveo attivo del F. Tanaro, costituite da ghiaia e sabbia da sciolta a medio sciolta con presenza di ciottoli ben arrotondati, s (sommersi), e (emersi).<br/>                 (OLOCENE RECENTE)</p> <p><b>A<sub>2s</sub></b><br/>  Depositi attuali dell' alveo attivo del reticolo idrografico minore costituiti da prevalenti sabbie ghiaioso - limose, subordinati ciottoli.<br/>                 (OLOCENE RECENTE)</p> <p><b>A<sub>1</sub></b><br/>  Alluvioni recenti del F. Tanaro costituite da prevalenti ghiaie e sabbie sciolte con interdigitati livelli di ciottoli alla base, (piani inferiore - i), con presenza di coperture sabbioso limose maggiormente sviluppate lungo la piana superiore(s).<br/>                 (OLOCENE MEDIO)</p> <p><b>A<sub>1s</sub></b><br/>  Alluvioni recenti dei principali affluenti costituite da prevalenti sabbie ghiaioso-limose con subordinati ciottoli e presenza di ricche coperture limoso-sabbiose.<br/>                 (OLOCENE MEDIO)</p> <p><b>A<sub>2</sub></b><br/>  Depositi alluvionali post glaciali costituiti da ghiaie e sabbie sciolte con interdigitati livelli lentiformi di ciottoli in matrice sabbioso - limosa localmente argillosa. Presenza di coperture metriche e plurimetriche limoso - argillose con modesta alterazione superficiale.<br/>                 (OLOCENE ANTICO)</p> <p><b>M<sub>1</sub></b><br/>  <b>MARNE DI S. AGATA I OSSILI</b><br/>                 Marne, marne argillose, marne sabbioso-arenacee. La parte inferiore della formazione è costituita da marne grigio-azzurre prevalenti, mentre la parte superiore, maggiormente detritica, è caratterizzata da marne sabbioso-arenacee con locali livelli conglomeratici in eteropia di facies con le soprastanti arenarie di Diano d'Alba.<br/>                 (TORTONIANO)</p> <p><b>M<sub>2</sub></b><br/>  <b>FORMAZIONE DI LEQUIO</b><br/>                 Alternanze di arenarie quarzose a grana medio-fine, talvolta scarsamente cementate, sabbie e marne siltose grigie.<br/>                 (TORTONIANO-SERRAVALLEANO)</p> | <p> Orlo di scarpata di degradazione</p> <p> Orlo di terrazzo fluviale</p> <p> Orlo di terrazzo fluviale con bordo arrotondato</p> <p> Contatto litologico</p> <p> Giacitura della stratificazione</p> <p> Reticolo idrografico minore</p> <p> Bacini idrici</p> <p> Paleovalve del F. Tanaro</p> <p> Linea di sponda dati storici</p> <p> Alveo rettificato</p> <p> Faglia presunta</p> |
|--|---|

Nota: s = affiorante s = subaffiorante

Figura 3.1b – Estratto, non in scala, da Carta Geologica allegata al P.R.G. del Comune di Alba.

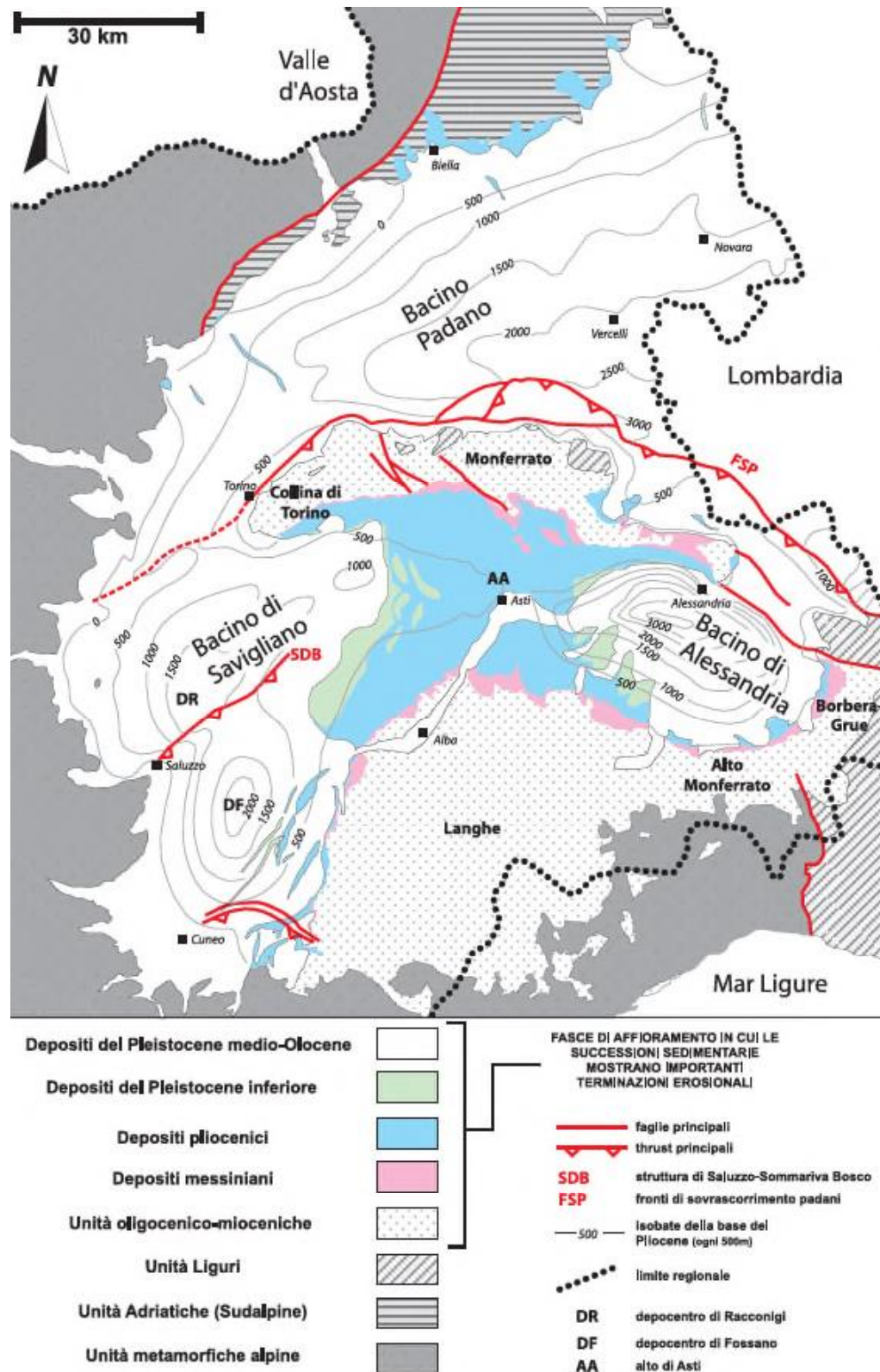


Figura 3.2 - Schema geologico semplificato della Regione Piemonte, in cui sono rappresentate le unità metamorfiche della catena alpina, le unità Adriatiche (Subalpine), le unità Liguri-Appenniniche, le successioni oligocenico-mioceniche, plioceniche e quaternarie affioranti e i depocentri plio-quaternari sepolti in cui risiedono i principali acquiferi della Regione (modificato da *Bigi et al., 1990*).

A nord del sistema Collina di Torino-Monferrato il Bacino Padano identifica, a partire dall'Oligocene, un'avanfossa sviluppata su crosta insubrica in seguito alla propagazione di un sistema di fronti tettonici nord-vergenti posti sul lato meridionale e di un simmetrico sistema di fronti sud-vergenti posizionati sul lato settentrionale.

Come osservabile nella Fig. 3.3, le successioni a sud del sistema Collina di Torino-Monferrato ed i loro compositi substrati definiscono un bacino di *piggy-back* sovrascorso verso nord sulle successioni terziarie del Bacino Padano.

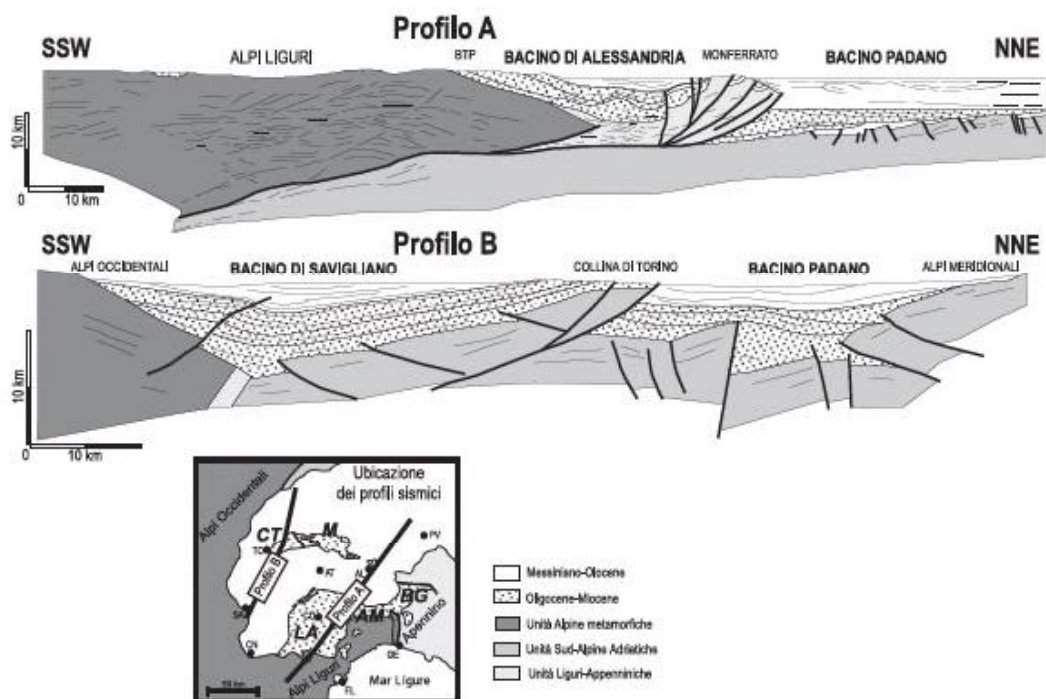


Figura 3.3 - Profili geologici schematici attraverso i principali elementi strutturali della Pianura Padana occidentale (modificato da: Cassano et alii, 1986; Falletti et alii, 1995; Mosca, 2006).

Dal punto di vista della caratterizzazione geologica si possono individuare due diversi ambienti geologici, nettamente distinti fra loro per la struttura geologica, l'età dei terreni e la morfologia del territorio:

- Depositi quaternari della pianura principale del Tanaro;
- Depositi oligo-miocenici.

Entro la fascia occupata dai *depositi quaternari della pianura principale del Tanaro*, i sedimenti sono prevalentemente formati da termini ghiaiosi, sabbiosi, disposti in lenti e livelletti con stratificazione piuttosto irregolare. Questa fascia di depositi alluvionali, di larghezza media circa 2.5 km, entro cui sono compresi l'alveo attivo del Fiume Tanaro ed i suoi recenti paleoalvei, ha una potenza media di 6 metri; questi depositi poggiano direttamente sul substrato marnoso prequaternario.

*I depositi oligo-miocenici* ricoprono le formazioni più antiche, cretaceo-eoceniche, generalmente non affioranti. In particolare questa serie sedimentaria, la cui età va dall'Oligocene fino al Pliocene, con massimo sviluppo dei terreni miocenici, è prevalentemente detritica, con formazioni conglomeratiche-arenacee nei termini oligocenici ed alternanze di marne ed arenarie prevalenti in quelli miocenici. La sedimentazione oligo-miocenica è rappresentata inizialmente da sequenze di depositi grossolani di ambiente continentale o transizionale; ad essa segue quindi una sedimentazione di mare profondo, con marne e potenti sequenze arenaceo-argillose, legate ad un rapido approfondimento del bacino. I corpi arenacei sono in genere interpretati come depositi di correnti di torbida a bassa efficienza dei meccanismi di trasporto, in un bacino caratterizzato da più depressioni; i livelli prevalentemente marnoso-siltosi, al contrario, sono messi in rapporto con la diminuzione degli apporti terrigeni grossolani ed una più scarsa sedimentazione. La continua alternanza di corpi torbiditici imballati nelle marne, probabilmente legata ai movimenti sinsedimentari del substrato e dell'entroterra alpino, caratterizza il *BTP* fino alla fine del Miocene.

In Fig. 3.4 è schematicamente rappresentata, per il settore di Langhe e Roero in esame, la sequenza stratigrafica miocenica medio-superiore. In essa si può notare come la successione stratigrafica sia caratterizzata in prevalenza dall'alternanza di termini arenacei a granulometria grossolana con termini argilloso-marnosi.

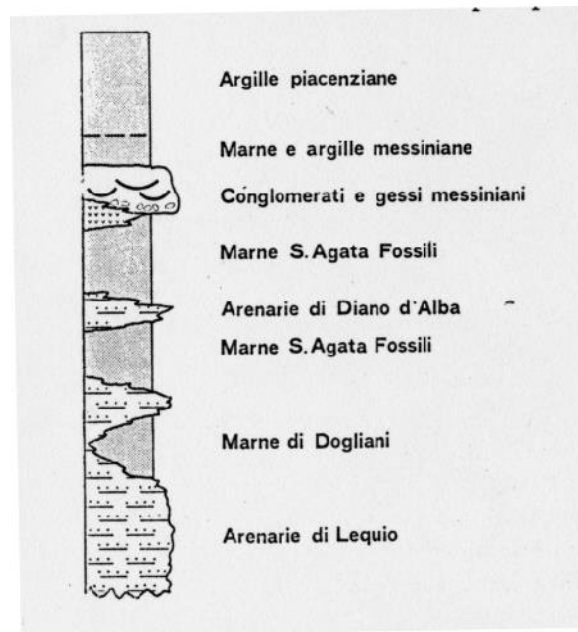


Figura 3.4 - Schema stratigrafico relativo al Miocene medio - superiore in bassa Langa (da *Bottino et alii*, 1985).

## 3.2 ASSETTO LITOSTRATIGRAFICO LOCALE

Dai rilievi geologici (effettuati a ottobre-dicembre 2014) finalizzati alla ricostruzione del volume geologico significativo dell'area e dall'esame delle indagini svolte in sito / in laboratorio (Cap. 6), la stratigrafia dell'area può essere così ripartita (dall'alto verso il basso):

- *Depositi alluvionali attuali del F. Tanaro;*
- *Depositi alluvionali medio-recenti;*
- *Marne di S. Agata Fossili.*

### 3.2.1 DEPOSITI ALLUVIONALI ATTUALI DEL F. TANARO

Rappresentano gli episodi più recenti della sedimentazione del F. Tanaro. Comprendono sabbie e ghiaie con ciottoli, con frazioni limose localmente ben espresse. Il suolo è di norma poco sviluppato (Fig. 3.5).

La distribuzione di questi depositi segue l'andamento dell'alveo attuale del F. Tanaro (Elaborato A3-9 *Carta geologica con ubicazione indagini*).



Figura 3.5 - Particolare dei depositi alluvionali attuali del F. Tanaro

L'unità possiede spessore variabile in relazione allo sviluppo planimetrico dell'alveo di piena, che in parte rielabora e in parte incide questi depositi, mantenendosi comunque nell'ordine di pochi metri.

### 3.2.2 DEPOSITI ALLUVIONALI MEDIO-RECENTI

Rappresentano i depositi terrazzati del F. Tanaro (Elaborato A3-9 *Carta geologica con ubicazione indagini*) e del reticolo idrografico minore.

Si tratta di ghiaie ciottolose in abbondante matrice sabbioso – limosa, con lenti di sabbia e sabbia limosa anche di notevoli dimensioni (Fig. 3.6) e locali livelli e corpi lentiformi limoso-argillosi.

I caratteri morfometrici indicano ciottoli con basso grado di sfericità mentre la tessitura è fortemente eterometrica.



Figura 3.6 - Panoramica dei depositi alluvionali medio-recenti.

### 3.2.3 MARNE DI S. AGATA FOSSILI (M<sup>4</sup>)

Si tratta di un complesso di marne omogenee, coerenti, di colore grigio-azzurro spesso a frattura irregolarmente concoide, cui localmente si intercalano livelli di peliti siltose grigie e corpi arenacei e conglomeratici. Rappresenta una fase di sedimentazione di mare aperto, come indicato anche dalle associazioni di resti fossili presenti; l'età è riferita al Miocene medio (Tortoniano). Nella sezione tipo, presso l'abitato di S. Agata Fossili, il contenuto in carbonato di calcio è intorno al 35%, corrispondente al limite compositazionale tra le marne propriamente dette. Nell'intorno dell'area di progetto, al contrario, il contenuto in carbonati risulta di norma molto inferiore e i litotipi sono classificabili come argille marnose. Di conseguenza le caratteristiche litologiche e il com-

portamento geotecnico risultano influenzati in modo significativo dalla componente argillosa.

Le superfici di stratificazione sono di norma indistinte e mal definite. L'assetto giaciturale è a monoclinale debolmente inclinata ( $5^{\circ}$  -  $10^{\circ}$ ) verso N-NO.

Le Marne di S. Agata compaiono in superficie sia nell'alveo del Fiume Tanaro (Figg. 3.7a - 3.7b), sia lungo la scarpata sottostante C.na Gheresi (Figg. 3.8a - 3.8b).



Figura 3.7 - Affioramenti delle Marne di S. Agata Fossili.

- a) Affioramento nell'alveo del Fiume Tanaro, visto dalla sinistra idrografica.
- b) Particolare di un affioramento in destra idrografica.



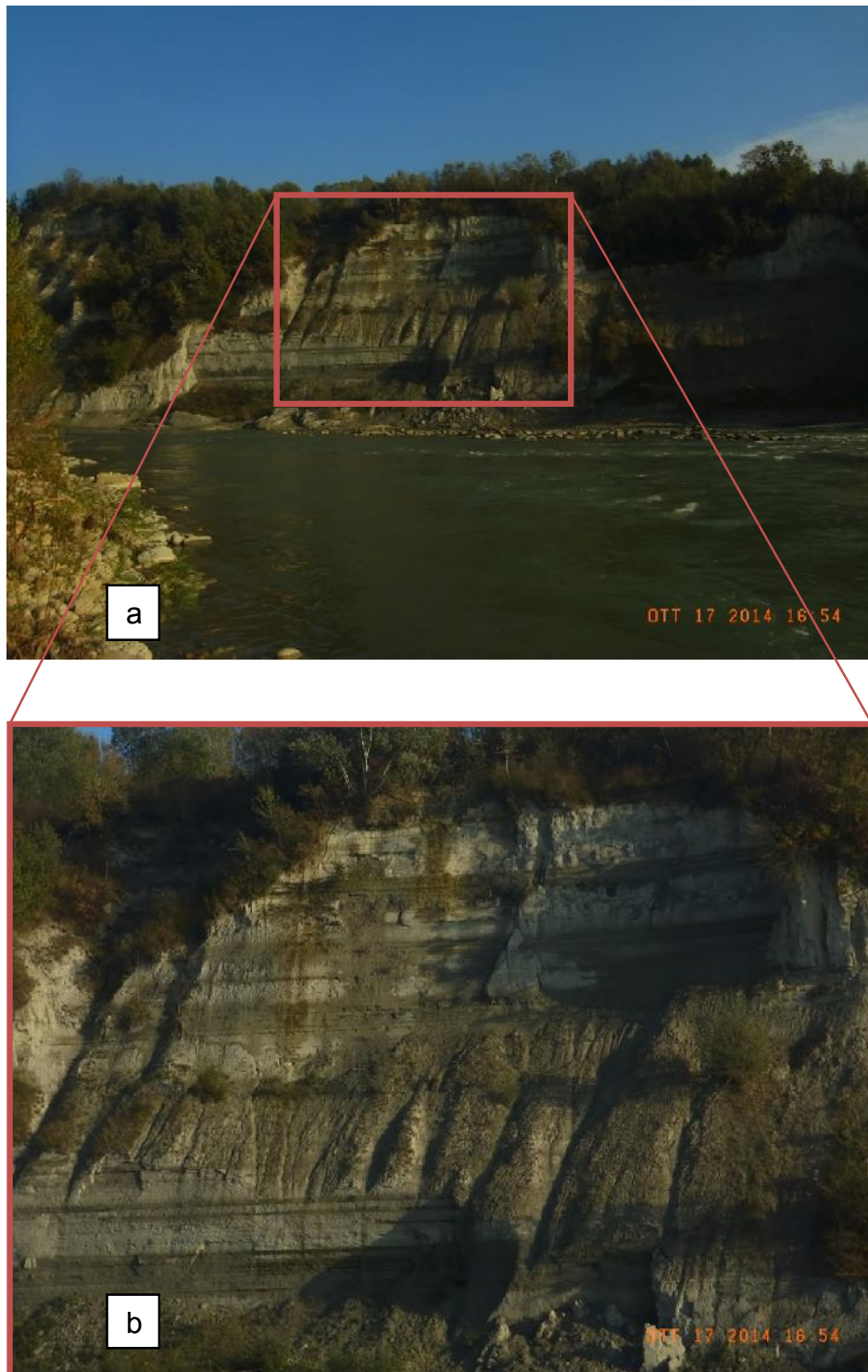


Figura 3.8 - Affioramento delle Marne di S. Agata Fossili.

a) scarpata sottostante C.na Gheresi, in destra idrografica del Fiume Tanaro.

b) particolare dell'affioramento.

## 4 GEOMORFOLOGIA

L'assetto morfologico è conseguente alle divagazioni del fiume Tanaro, come testimoniato dalle diffuse tracce di modellamento fluviale visibili sul terreno, meglio ancora, da fotografie aeree; si possono riconoscere, infatti, vecchi alvei abbandonati, mentre, più generalmente, anche la semplice tessitura agraria, con le sue diverse geometrie, permette di distinguere le fasce di terreno, progressivamente abbandonate dal fiume ed insediate da colture agricole.

La superficie topografica dell'area d'intervento, collocata nella Valle Tanaro, è caratterizzata da un assetto pianeggiante interrotto dai terrazzi fluviali connessi al reticolo del F. Tanaro.

L'assetto dell'area è quindi quello di un profondo solco erosionale sul fondo del quale è stata depositata una sottile coltre di depositi alluvionali (la potenza dei depositi tende ad aumentare in direzione dei rilievi collinari del Roero e a ridursi in direzione dell'alveo del Fiume Tanaro) la cui geometria interna è definita da interdigitazioni di lenti allungate e separate da superfici erosive, leggermente concave, mentre la granulometria è decrescente verso l'alto con ghiaie alla base, sabbie prevalenti e limi con sabbia a tetto.

L'evoluzione morfologica quaternaria dell'area risulta, infatti, profondamente condizionata da una serie di importanti fenomeni di deviazione fluviale ("*diversione del Po*", "*tracimazione del Tanaro*", ecc.), derivanti dall'interazione tra la mobilità tettonica recente, la situazione morfologica al contorno, l'elevata erodibilità delle formazioni presenti (Carraro et al., 1991).

La fascia alluvionale è piuttosto regolare con larghezza compresa tra 2 ÷ 2.5 Km, racchiusa entro versanti, con quote massime omogenee sia in sponda destra che sinistra, poco inferiori a 155 m s.l.m..

Il substrato risulta affiorante in alveo sia nel tratto a monte, sia nel tratto a valle del settore in oggetto.

### A monte dell'intervento in progetto

Il corso d'acqua scorre, incidendo, il substrato marnoso. Nel tratto del corso d'acqua, oltre il ponte di C.so Canale, sono presenti, in destra idrografica, sia un argine, sia una difesa spondale (Fig. 4.1).

### In corrispondenza dell'intervento in progetto

Nella tratta in sinistra idrografica del corso d'acqua è presente un cospicuo deposito alluvionale a matrice sabbiosa mentre, in destra idrografica, si manifesta una erosione laterale a scapito delle pareti sottostanti C.na Gheresi (Fig. 4. 2). Tali pareti di versante sono incise da profondi solchi di erosione, derivanti dall'azione delle acque ruscellanti, e presentano locali processi gravitativi (Fig. 3.8).

### A valle dell'intervento in progetto

Il corso d'acqua presenta un andamento rettilineo. Non sono presenti opere spondali (Fig. 4.4).



Figura 4.1 – Immagine del 08/10/2013 (Google Earth, 2015), del tratto a monte dell'intervento.

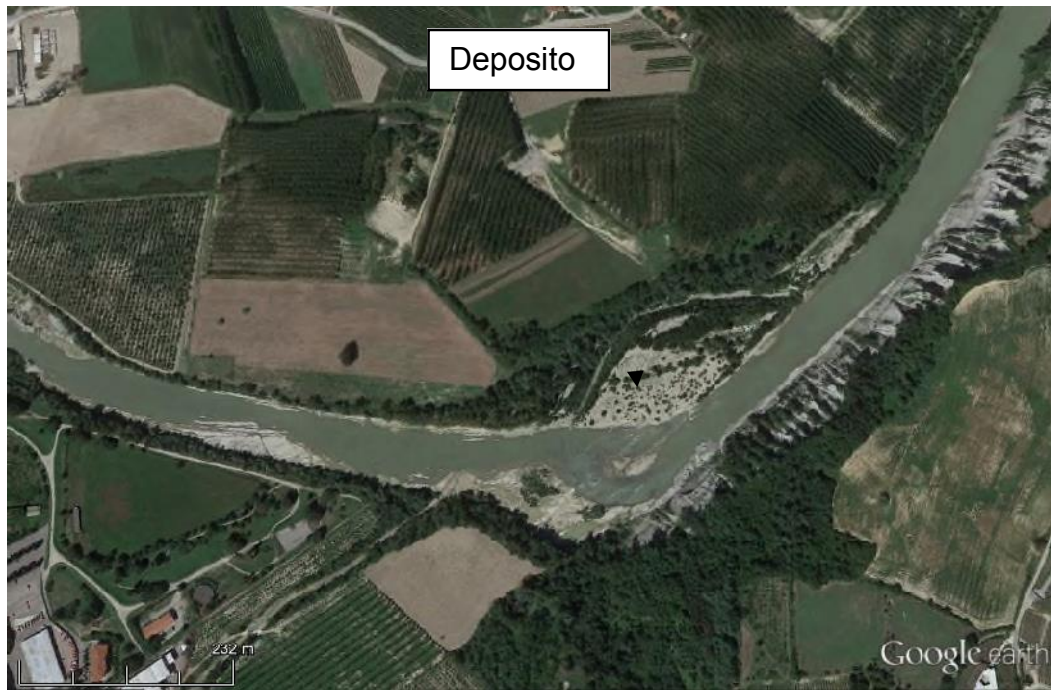


Figura 4.2 – Immagine del 08/10/2013 (Google Earth, 2015), della tratta oggetto d'intervento.



Figura 4.3 – Immagine del 08/10/2013 (Google Earth, 2015), del tratto a valle dell'intervento.

### 4.1 PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA

Per una caratterizzazione generale della pericolosità del territorio si è fatto riferimento ad una serie di documenti, a carattere geologico-geomorfologico-idrologico, disponibili presso le Pubbliche Amministrazioni.

#### 4.1.1 AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME PO

Nell'Atlante dei rischi idraulici ed idrogeologici (delimitazione delle aree in dissesto alla scala 1:25.000) al F° 193 Sez. IV - Castagnole delle Lanze l'area in esame è inserita nelle fasce fluviali con ampi settori laterali a pericolosità molto elevata (Ee) ed aree in frana attiva sottostanti C.na Gherzi (Fig. 4.4).

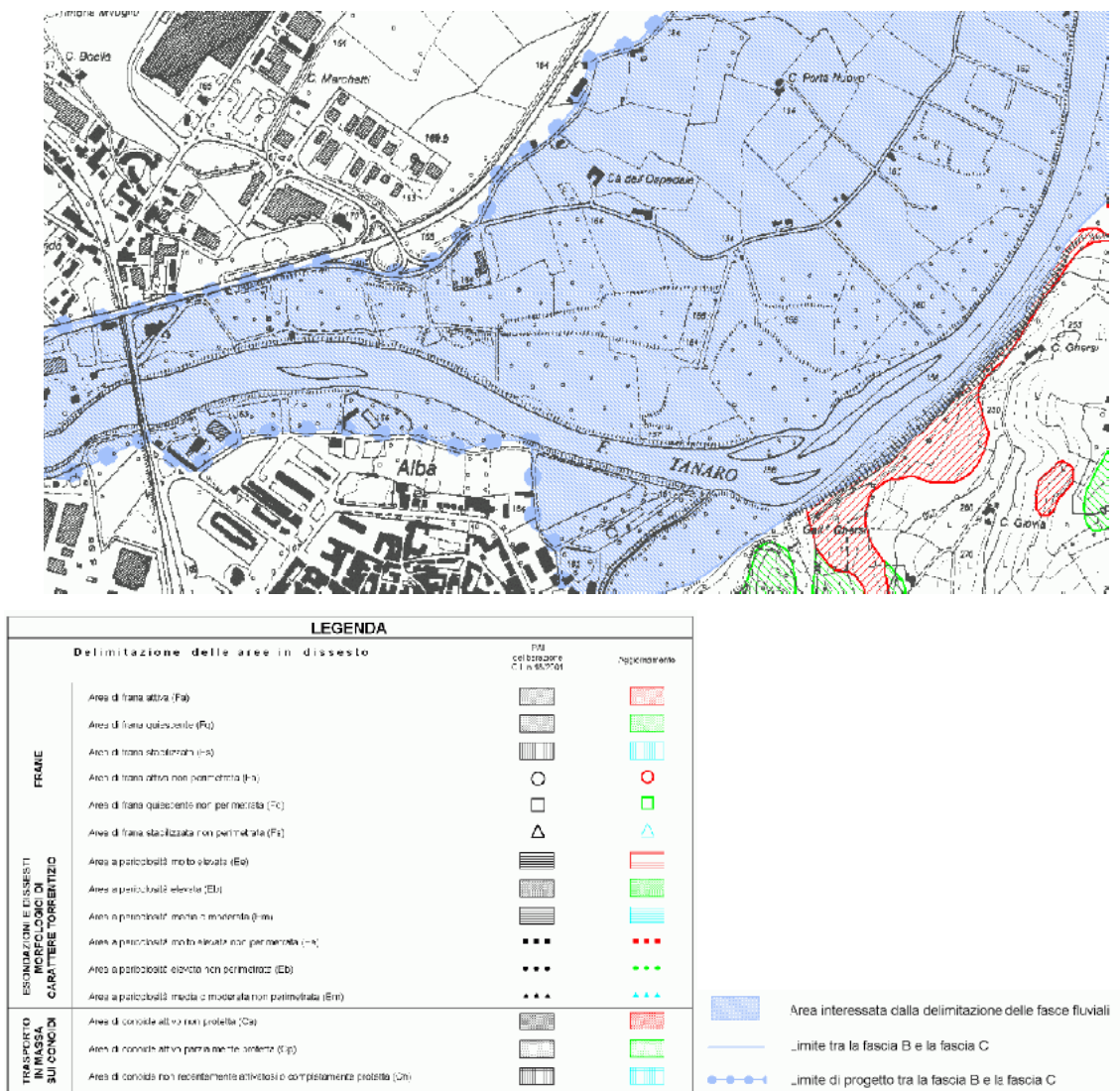


Figura 4.4 – Stralcio (non in scala) legenda del Foglio 193 Sezione IV dell'Atlante dei rischi idraulici e idrogeologici (Autorità di Bacino del Fiume Po).

Lo strumento per la valutazione e la gestione del rischio è rappresentato dalle mappe della pericolosità e del rischio di alluvioni (art. 6 del D.Lgs. 49/2010 e art. 6 del Dir. 2007/60/CE). Le Mappe di pericolosità e rischio predisposte in attuazione della Direttiva Alluvioni sono state approvate dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di bacino del fiume Po nella seduta del 23 Dicembre 2013.

Le mappe di pericolosità e di rischio (Fig. 4.5), secondo le specifiche della Commissione Europea, riportano l'estensione potenziale delle inondazioni causate dai corsi d'acqua (naturali e artificiali), dal mare e dai laghi, con riferimento a tre scenari di probabilità di accadimento dell'evento alluvionale (alluvioni rare – Low probability L, poco frequenti – Medium probability M, frequenti – High probability H).



#### SCENARI DI ALLUVIONE



Figura 4.5 – Stralcio (non in scala) da Carta del Rischio da Alluvione - Scenari di alluvione - scala 1:25.000 - Tavola 193 NW - maggio/giugno 2014 (Autorità di Bacino del Fiume Po - AIPO - Regione Piemonte - ARPA).

Le mappe del rischio, secondo le indicazioni del Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, segnalano la presenza:

- di elementi potenzialmente esposti agli allagamenti (popolazione, servizi, infrastrutture, attività economiche, eccetera) e il corrispondente livello di rischio, distinto in 4 classi: R1 – Rischio moderato o nullo, R2 – Rischio medio, R3 – Rischio elevato, R4 – Rischio molto elevato (Fig. 4.6);
- elementi lineari e puntuali di rischio rispetto ai beni esposti (Fig. 4.7).

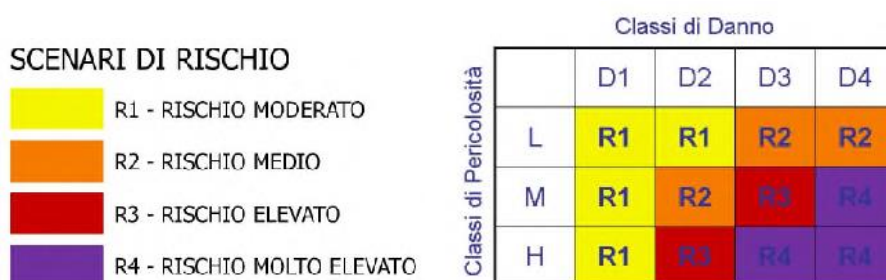
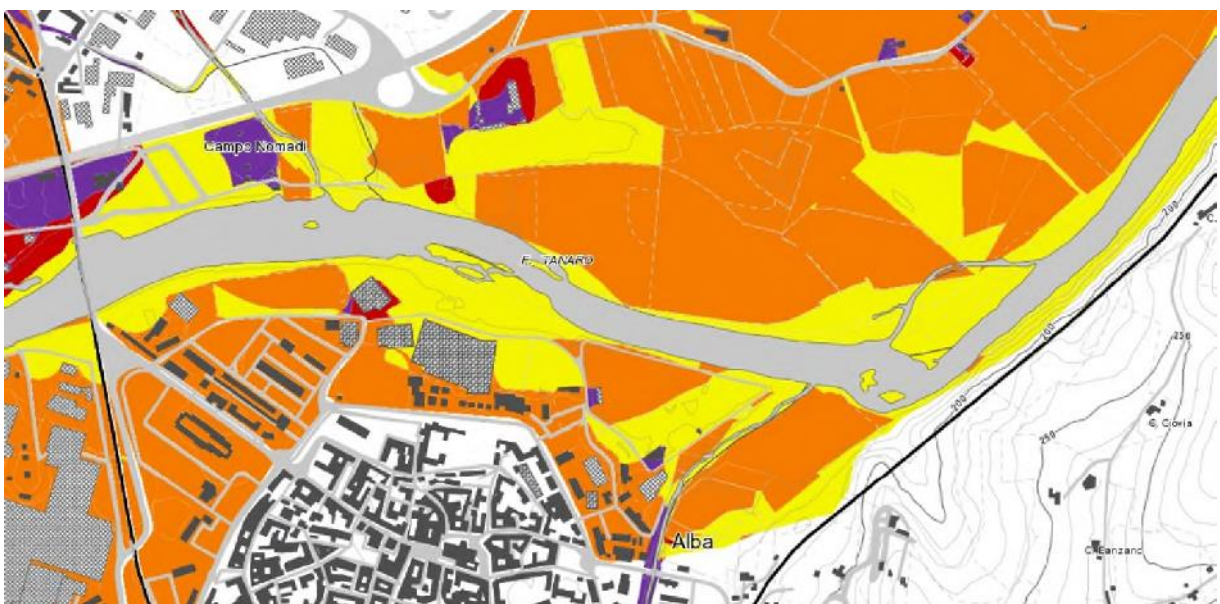
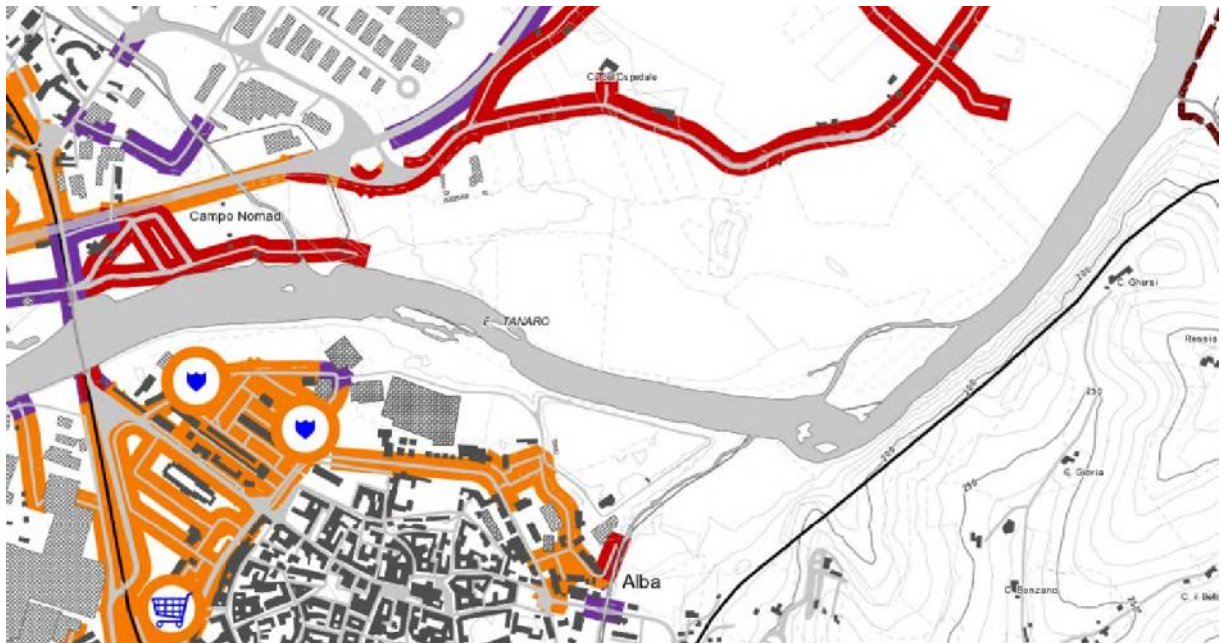


Figura 4.6 – Stralcio (non in scala) da Carta del Rischio da Alluvione - Scenari di rischio - Elementi areali - scala 1:25.000 - Tavola 193 NW - maggio/giugno 2014 (Autorità di Bacino del Fiume Po - ALPO - Regione Piemonte - ARPA).



#### SCENARI DI RISCHIO

##### Rischio (elementi lineari)

- R2 - RISCHIO MEDIO
- R3 - RISCHIO ELEVATO
- R4 - RISCHIO MOLTO ELEVATO

##### Rischio (elementi puntuali)

- R2 - RISCHIO MEDIO
- R3 - RISCHIO ELEVATO
- R4 - RISCHIO MOLTO ELEVATO

##### Beni esposti (elementi puntuali)

- Beni culturali
- Campeggi e strutture turisticocreative
- Centri commerciali e luoghi di aggregazione
- Depuratori
- Discariche
- Forze dell'ordine, strutture di soccorso
- Impianti individuati nell'allegato I del D.L. 59/2005
- Insediamenti ospedalieri
- Scuole

Figura 4.7 – Stralcio (non in scala) da Carta del Rischio da Alluvione - Scenari di Rischio - Elementi lineari e puntuali - scala 1:25.000 - Tavola 193 NW - maggio/giugno 2014 (Autorità di Bacino del Fiume Po - AIPO - Regione Piemonte - ARPA).

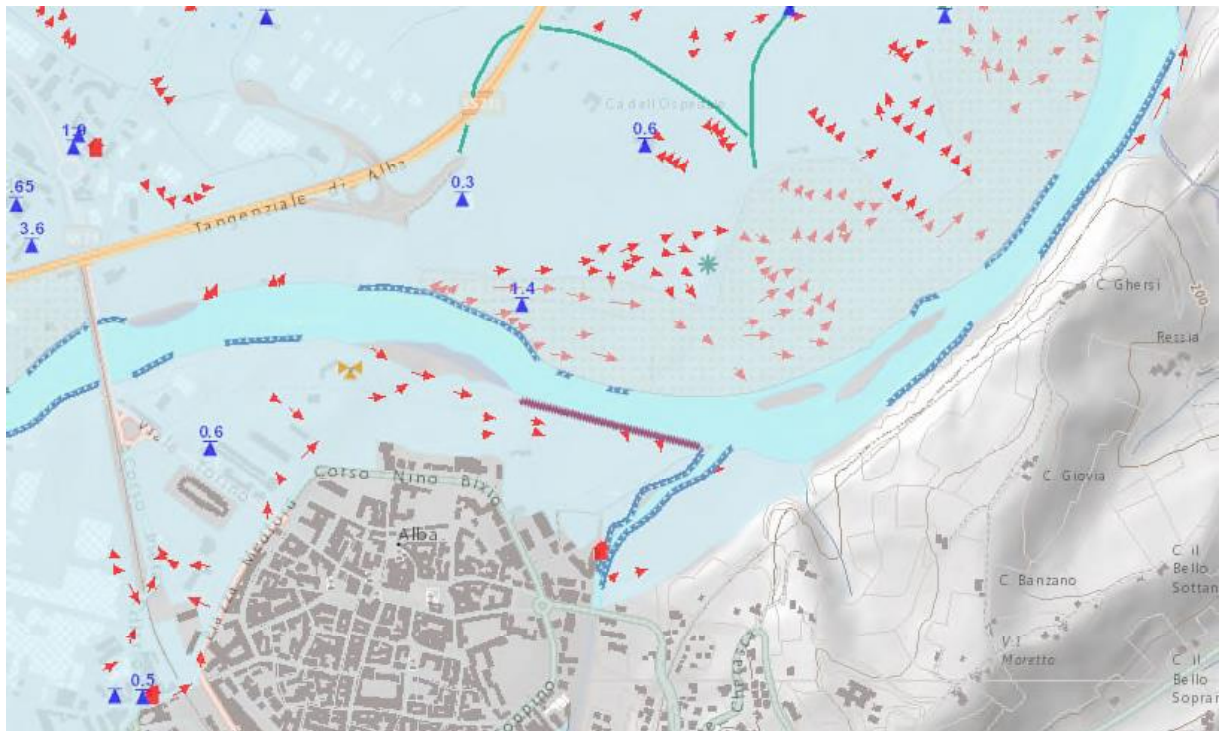
#### 4.1.2 AGENZIA REGIONALE PER LA PROTEZIONE AMBIENTALE – PIEMONTE

##### 4.1.2.1 Evento alluvionale anno 1994

Il servizio rende disponibili le informazioni raccolte nei giorni immediatamente successivi all'evento alluvionale del 2-6 novembre 1994, per il Fiume Po, il Fiume Tanaro, il Torrente Bobore, il Torrente Triversa, il Torrente Belbo e il Fiume Bormida di Millesimo. Le informazioni fanno riferimento alla fotointerpretazione del materiale relativo ai voli del 12/11/1994 e del 29/11/1994 e, in parte, ai rilievi di terreno effettuati a partire da novembre 1994 a ottobre 1995.

Si evidenzia, nell'area in esame, l'allagato da una lama d'acqua di almeno 1.4 m, erosioni di sponda, canali attivi e correnti ad alta energia (Fig. 4.8).





**Altezze idrometriche**

▲ Altezze in metri

**Danni ed infrastrutture coinvolte - Elementi lineari**

■ Opera di sistemazione/Opera idraulica

**Effetti al suolo ed elementi morfologici puntuali**

\* Area con deposito prevalentemente limoso-sabbioso

**Effetti al suolo ed elementi morfologici lineari**

— Alveo

--- Canale d'erosione

→ Direzione di deflusso (correnti ad alta energia)

--- Forma rettila - incisa

--- Forma rettila - non incisa

--- Orlo di scarpata d'erosione

--- Scarpata principale

--- Sponda erosa

--- Substrato affiorante

**Effetti al suolo ed elementi morfologici areali**

■ Alveo non differenziato

■ Area allagata in modo discontinuo o di incerta interpretazione

■ Area con deposito prevalentemente limoso-sabbioso

■ Area con deposito prevalentemente sabbioso-ghiaioso

■ Area inondata/allagata

■ Canale attivo (al momento dell'osservazione)

■ Canale riattivato naturale

■ Forma deposizionale in alveo - non vegetata/ non stabilmente vegetata

■ Forma deposizionale in alveo - stabilmente vegetata

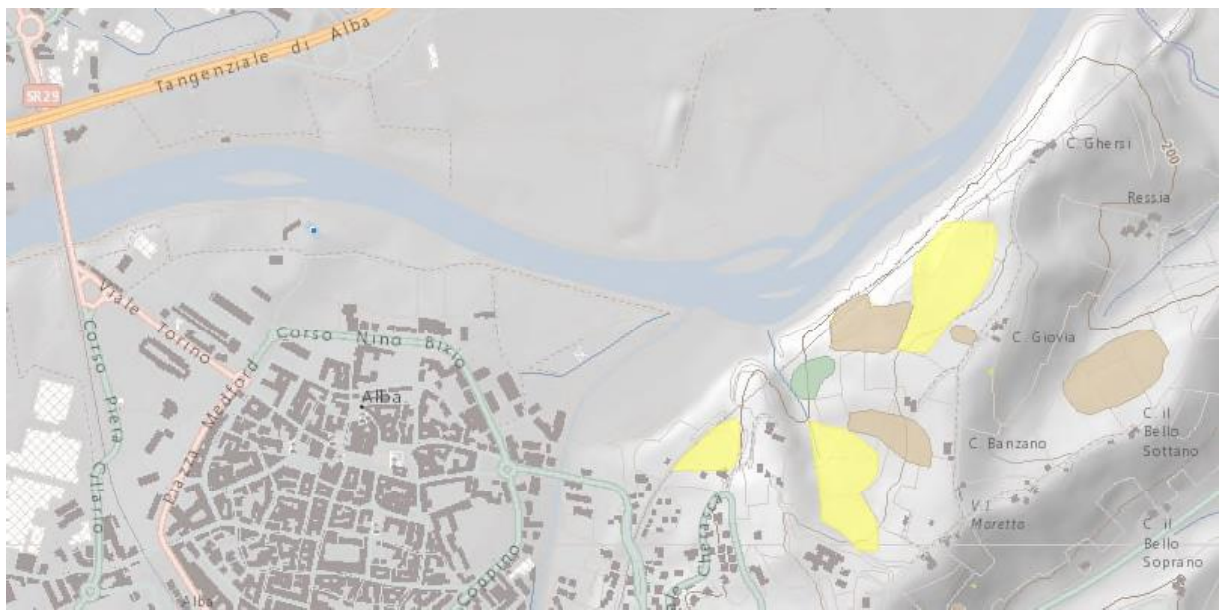
**Manufatti ed infrastrutture - Elementi areali**

■

Figura 4.8 – Stralcio (non in scala) da evento alluvionale 1994 (A.R.P.A. Piemonte).

### 4.1.3 IFFI/SIFRAP

Rappresenta il sistema informativo dei fenomeni franosi in Piemonte (estensione del progetto IFFI), sviluppato tra il 2002 ed il 2004. Nell'area in esame sono presenti una frana rotazionale ed un colamento lungo il versante sottostante C.na Gheresi (Fig. 4.9).



#### Frane areali

- Aree soggette a crolli/ribaltamenti diffusi
- Aree soggette a frane superficiali diffuse
- Aree soggette a sprofondamenti diffusi
- Colamento lento
- Colamento rapido
- Complesso
- Crollo/Ribaltamento
- DGPV
- Espansione
- Scivolamento rotazionale/traslato
- Settore CARG
- Sprofondamento
- n.d.

Figura 4.9 – Stralcio (non in scala) da progetto IFFI/SIFRAP.

#### 4.1.4 AMMINISTRAZIONE COMUNE DI ALBA

Le condizioni di pericolosità geomorfologica del territorio e la sua idoneità all'utilizzo urbanistico sono definite dagli elaborati del Piano Regolatore Generale del Comune di Alba.

Gli elaborati maggiormente significativi per la valutazione dell'assetto dell'area e l'individuazione dei fattori di propensione al dissesto sono rappresentati, coerentemente alle prescrizioni della DGR Circ. n. 7/LAP, dai documenti:

- *Carta geomorfologica dei dissesti, della dinamica fluviale e del reticolo idrografico minore.*

L'area in sinistra idrografica (Fig. 4.10) risulta inserita come area inondata dal Fiume Tanaro, sulla base della documentazione della banca dati della Regione Piemonte, con rappresentato il limite tra la Fascia A e la fascia B (P.S.F.F.).

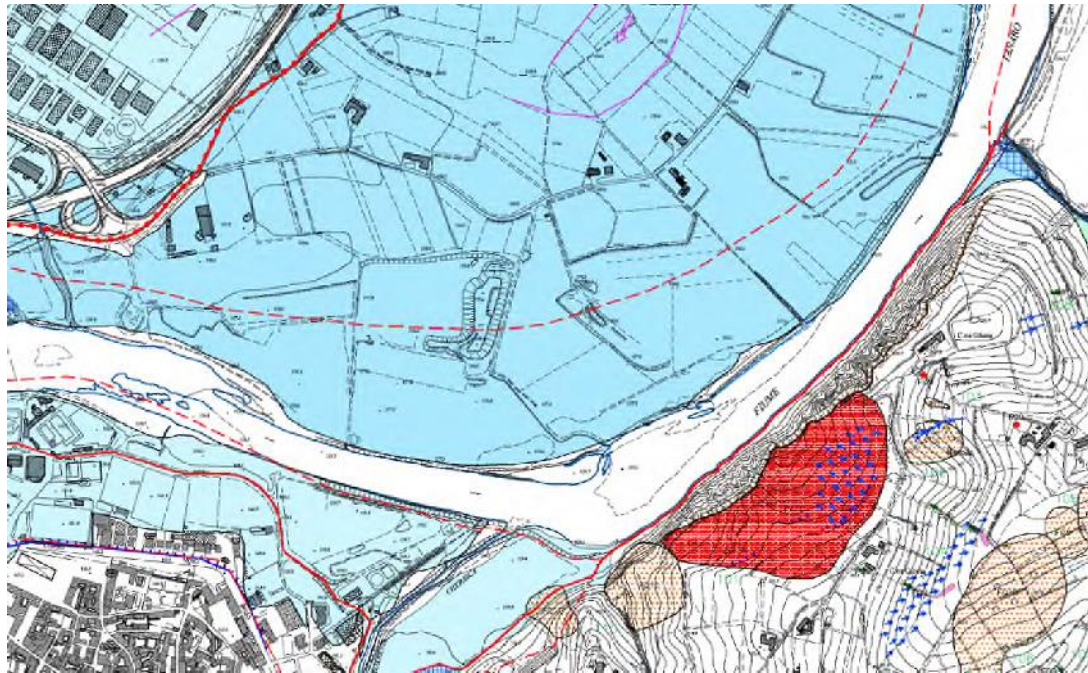
Il versante collinare, in destra idrografica all'area in esame, presenta una diffusa ed elevata tipologia di dissesti sia di tipo attivo, sia stabilizzato.

- *Carta delle opere di difesa idraulica censite.*

Sono presenti un argine ed una difesa spondale in destra idrografica.

- *Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica e dalla Relazione Geologico Tecnica.*

L'intero settore, interessato dal progetto, ricade nella Classe IIIa (Fig. 4.11).



LEGENDA

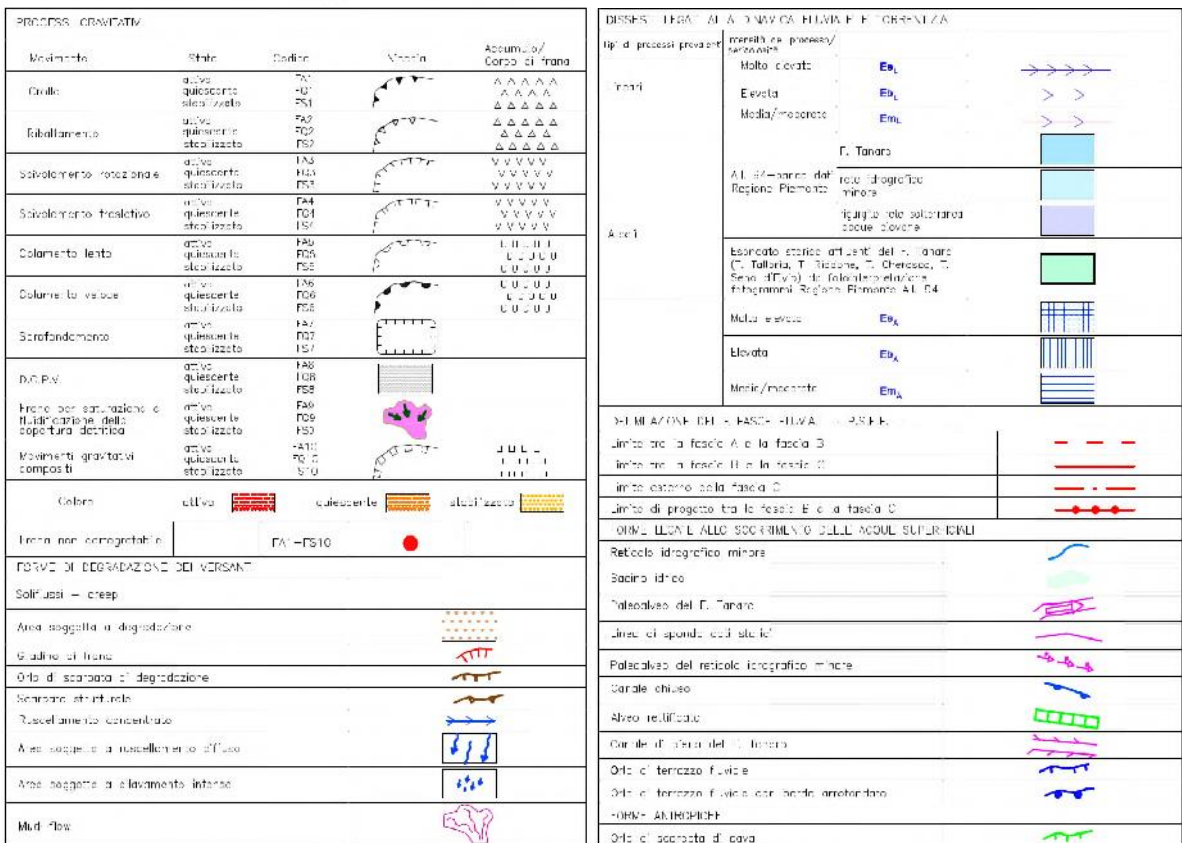


Figura 4.10 – Stralcio (non in scala) della Carta geomorfologica dei dissesti, della dinamica fluviale e del reticolo idrografico minore, allegata al P.R.G. del Comune di Alba.



**CLASSE II -**

Porzioni di territorio ove le condizioni di pericolosità geomorfologica sono moderate e possono essere superate con l'adozione ed il rispetto dei modesti accorgimenti tecnici da individuare a seguito delle ulteriori indagini di dettaglio geognostiche, geologiche, geotecniche e idrauliche, di cui all'art. 75 delle N.T.A. Le porzioni di territorio classificate di *classe II* sono, in relazione alle loro specifiche diverse caratteristiche ed alla natura dei rispettivi fattori penalizzanti, ripartite tra le seguenti tre sottoclassi:

IIIa

**IIa) -** Porzioni di territorio subpianeggianti, interessate da uno o più fattori penalizzanti quali acque di esondazione a bassa energia, prolungato ristagno delle acque meteoriche, scadenti caratteristiche geotecniche dei terreni di copertura, eterogeneità dei terreni di fondazione. All'interno di tale classe sono ammessi gli interventi di cui all'art. 74.3 - punto a) delle N.T.A.

IIIb

**IIb) -** Porzioni di territorio ricadenti su versanti da moderatamente a mediamente acclivi, dove la limitata idoneità e la moderata pericolosità derivano da eterogeneità dei terreni di fondazione e da scadenti caratteristiche geotecniche dei terreni di copertura. All'interno di tale classe sono ammessi gli interventi di cui all'art. 74.3 - punto b) delle N.T.A.

IIIc

**IIc) -** Porzioni di territorio mediamente acclivi ove la limitata idoneità e la moderata pericolosità sono dovute ad aspetti di carattere geostatico e di versante connessi alle scadenti caratteristiche litotecniche c/o sfavorevole giacitura del substrato. All'interno di tale classe sono ammessi gli interventi di cui all'art. 74.3 - punto c) delle N.T.A.

**CLASSE III a) -**

IIIa

Porzioni di territorio (inedificate o con rare edificazioni) che presentano caratteri geomorfologici o idrogeologici che le rendono inadatte a nuovi insediamenti, fatto salvo quanto previsto dall'art. 74.4 delle N.T.A.

**CLASSE III b) -**

Porzioni di territorio edificate nelle quali gli elementi di pericolosità geologica e di rischio sono tali da imporre in ogni caso interventi di riassetto territoriale a tutela del patrimonio edilizio esistente, che dovranno essere riconosciuti idonei dall'Amministrazione Comunale, che a tal fine si avvarrà della consulenza di una Commissione Tecnica all'uopo costituita. Tale classe viene suddivisa in sottoclassi in funzione degli elementi di pericolosità presenti:

IIIb2

Ambiti ove la pericolosità deriva da ambiti EmA; Fascia C e ambiti ove la pericolosità consegue da condizioni di esondato storico e di potenziale esondabilità; di frana quiescente FQ o da condizioni di potenziale dissesto. Gli interventi ammessi sono indicati all'art. 74.5 - punto c) delle N.T.A.

IIIb3

Ambiti ove la pericolosità consegue ad ambiti EbA e/o Fascia B. Gli interventi ammessi sono indicati all'art. 74.5 - punto b) delle N.T.A.

IIIb4

Ambiti ove la pericolosità consegue ad ambiti EcA e/o connessi alla presenza di frane attive (FA). Gli interventi ammessi sono indicati all'art. 74.5 - punto a) delle N.T.A.

Figura 4.11 – Stralcio (non in scala) della *Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica*, allegata al P.R.G. del Comune di Alba.

## 5 IDROGEOLOGIA

Le litologie presenti nell'area in esame, sulla base delle caratteristiche geoidrologiche, sono state raggruppate in unità idrogeologiche in analogia a quanto proposto in analoghi lavori (*Progetto Tanaro - Beretta et alii, 2000*).

L'assetto idrogeologico è stato quindi ricostruito individuando Serie Idrogeologiche, differenziate per genesi e per età.

Dalla più recente alla più antica, le serie presenti, nel settore in esame, sono le seguenti:

- **Serie Quaternaria:**
  - *complesso alluvionale medio recente e attuale;*
- **Serie Miocenica:**
  - *complesso marnoso.*

Le caratteristiche sedimentarie e le modalità di deposito nella Serie Quaternaria del *Complesso alluvionale medio recente e attuale*, sono state pesantemente condizionate dall'intensa dinamica fluviale e da un insieme di fattori tettonici durante l'intero Quaternario. I sollevamenti sequenziali che hanno interessato il cuneese (*Carraro et alii, 1976*) sono responsabili del rapido approfondimento del reticolo fluviale e di importanti fenomeni di diversione, come quello che ha deviato il corso del Fiume Tanaro all'altezza di Bra.

Alla base del *Complesso alluvionale medio recente e attuale* si osserva una superficie di discontinuità che separa quest'unità quaternaria dalle unità mioceniche, corrispondenti alle Marne di S. Agata Fossili (*Complesso marnoso*), le quali assumono un ruolo di impermeabile, assoluto o relativo, in funzione dei diversi litotipi prevalenti.

Localmente, comunque, queste sequenze presentano una certa permeabilità per fratturazione che permette la risalita di acque profonde. Sono inoltre presenti intercalazioni di livelli a granulometria più grossolana che permettono la circolazione idrica, ma la potenza ridotta di tali intercalazioni e la mancanza di una loro continuità laterale fa sì che non costituiscano livelli acquiferi di importanza rilevante a scala regionale.

## 5.1 COMPLESSO ALLUVIONALE MEDIO RECENTE E ATTUALE

La successione di termini del *Complesso alluvionale medio recente e attuale* viene di seguito esposta:

▪ **Unità 0: *Terreno agrario / rimaneggiato***

Terreno a comportamento intermedio tra granulare e coesivo. Permeabilità primaria per porosità i cui valori sono variabili in relazione all'assortimento granulometrico.

▪ **Unità 1: *Sabbia fine limosa***

Permeabilità primaria per porosità con valori relativi medi, variabili in relazione al rapporto sabbia/limo e dalla presenza di una ridotta aliquota di ghiaia.

Rappresenta, con i suoi 2 m ÷ 3 m di potenza, l'unità a permeabilità relativa maggiore compresa tra il terreno agrario / rimaneggiato sovrastante e le marne argillose, a permeabilità da bassa a nulla, sottostanti. Al suo interno si mantiene la circolazione della falda.

### 5.1.1 CAMPO DI MOTO NEL COMPLESSO ALLUVIONALE MEDIO RECENTE E ATTUALE

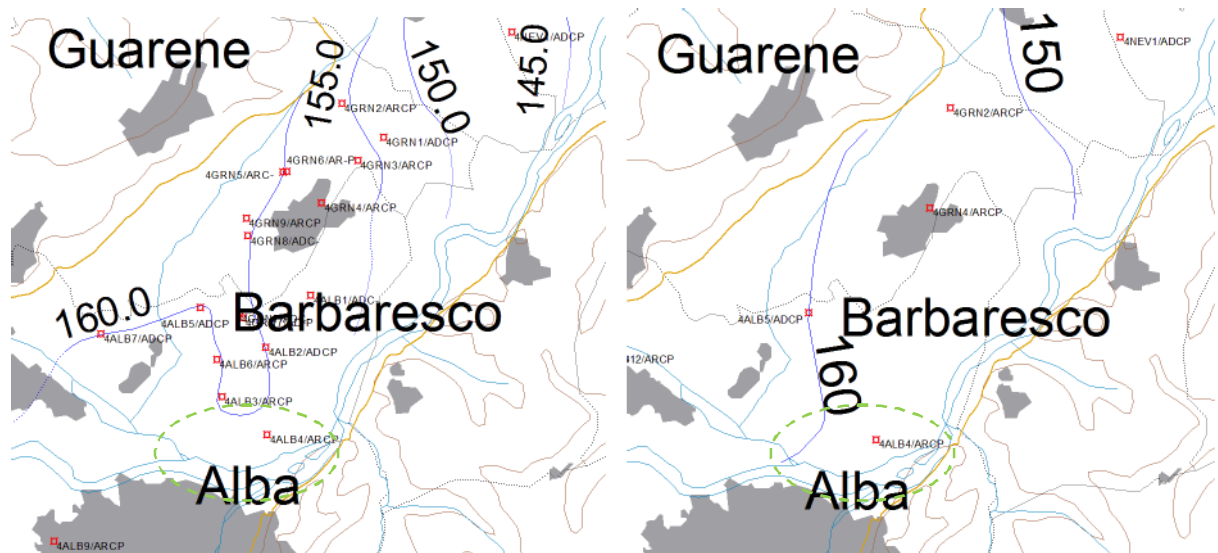
Nei lavori *Progetto Tanaro (Beretta et alii, 2000)*, *Piano di tutela delle acque (Regione Piemonte, 2004)* e *Studi idrogeologici finalizzati all'integrazione delle conoscenze già disponibili relative alla caratterizzazione dei principali complessi idrogeologici (De Luca et alii, 2005)* furono analizzati alcuni importanti elementi idrogeologici in questa tratta della Valle Tanaro.

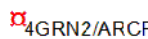
Nel settore di pianura considerato, il pannello piezometrico assume, nell'insieme, un assetto con isopieze disposte con andamento circa SO-NE, congruente con l'azione drenante svolta dal Fiume Tanaro.

Tale configurazione può localmente differire in quanto le irregolarità dell'andamento del substrato e della topografia e la morfologia dell'alveo fluviale si ripercuotono fortemente sul flusso idrico sotterraneo.

Nell'ambito degli studi svolti (*De Luca et alii, 2005*) risulta presente uno spartiacque sotterraneo a N di Alba, sulla sinistra idrografica del Fiume Tanaro, mentre in ricerche di alcuni anni prima (*Beretta et alii, 2000*) non era rilevabile, a testimonianza della variabilità dell'andamento nel tempo della superficie piezometrica.

L'andamento della piezometria (*Beretta et alii, 2000*) per l'area vasta, relativa alla primavera 1997 (Fig. 5.1a) e l'inverno 1999 (Fig. 5.1b), viene di seguito riportata:



 ubicazione pozzi e relativo codice



soggiacenza in m s.l.m.

Figura 5.1 – Estratto, modificato, da Progetto Tanaro,

a) primavera 1997 (*Beretta et alii, 2000*).

b) inverno 1999 (*Beretta et alii, 2000*).

Nel tratteggio verde è individuata l'area in esame.

Il quadro di alcune misure piezometriche disponibili, per l'area vasta, è illustrato nelle Tabb. 5.1 - 5.2, le quali riportano rispettivamente la soggiacenza della falda e la quota assoluta del livello piezometrico. I cicli di misure sono riferiti alla primavera 1997 e l'inverno 1999.

Il gradiente idraulico in questo settore è compreso entro 0.02 %.

La soggiacenza varia tra 2 m ÷ 3 m; nel periodo autunnale risulta più elevata rispetto a quella primaverile con valori dell'ordine di 0.5 m.



Codice	Quota piano campagna	Profondità	Utilizzo
	m s.l.m.	m da p.c.	
4ALBA4/ARCP	164	7	Irriguo
4GRN4/ARCP	160	6	Irriguo
4GRN3/ARCP	159	8	Irriguo
4GRN1/ARCP	158	30	Domestico
4NEV1/ADCP	152	5	Domestico

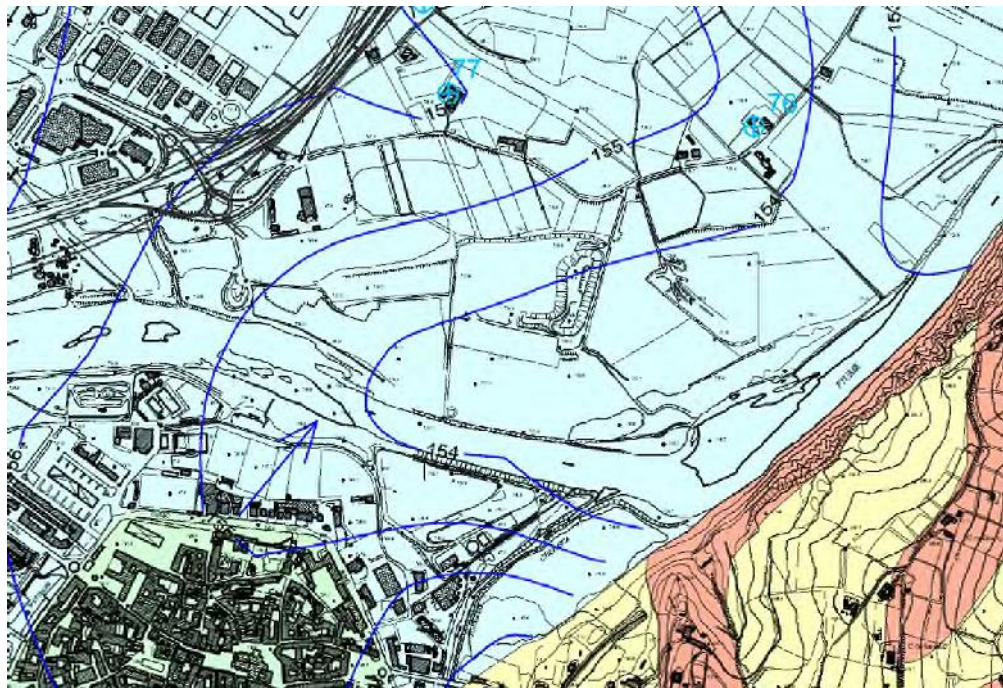
Tabella 5.1 – Rete di monitoraggio utilizzata.

Codice	Ottobre 1997		Inverno 1999	
	Soggiacenza	Piezometria	Soggiacenza	Piezometria
	m	m s.l.m.	m	m s.l.m.
4ALB4/ARCP	4.90	159.10	5.30	158.70
4GRN4/ARCP	1.90	158.10	2.04	157.96
4GRN3/ARCP	2.50	156.50	n.d.	n.d.
4GRN1/ARCP	3.15	154.90	n.d.	n.d.
4NEV1/ADCP	2.60	149.40	3.20	148.80


Tabella 5.2 – Misure rilevate nell'anno 1997 - 1999 (Progetto TANARO - Beretta et alii, 2000).


A scala locale nella relazione Geologico Tecnica allegata al P.R.G del Comune di Alba si evidenzia che: *Le direzioni di deflusso della falda e l'andamento delle isopieze indicano i settori caratterizzati da comportamento drenante del F. Tanaro nei confronti del corpo alluvionale. Il T. Cherasca risulta drenante nei confronti del corpo alluvionale almeno fino in prossimità dello stabilimento Miroglio – Tessile; a valle e fino alla confluenza con il F. Tanaro il torrente risulta alimentato in sponda destra e alimentante in sponda sinistra.*


In riferimento alla *Carta geoidrologica* allegata al P.R.G. del Comune di Alba (Fig. 5.2) l'assetto idrogeologico locale evidenzia depositi alluvionali aventi una permeabilità di  $10^{-4} \div 10^{-2}$  m/s.





LEGENDA


- 


Coltri di copertura detritiche ed eluvio colluviali prevalentemente limoso argillose presenti alla base dei versanti collinari e lungo i fondovalle secondari, localmente interessate da modeste falde idriche sospese a carattere stagionale. La conducibilità idraulica è valutabile  $k = 10^{-4} - 10^{-7}$  m/s.
- 

Coperture alluvionali attuali e recenti costituite da sabbie e ghiaie da sciolte a medio sciolte. Presenza di falda idrica libera. La conducibilità idraulica è valutabile  $k = 10^{-4} - 10^{-2}$  m/s.
- 

Depositi post-glaciali costituiti da ghiaie e sabbie sciolte con interdigeriti livelli lentiformi di calcili in matrice sabbioso-limosa, localmente argillosa. Presenza di falda libere a drenaggio ritardato. La conducibilità idraulica è valutabile per i depositi più fini  $k = 10^{-7} - 10^{-6}$  m/s, per i depositi maggiormente grossolani  $k = 10^{-4} - 10^{-3}$  m/s.
- 

Complessi miocenici costituiti da depositi di scarpata e di piattaforma esterna caratterizzati da marne, marne sabbioso-arenacee e arenarie, localmente depositi di ambiente lagunare, comprendenti argille, marne gessifere, siltiti ed arenarie fini, depositi di delta conoidi costituiti da peliti, sabbie addensate, arenarie e da subordinati conglomerati a matrice arenaceo-pelitica in facies di debris flow. Locale presenza di falde idriche di tipo confinato e semiconfinato ad andamento eterogeneo. Ai livelli marneosi può essere attribuito una conducibilità idraulica  $k = 10^{-10} - 10^{-9}$  m/s, ai livelli arenacei una conducibilità idraulica  $k = 10^{-8} - 10^{-7}$  m/s. Presenza di lenti di gessi microcristallini e di salinari carichi interessati da permeabilità secondaria.
- 

Pozzo idropotabile dismesso e relativo numero di identificazione.
- 

Pozzo (rilievo piezometrico).
- 

Pozzo.

Figura 5.2 – Stralcio (non in scala) della *Carta Geoidrologica* allegata al P.R.G. del Comune di Alba.

Nell'ambito delle indagini geognostiche relative al progetto in esame (cfr. Cap. 6) è stato installato un piezometro nel sondaggio S1. Il quadro complessivo delle misure piezometriche, disponibili per questo piezometro, è illustrato nelle Tabb. 5.3 e 5.4, le quali

riportano rispettivamente la soggiacenza della falda e la quota assoluta del livello piezometrico raggiunta.

A scala generale si può affermare che le fluttuazioni della falda libera sono molto rapide e conseguenti ad eventi pluviometrici. Gli effetti dei repentini innalzamenti, se non vi sono ulteriori apporti, si esauriscono nell'arco di alcuni giorni.

La misura del 04 dicembre 2014 è stata effettuata a seguito di precipitazioni intense (Fig. 5.3) con un livello idrometrico del fiume Tanaro prossimo alla piena ordinaria (Fig. 5.4).

DATA	SOGGIACENZA	
	m da p.c.	
	S1	Fiume Tanaro
<b>03/11/2014</b>	3.67*	Presenza d'acqua
<b>12/11/2014</b>	3.54	Presenza d'acqua
<b>04/12/2014</b>	2.70	Presenza d'acqua
<b>11/12/2014</b>	3.28	Presenza d'acqua
<b>13/02/2015</b>	3.05	Presenza d'acqua

Tabella 5.3 – Misure delle soggiacenze rilevate nel periodo novembre 2014 / febbraio 2015.

\* valore condizionato dalla presenza di acqua di perforazione.

Codice	Valori massimi	Valori minimi
	<b>03/11/2014</b> m s.l.m.	<b>04/12/2014</b> m s.l.m.
S1	152.33	153.30

Tabella 5.4 – Valori isopiezometrici (riferiti al piano campagna di riferimento) minimi e massimi registrati nel periodo novembre 2014 / febbraio 2015.

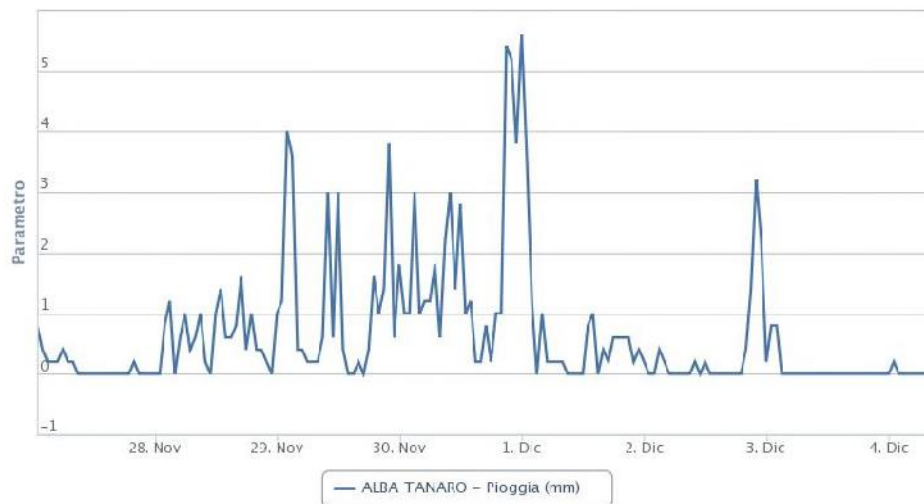


Figura 5.3 – Intensità oraria e pioggia cumulata (28/11/2014 ÷ 03/12/2014) presso la stazione Alba Tanaro (Regione Piemonte, 2014).

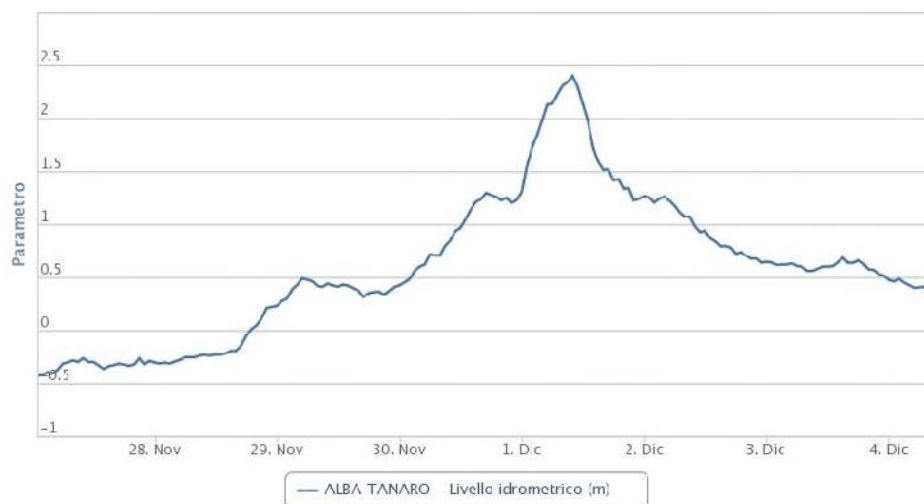


Figura 5.4 – Livello idrometrico dal 28/11/2014 ÷ 04/12/2014 del fiume Tanaro presso la stazione Alba Tanaro (Regione Piemonte, 2014).

### 5.1.2 CHIMISMO DEL COMPLESSO ALLUVIONALE MEDIO RECENTE E ATTUALE

I dati relativi alle analisi chimiche (Fig. 5.5) svolta nell'ambito del *Piano di tutela delle acque* (Regione Piemonte, 2004) evidenziano, da un punto di vista dello stato qualitativo dei corpi idrici sotterranei riferibili alla falda superficiale, una situazione di compromissione delle caratteristiche idrochimiche riferibili ad un impatto antropico da "significativo" a "rilevante". Il principale fattore limitante delle situazioni di compromissione di origine antropica è riferibile alle elevate concentrazioni di nitrati; i fattori limi-

tanti ascrivibili a particolari facies idrochimiche sono rappresentati dai solfati, cloruri, manganese, conducibilità elettrica.

Tale compromissione delle caratteristiche idrochimiche della falda superficiale sono ancora riscontrabili nella Relazione di monitoraggio anno 2012 nell'ambito della "Attività ARPA nella gestione della rete di monitoraggio delle acque sotterranee" dove sono anche esposti i risultati del monitoraggio effettuato nel triennio 2009-2011.

In particolare lo Stato Chimico risulta Scarso in quanto sussistono ampie aree agricole soggette all'utilizzo di fertilizzanti e pesticidi e la presenza di siti contaminati; mentre denotano una minore rilevanza, il surplus di azoto, le aree industriali/commerciali e le aree adibite a discariche, cave e cantieri (Arpa Piemonte, 2012).

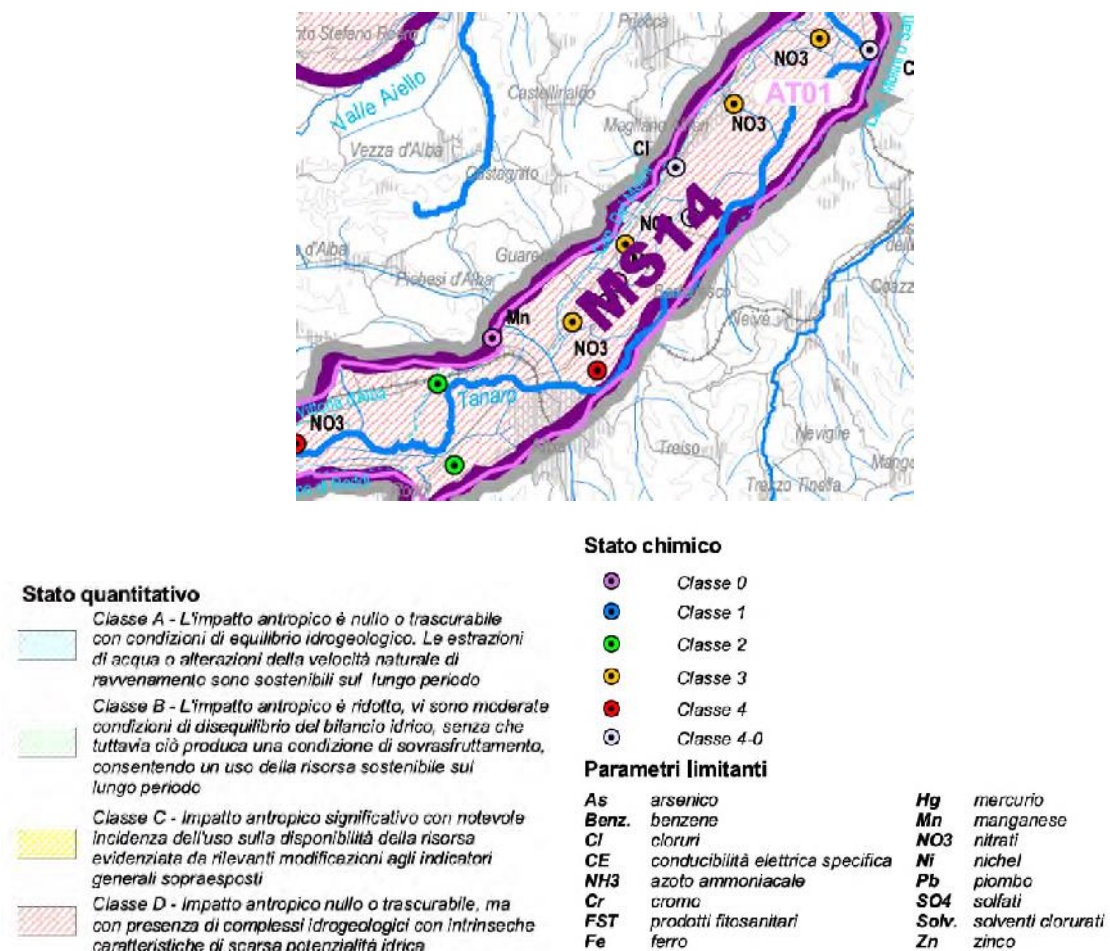


Figura 5.5 – Estratto, non in scala, da Tav. 4 - Piano Tutela delle Acque (Regione Piemonte, 2004).

I parametri e i relativi valori numerici di riferimento per la classificazione quantitativa dei corpi idrici sotterranei sono riferiti a indicatori generali elaborati sulla base del monitoraggio secondo i criteri dall'A.N.P.A., in base alle caratteristiche dell'acquifero (tipologia, permeabilità, coefficienti di immagazzinamento) e del relativo sfruttamento (trend piezometrico o delle portate, prelievi per vari usi).

Un corpo idrico sotterraneo è in condizioni di equilibrio quando le estrazioni o le alterazioni della velocità naturale di ravvenamento sono sostenibili per lungo periodo (almeno 10 anni); sulla base delle alterazioni misurate o previste di tale equilibrio viene definito lo stato quantitativo.

Lo stato quantitativo dei corpi idrici sotterranei è definito (Piano Tutela delle Acque - Regione Piemonte, 2004) da quattro classi così caratterizzate:

<b>Classe A</b>	L'impatto antropico è nullo o trascurabile con condizioni di equilibrio idrogeologico. Le estrazioni o alterazioni della velocità naturale di ravvenamento sono sostenibili sul lungo periodo.
<b>Classe B</b>	L'impatto antropico è ridotto, vi sono a moderate condizioni di disequilibrio del bilancio, senza che tuttavia ciò produca una condizione di sovrasfruttamento e sostenibile sul lungo periodo con buona potenzialità e ridotto disequilibrio.
<b>Classe C</b>	Impatto antropico significativo con notevole incidenza dell'uso sulla disponibilità della risorsa evidenziata da rilevanti modificazioni agli indicatori generali sopraesposti (1).
<b>Classe D</b>	Impatto antropico nullo o trascurabile ma con scarsa potenzialità naturale, nella quale sono presenti complessi idrogeologici con intrinseche caratteristiche di scarsa potenzialità idrica.

L'area in esame, corrispondente alla piana in sinistra del Fiume Tanaro, viene identificata nella *Classe D*.

### 5.1.3 RAPPORTI TRA RETICOLO IDRICO DI SUPERFICIE E COMPLESSO ALLUVIONALE

Nell'area della piana di Alba, come più in generale su gran parte della piana del fondovalle della Valle Tanaro, lo scorrimento idrico superficiale è incentrato sul Fiume Tanaro e su una rete di corsi d'acqua, di origine naturale (Torrente Cherasca) o antropica di modeste dimensioni.

Di seguito sarà svolta un'analisi dei rapporti tra il reticolo idrico di superficie e la falda libera.

#### *5.1.3.1 Fiume Tanaro*

Normalmente la superficie piezometrica supera quella del livello idrometrico fluviale, la falda libera risulta così drenata dall'asta fluviale del Tanaro; è ipotizzabile, però, che in corrispondenza degli eventi di piena di tipo catastrofico il livello idrometrico possa superare il livello medio di falda invertendo così la direzione di flusso, che risulterebbe comunque molto rallentata. La durata di un evento di questo tipo non supera i due o tre giorni, poiché l'ascesa ed il decremento dei livelli dovuti all'onda di piena sono estremamente concentrati nel tempo.

#### *5.1.3.2 Canali e fossi*

Come precedentemente esposto il sistema di canali rappresenta il reticolo idrico che storicamente è stato interessato da interventi antropici atti a favorire il deflusso a scopo irriguo.

Poiché si tratta sostanzialmente di alvei solo in parte con rivestimenti impermeabili sono plausibili, a scala generale, connessioni idrauliche, per buona parte dell'anno, con la falda libera. In particolar modo nel periodo primaverile, la presenza di grandi masse d'acqua per irrigazione nei canali determina generali innalzamenti della falda.

In riferimento all'area in esame il principale corpo idrico è rappresentato da un fosso scolatore posto tra il mappale 283 del F° 21 ed i mappali 1 e 205 del F° 19 del Comune di Alba.

## 5.2 COMPLESSO MARNOSO

I terreni sottostanti, ben differenziabili per composizione litologica e granulometrica, e di conseguenza per valori di permeabilità nettamente inferiori, costituiscono il *Complesso marnoso*, appartenente alla Serie Miocenica. Questo termine, riconosciuto con le indagini svolte, assume, sulla base di dati bibliografici, una potenza di almeno 40 ÷ 50 metri.

Presenta una permeabilità primaria per porosità ed una secondaria per fratturazione, all'interno della quale è possibile la presenza di falde in pressione.

Rappresenta il substrato, a permeabilità da bassa a nulla, dell'acquifero libero.



## **6 INDAGINI GEOGNOSTICHE**

### **6.1 RICOSTRUZIONE DELL'ASSETTO DEL SOTTOSUOLO**

Il presente capitolo illustra il piano d'indagine condotto specificatamente nell'ambito di questo Studio, presentando sia i dati di sottosuolo resi disponibili dalle banche dati consultate, sia i nuovi elementi acquisiti.

La raccolta sistematica dei dati geologici e geognostici pregressi, propedeutica all'indagine geognostica condotta a fine 2014, ha consentito un'evidente ottimizzazione nella pianificazione delle indagini in termini di risorse economiche e di tempistica.

La campagna d'indagine geognostica, svolta tra ottobre 2014 e gennaio 2015, è stata comprensiva di:

- sondaggio meccanico a carotaggio continuo con:
  - prove in foro (S.P.T.);
  - installazione di strumentazione per il rilevamento della falda;
  - prelievo di campioni, finalizzata alla definizione dell'assetto e del comportamento in sito delle unità litotecniche presenti;
- prospezione geofisica ai fini di una corretta microzonazione locale.

Tale indagine è stata localizzata in corrispondenza di punti chiave per la definizione della stratigrafia e delle caratteristiche dei terreni di imposta delle strutture, mentre i dati pre-esistenti hanno contribuito in modo significativo alla ricostruzione dell'assetto delle aree adiacenti.

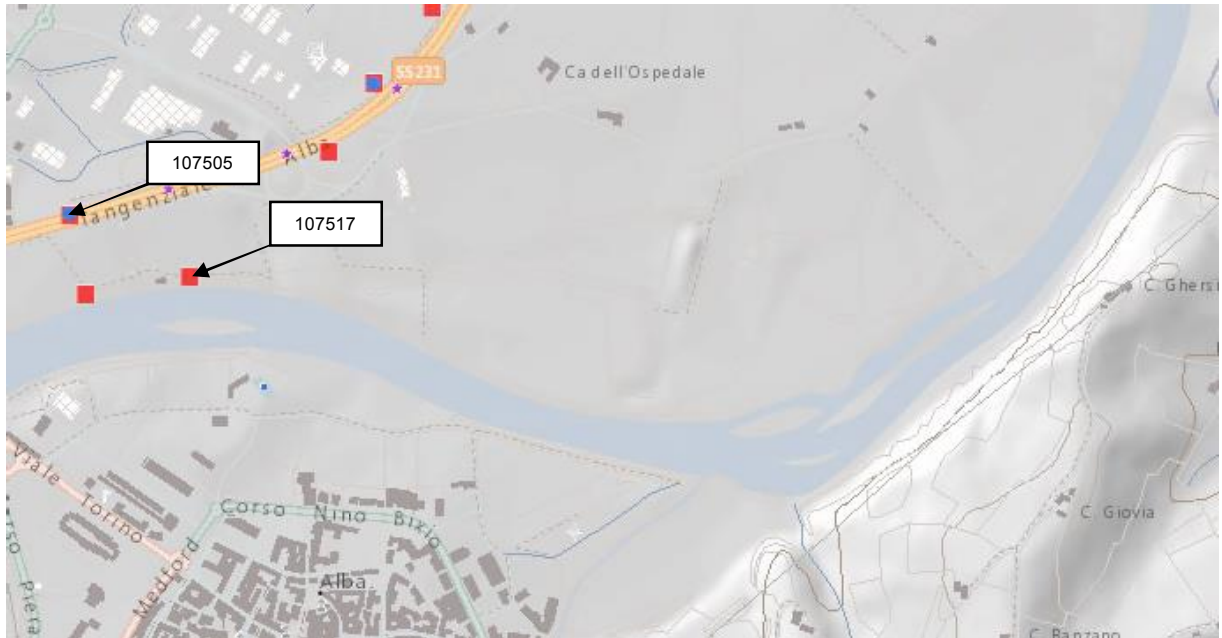
Il complesso degli elementi resi così disponibili – schematizzati nella Sezione geologico-geotecniche (*Elaborato A4-4 Sezioni geologico-geotecniche*) costituiscono un supporto per l'impostazione e la taratura del Modello Geologico di riferimento posto alla base delle verifiche progettuali.

### **6.2 INDAGINI GEOGNOSTICHE ESEGUITE IN PRECEDENZA NELL'INTORNO DELL'AREA**

Per inquadrare i risultati della campagna geognostica svolta nel contesto geologico-idrogeologico di questa porzione della pianura a lato del Fiume Tanaro si è estesa la ricostruzione dell'assetto del sottosuolo ad un ambito areale significativo.

Tra la documentazione acquisita, in particolare, sono state reperite alcune indagini di sottosuolo resi disponibili nella Banca Dati Geotecnica (Geoportale di ARPA Piemon-

te - [webgis.arpa.piemonte.it/geoportale](http://webgis.arpa.piemonte.it/geoportale)) in cui sono evidenziati sondaggi, prove penetrometriche, pozzetti esplorativi e prelievo di campioni per indagini di laboratorio.



#### Banca\_dati\_Geotecnica

##### Campioni



##### Perforazioni



sondaggio



prova penetrometrica



pozzetto esplorativo

Figura 6.1 – Estratto da Banca Dati Geotecnica (*Geoportale di ARPA Piemonte*).

Per rappresentatività dell'area (Fig. 6.1) si riportano le stratigrafie semplificate (Tabb. 6.1 e 6.4), le indagini svolte in sito (Tabb. 6.2 - 6.3) e le indagini di laboratorio (Tab. 6.5) dei sondaggi (Codice Perforazione: 107517 - 107505) collocati a poche centinaia di metri dall'area in esame.

Codice perforazione	Profondità (m)	Descrizione
107517	2.0	terreno di riporto, sabbia media e fine e ghiaia eterometrica poligenica con presenza di frammenti di laterizi
107517	7.6	ghiaia eterometrica poligenica, ciottoli e sabbia grossa e media limosa molto addensata
107517	50.0	argilla marnosa molto addensata, da consistente a molto consistente, localmente livelli di limo argilloso sabbioso, moderatamente consistente

Livello falda - 5 m.

Tabella 6.1 – Stratigrafia semplificata Sondaggio 107517 (Geoportale di ARPA Piemonte).

Codice Perforazione	Profondità (m)	N1	N2	N3	NSPT
107517	1.5	19	24	29	53
107517	3.0	-999	0	0	-999
107517	4.5	-999	0	0	-999
107517	6.0	-999	0	0	-999
107517	7.5	-999	0	0	-999
107517	9.0	-999	0	0	-999

NOTA: il valore -999 indica un rifiuto.

Tabella 6.2 – Prove SPT eseguite nel Sondaggio 107517 (Geoportale di ARPA Piemonte).

Codice Perforazione	Profondità (m)	Permeabilità (cm/s)	Tipologia di prova
107517	4.5	1.87E-02	LEFRANC
107517	9.0	3.24E-03	LEFRANC

Tabella 6.3 – Prove Lefranc eseguite nel Sondaggio 107517 (Geoportale di ARPA Piemonte).

Codice perforazione	Profondità (m)	Descrizione
107505	6.0	rilevato, ghiaia eterometrica poligenica, ciottoli e sabbia media e grossa limosa
107505	8.0	sabbia fine e media limosa e ghiaia eterometrica poligenica, rari ciottoli
107505	12.0	ghiaia eterometrica poligenica, sabbia media e grossa debolmente limosa e alcuni ciottoli
107505	50.0	argilla marnosa, localmente limo argilloso, molto consistente con presenza di rari frammenti di conchiglie fossili

Livello falda non disponibile.

Tabella 6.4 – Stratigrafia semplificata Sondaggio 107505 (*Geoportale di ARPA Piemonte*).


Cod. perf.	Cod. campione	Prof. m	Classificazione USCS	Limite Liquido %	Limite Plastico %	Indice Plastico %
107505	103956	3.25	GM	15,6	15	0.6
107505	103957	6.25	SC	25.6	19	6.6
107505	103958	9.25	GM	-	-	-
107505	103959	12.1	CL	26.1	18	8.1
107505	103960	15.1	CL	34.8	19.3	15.5


Tabella 6.5 – Alcune prove di laboratorio eseguite nel Sondaggio 107505 (*Geoportale di ARPA Piemonte*).


La consultazione della Carta Litotecnica (Fig. 6.2) allegata al P.R.G. del Comune di Alba ha evidenziato un passaggio tra depositi alluvionali del reticolo idrografico minore e le coltri delle coperture eluvio-colluviali .





GLNDA

- 

Collin' d' coperture detritiche elvio colluviali e di alterazione prevalentemente limoso argillose present' a la base dei versant' collinari e lungo i fondovalle secondari con spessori de metri a purimetri. In condizioni non drenate:  $C_u = 10-50$  kPa,  $\phi = 0^\circ$ ,  $\gamma = 17-18$  kN/m<sup>3</sup>, condizioni drenate:  $C = 0$  kPa,  $\phi = 20-28^\circ$ .
- 

Depositi alluvionali eocenici del F. Tanaro costituiti da coperture prevalentemente scabbioso-mose con sottostanti gricie e scabbie co sciate a medio sciate con local presenza alla base di lve' di ciottoli e limi argillosi co incamento terriforme. In condizioni drenate:  $C = 0$  kPa,  $\phi = 26-32^\circ$ ,  $\gamma = 18-19$  kN/m<sup>3</sup>.
- 

Depositi alluvionali de ret'co idrografico minore costituiti da prevalenti sabbie limose con suscoricata ghiaie e ciottoli in matrice argillosa limosa. Ai terreni prevalentemente coesivi possono essere attribuiti i seguenti parametri in condizioni non drenate:  $\phi_u = 0^\circ$ ,  $C_u = 20-80$  kPa,  $\gamma = 18$  kN/m<sup>3</sup>. In condizioni drenate:  $\phi = 24-28^\circ$ ,  $C = 0$  kPa,  $\gamma = 17-18$  kN/m<sup>3</sup>. Ai terreni prevalentemente granulari possono essere attribuiti i seguenti parametri drenati:  $C = 0$  kPa,  $\phi = 26-35^\circ$ ,  $\gamma = 16-18$  kN/m<sup>3</sup>.
- 

Depositi alluvionali costituiti da coperture limoso argillose, seguite in profondita' da sabbie limose con interdigitate lenti di ciottoli in matrice sabbioso limosa. Ai terreni prevalentemente coesivi possono essere attribuiti i seguenti parametri non drenati:  $\phi_u = 0^\circ$ ,  $C_u = 20-80$  kPa,  $\gamma = 18$  kN/m<sup>3</sup>. Ai terreni prevalentemente granulari possono essere attribuiti i seguenti parametri drenati:  $\phi = 24-30^\circ$ ,  $C = 0$  kPa,  $\gamma = 18$  kN/m<sup>3</sup>.
- 

Substrati terziari costituiti da depositi d' scarpate e di s'collaforma esterna caratterizzati da marne, marne grigio azzurre, marne scabbioso-arenacee e da depositi di ambiente lagunare, comprendenti argille, marne gessifere, silti ed arenarie fini. - depositi prevalentemente coesivi: Porzione clastica: in funzione del grado d' alterazione:  $\phi_u = 0^\circ$ ,  $C_u = 20-100$  kPa,  $\gamma = 18-20$  kN/m<sup>3</sup>. Porzione indurata:  $\phi_u = 0^\circ$ ,  $C_u = 100-250$  kPa,  $\gamma = 18-20$  kN/m<sup>3</sup>. - depositi prevalentemente granulari: in funzione del grado d' massivita', diagenesi e cementazione:  $\phi = 20-30^\circ$ ,  $C = 20-100$  kPa,  $\gamma = 18-20$  kN/m<sup>3</sup>.

Figura 6.2 - Estratto, non in scala, della Carta Litotecnica (P.R.G. Comune di Alba).

### 6.3 INDAGINI GEOGNOSTICHE ESEGUITE NELL'AREA

Per l'elaborazione del quadro conoscitivo di dettaglio necessario allo sviluppo del Progetto in esame è stata pianificata una campagna d'indagine geognostica.

L'ubicazione delle indagini è riportata nell'Elaborato A3-9 *Carta geologica con ubicazione indagini*.

Il piano delle indagini e delle prove svolte è riportato nelle Tabelle 6.6 - 6.7.

Tipo d'indagine	Profondità (m dal p.c.)	Indagini condotte (n°)
Sondaggio a carotaggio continuo (S)	20	1
Installazione piezometro	20	1
Prove penetrometriche dinamiche in foro (S.P.T.)	3 ÷ 20	5
Prelievo di campioni rimaneggiati per l'esecuzione di prove di laboratorio	2.2 ÷ 19.3	5
Sismica passiva H.V.S.R. a stazione singola	30 m	1

Tabella 6.6 - Quadro riassuntivo delle indagini eseguite.

Codice	Tipo indagine	Profondità m da p.c.	Prelievo Campioni m da p.c.	S.P.T. m da p.c.
S1	Sondaggio carotaggio continuo	20	CR 1 : 2.2 ÷ 2.5 CR 2 : 3.2 ÷ 3.4 CR 3 : 9.2 ÷ 9.4 CR 4 : 15.2 ÷ 15.4 CR 5 : 19.3 ÷ 19.6	SPT 1 : 3.0 SPT 2 : 6.1 SPT 3 : 9.0 SPT 4 : 15.0 SPT 5 : 20.0

Tabella 6.7 - Prospetto analitico della campagna d'indagine mediante sondaggio.

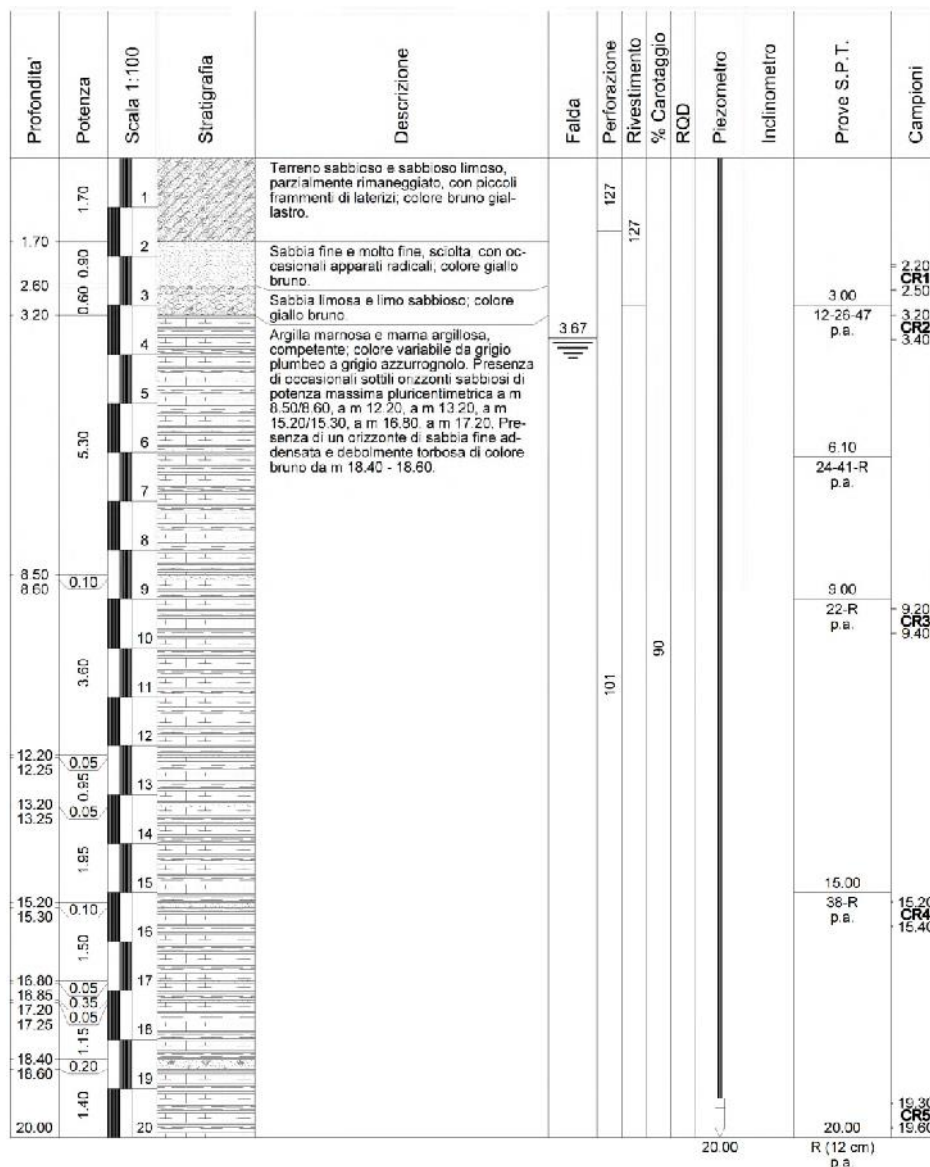
#### 6.3.1 SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO

##### ▪ Caratteristiche generali

Data di perforazione	03 - 07/11/2014
Profondità Sondaggio	20 m
Quota (m.l.m.m.)	156 m

Tipo di perforazione	A rotazione con carotaggio continuo
Utensile di perforazione	Carotiere semplice con tagliente ordinario
Utilizzo di fluidi di perforazione	Acqua dolce per l'installazione dei rivestimenti
Strumentazione installata	Piezometro a tubo aperto (PVC con diametro di 3").

▪ **Descrizione analitica**



Livello di falda: -3.67 m da piano campagna, a fine perforazione in data 07/11/2014.

I risultati analitici del sondaggio geognostico con la relativa documentazione fotografica sono raccolti nell'Allegato A.

### 6.3.2 PROVE DI LABORATORIO

A seguito della campagna geognostica si è proceduto, come precedentemente accennato, al prelievo di serie di campioni nel sondaggio. Natura dei depositi e composizione granulometrica degli orizzonti di terreno di specifico interesse hanno consentito il prelievo esclusivamente di campioni di tipo rimaneggiato. Ovvero si tratta di campioni che consentono di ricostruire con precisione composizione, stratigrafia, dimensioni e assortimento dei singoli elementi costituenti il deposito. Lo spostamento relativo subito dalle particelle solide non consente di conservare invece la struttura originaria del terreno in posto. Tale limitazione assume, comunque, importanza secondaria per le finalità dello studio. Lo svolgimento delle determinazioni analitiche di laboratorio necessarie per una caratterizzazione completa è stata finalizzata alla definizione, in modo rappresentativo, della composizione e dell'assortimento granulometrico dei terreni. Data la variabilità dimensionale dei granuli, da ciottoli prossimi al decimetro a particelle argillose di grandezza micrometrica (dell'ordine di 0,001 mm), le prove sono state condotte su campioni di peso significativo per valutare correttamente i rapporti tra frazione fine e grossolana. Per una precisa definizione dell'incidenza della frazione fine, comprendente limo e argilla, le determinazioni nei terreni in cui tale componente assume una presenza rilevante, sono state condotte, oltre che con l'usuale setacciatura per via umida, attraverso l'analisi per sedimentazione. Le dimensioni e la frequenza delle particelle fini, direttamente non misurabili, sono ricavate sulla base della velocità di sedimentazione di una miscela fluida.

Il quadro complessivo dei parametri ottenuti mediante le prove di laboratorio è riassunto nella Tabella 6.8, con riportati i seguenti dati:

- codice del campione;
- profondità di prelievo;
- percentuale materiale;
- classificazione litotecnica (A.G.I., 1977);
- limiti di Atterberg (WL - limite liquido; WP - limite plastico; IP - indice plastico).

I risultati analitici delle prove di laboratorio con i relativi certificati sono raccolti nell'Allegato A.



Sondaggio	Campione	Profondità (m)	Analisi Granulometrica						Limiti di Atterberg		
			Ciottoli	Ghiaia	Sabbie	Limo	Argille	Classificazione AGI	w <sub>l</sub>	w <sub>p</sub>	IP
			%	%	%	%			%	%	%
S1	CR1	2,20 - 2,50	0,0	4,0	66,5	29,5		Sabbia con limo-argilla			
	CR2	3,20 - 3,40	0,0	0,8	10,6	69,2	19,4	Limo argilloso sabbioso	30,50	14,81	15,69
	CR3	9,20 - 9,40	0,0	0,0	1,4	74,6	24,0	Limo argilloso	42,20	35,39	6,81
	CR4	15,20 - 15,40	0,0	0,0	15,0	73,2	11,8	Limo sabbioso argilloso	31,20	13,90	17,30
	CR5	19,30 - 19,60	0,0	0,0	3,6	79,1	17,3	Limo argilloso	37,00	19,34	17,66

Tabella 6.8 – Quadro riassuntivo dei parametri ottenuti con le prove di laboratorio.

Per terreni normalconsolidati, come quelli in esame, una stima dell'angolo d'attrito può essere condotta tramite la relazione<sup>1</sup> di seguito esposta:

$$\phi_p = 40^\circ - 2.07 \cdot IP^{0.49} \pm 2^\circ$$

i cui valori, per i campioni analizzati, sono riportati nella Tabella 6.9.

Cod. Camp.	Angolo di resistenza al taglio
	Drenato di picco
	$\phi_p$ °
CR2	32 ± 2
CR3	34.7 ± 2
CR4	31.6 ± 2
CR5	31.5 ± 2

Tabella 6.9 – Stima dell'angolo di resistenza al taglio mediante i parametri ottenuti con le prove di laboratorio.

1 Bruschi A. (2006) : Verifica della stabilità dei pendii e delle opere di stabilizzazione. Flaccovio Editore pp. 183.

## 6.4 SCHEMA LITOSTRATIGRAFICO

La stratigrafia geologico-tecnica elaborata consente una rappresentazione completa del sottosuolo, adeguata sia per la ricostruzione dei rapporti stratigrafici e giaciture tra i vari termini, che per la definizione delle modalità e della rilevanza della circolazione idrica sotterranea, nonché per la valutazione delle eventuali criticità geotecniche.

Procedendo dal piano campagna in profondità, è stata individuata la sequenza di unità di seguito descritta:

**Unità 1 - Terreno agrario / riporto**

Sabbia limosa con frammenti lateritici.

Colore: bruno giallastro.

**Unità 2 - Sabbie**

Depositi alluvionali costituiti da sabbie passanti a debolmente limose con ridotta aliquota di ghiaie eterometriche ad elementi poligenici.

Colore: giallo bruno.

**Unità 3 - Argilla marnosa - marna argillosa**

Argilla marnosa - marna argillosa.

Presenza di sottili orizzonti pluricentimetrici sabbiosi fini alle seguenti quote:

- - 8.5 m da p.c.,
- - 12.2 m da p.c.,
- - 13.2 m da p.c.,
- - 15.2 m da p.c.,
- - 16.8 m da p.c.,
- - 17.2 m da p.c..

Presenza sabbia fine addensata, debolmente torbosa, tra quota 18.4 ÷ 18.6 m.

Colore: da grigio scuro a grigio azzurro.

## 6.5 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Le varie unità litologico-stratigrafiche sono state rilette in chiave geotecnica sulla base dei principali caratteri fisici in grado di fornire indicazioni significative per il comportamento meccanico dei terreni, rilevabili nel sondaggio S1. La stratigrafia geotecnica così elaborata costituisce un'adeguata base di calcolo sia per la progettazione geotecnica delle opere, sia per la definizione dell'assetto idrogeologico e delle relazioni tra acque superficiali e circolazione idrica sotterranea.

In particolare, nelle formazioni incoerenti, le correlazioni empiriche di letteratura per l'interpretazione delle prove penetrometriche dinamiche hanno permesso di stimare i parametri meccanici e deformativi, ovvero:

- L'angolo di resistenza al taglio in condizioni di picco è stato stimato tenendo conto dello stato di addensamento e delle caratteristiche granulometriche dei materiali costituenti le varie unità attraverso la correlazione suggerita da HATANAKA & UCHIDA (1996) sulla base di confronti con prove triassiali drenate su campioni di sabbie di alta qualità prelevati con la tecnica del congelamento.

$$\phi' = 20 + \sqrt{15,4 N_{1(60)}}$$

MAYNE (1998, 2001) ha confermato la validità di tale relazione anche per sabbie limose residuali contenenti fino al 30% di fini.

- Il peso di volume ( $\gamma$ ) è stato determinato mediante software PGS\_SPT ver. 3.3.1 (Bruschi).

Nelle formazioni coesive i parametri meccanici e deformativi sono stati così determinati:

- l'angolo di resistenza al taglio in condizioni di picco, come riportato in BRUSCHI (2006), è stato stimato tenendo conto dell'Indice di Plasticità:

$$\phi_p = 40^\circ - 2,07 \cdot IP^{0,49} \pm 2^\circ$$

- resistenza al taglio non drenata viene determinata con HARA & AL. (1974) sulla base di prove triassiali di tipo UU (non drenate non consolidate) su 180 campioni provenienti da 25 località giapponesi che hanno indicato una legge di regressione del tipo:

$$\frac{C_u}{P_a} = 0,29 N^{0,72}$$

con un coefficiente di correlazione di 0,93.

- Il peso di volume ( $\gamma$ ) è stato determinato mediante software PGS\_SPT ver. 3.3.1 (Bruschi).  
I valori caratteristici ( $X_k$ ) dei parametri geotecnici, intesi come una stima cautelativa del parametro che influenza l'insorgere dello stato limite (**SL**) in considerazione, sono stati determinati mediante metodi statistici, i quali considerano che la probabilità calcolata di un valore peggiore (più sfavorevole) che governa l'insorgere dello stato limite in considerazione non sia maggiore del 5% (NORI, 2009).

Considerando piccoli volumi di rottura si è utilizzato il seguente algoritmo:

$$x_k = m \pm z_{0,05} \sigma \sqrt{1 + \frac{1}{n}}$$

dove

$X_k$  è il valore caratteristico desiderato;

$m$  è il valore medio (ignoto) della popolazione, ipotizzato essere uguale al valore medio del campione;

$z$  è la distribuzione normale standardizzata;

$\sigma$  è la deviazione standard della popolazione;

$n$  è la numerosità del campione;

con un coefficiente di variazione (CV) adottato:

$\gamma = 5\%$  (BAECHER-CHRISTIAN, 2003);

$\phi = 10\%$  (BAECHER-CHRISTIAN, 2003);

$C_u = 30\%$  (BAECHER-CHRISTIAN, 2003).

Nel seguito si riportano, ad eccezione dell'Unità Geotecnica 0 (UGT 0) – Terreno agrario / riporto – non considerato, i risultati delle analisi geotecniche effettuate e delle elaborazioni conseguenti, distinte per Unità Geotecniche (UGT).

**UGT 1 – Complesso sabbioso**

Il comportamento dell'orizzonte geotecnico, costituito da sabbie passanti a sabbie con limo, è intermedio tra i materiali granulari e quelli coesivi.

Stato di consistenza: da denso a molto denso.

Per il complesso: da -1.7 m a -3.2 m da p.c.:

Sondaggio	Tipo indagine	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso dell'unità di volume (kN/m <sup>3</sup> )
S 1	S.P.T. 1 CR 1	45	21

Grandezza	S.I.	Valori ridotti al 5° percentile	Valori di letteratura <sup>2</sup>
Peso dell'unità di volume ( $\gamma_k$ )	kN/(m <sup>3</sup> )	<b>18</b>	-
Coesione efficace ( $c'_k$ )	(kPa)	-	<b>2</b>
Angolo resistenza al taglio ( $\phi_k$ )	(°)	<b>34</b>	-

<sup>2</sup> JAMIOLKOWSKI M., PASQUALINI E. - Sulla determinazione e scelta dei parametri geotecnici che intervengono nelle verifiche di stabilità dei pendii naturali e artificiali, Politecnico di Torino - 1976

**UGT 2 – Complesso marnoso**

Il comportamento globale dell'orizzonte geotecnico, costituito da argilla marnosa passante in profondità a marna argillosa, è coesivo.

Stato di consistenza: da compatto ad estremamente compatto.

Per il complesso: da -3.2 m a -20 m da p.c.:

Sondaggio	Tipo indagine	Angolo resistenza al taglio (°)	Coesione non drenata (Kpa)	Peso dell'unità di volume (kN/m <sup>3</sup> )	
S 1	S.P.T. 2	-	602	21	
	S.P.T. 3	-	800	21	
	S.P.T. 4	-	842	21	
	S.P.T. 5	-	842	21	
	CR 2		34	-	-
			32	-	-
			30	-	-
	CR 3		36.7	-	-
			34.7	-	-
			32.7	-	-
	CR 4		33.6	-	-
			31.6	-	-
			29.6	-	-
	CR 5		33.5	-	-
			31.5	-	-
		29.5	-	-	

Valore massimo	34.7	842	21
Valore minimo	29.5	602	21
Media	32.4	771	21
Deviazione standard	2.1	114	0
Coefficiente di Variazione (%)	10	30	5

		Valori ridotti al 5° percentile	Valori di letteratura <sup>3</sup>
Grandezza	S.I.		
Peso dell'unità di volume ( $\gamma_k$ )	kN/(m <sup>3</sup> )	<b>19</b>	-
Coesione non drenata ( $C_{uk}$ )	(kPa)	<b>700</b>	-
Coesione efficace ( $c'_k$ )	(kPa)	-	<b>26</b>
Angolo resistenza al taglio ( $\phi_k$ )	(°)	<b>26</b>	-

<sup>3</sup> CAMPAGNONI F. *et alii*, 1995 - Le marne oligo-mioceniche delle langhe: classificazione geotecnica preliminare. GEAM – Dicembre 1995 – pp. 201-211 - Torino.

## 7 MODELLO GEOLOGICO

In questo capitolo viene delineato l'assetto del sottosuolo dell'area interessata direttamente dagli interventi ed i principali caratteri geologici dei terreni, ricavati con i rilievi di campagna, e l'analisi critica delle informazioni bibliografiche reperite.

L'assetto stratigrafico è rappresentato da depositi alluvionali, costituiti da sabbie con ridotta aliquota ghiaiosa, passanti ad un substrato argilloso - marnoso. I dati disponibili dalla bibliografia (Geologia e idrostratigrafia profonda della Pianura Padana occidentale - *Irace et al., 2009*) consentono di affermare che quest'ultimo termine è presente per almeno 40 ÷ 50 m di profondità rispetto al livello della pianura circostante.

I depositi alluvionali presentano variazioni laterali, derivanti dalle divagazioni fluviali, esistenza di canali colmati da sedimenti fini e di interdigitazioni con lenti allungate e leggermente concave.

Per garantire un adeguato dettaglio puntuale ed un'analisi omogenea del sottosuolo dell'intero areale interessato dalla realizzazione dell'intervento sono state prodotte le Sezioni 10 - 15 - L (Elaborato A3-9 - *Carta geologica con ubicazione indagini* / Elaborato A4-4 - *Sezioni geologico-geotecniche*) tracciate in modo da evidenziare, la configurazione morfologica del sito, i principali elementi del sottosuolo condizionanti la circolazione idrica sotterranea, i terreni di imposta delle opere. Le Sezioni sono state elaborate alla scala 1:200 / 1:400 (Sezioni 10 - 15) e 1:200 (Sezione L).

L'adozione di una simbologia grafica specificamente predisposta consente di rappresentare in modo pressoché completo, direttamente in corrispondenza della verticale esaminata, il quadro delle indagini ed i risultati conseguiti (SPT, prelievo campioni rimaneggiati, ecc.).

La ricostruzione dell'assetto litologico del sottosuolo, della circolazione idrica sotterranea insieme all'elaborazione della geometria della falda libera e dell'andamento dei livelli piezometrici nell'area di progetto, consente di ricostruire una Modellazione Geologica, illustrata nello schema della Tabella 7.1.



Unità	Spessore (m)	Caratteri geologici	Ruolo nei confronti della circolazione idrica sotterranea	Permeabilità (m/s)	Livello soggiacenza della falda (m da p.c.)
1	3 ÷ 4	Depositi alluvionali costituiti da sabbie da medio grossolane a fini con una ridotta aliquota di ghiaie eterometriche ad elementi poligenici, subarrotondati. Il rapporto ghiaia/sabbia varia localmente, con prevalenza in genere della frazione grossolana. Colore tra bruno giallastro.	Costituisce l'acquifero sede della falda libera le cui fluttuazioni sono molto rapide con temporanei incrementi e decrementi dei livelli di falda.	$10^{-2} \div 10^{-4}$	2 ÷ 4
2	40 ÷ 50	Argilla marnosa / marna argillosa, colore grigio.	Substrato a permeabilità da bassa a nulla.	$10^{-8} \div 10^{-10}$	-

Tabella 7.1 – Modello Geologico.

In riferimento a quanto esposto nella Relazione sulla Modellazione Sismica (Elaborato A1-7) per il sito in esame, sulla base del modello derivato, si ottiene la stima del Vs30 in questi termini:

**Categoria 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 Vs,30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero  $NSPT_{,30} > 50$  nei terreni a grana grossa e  $cu_{,30} > 250$  kPa nei terreni a grana fina).

L'attendibilità di questo Modello Geologico può essere considerata buona.

## **7.1 FATTIBILITÀ DELL'INTERVENTO**

L'opera in progetto risulta compatibile con il contesto naturale ospitante in quanto non risultano criticità idrogeologiche, geologiche, sismiche e geotecniche tali da non consentirne la realizzazione.

## 8 PRINCIPALI RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

A.R.P.A. Piemonte (2003) - *Evento alluvionale regionale del 13 - 16 Ottobre 2000*. Direzione Servizi Tecnici di Prevenzione. 327 pp. + 6 tav. f.t. + 1 DVD. Regione Piemonte, Torino.

A.R.P.A. Piemonte (2014) - <http://webgis.arpa.piemonte.it/flxview/GeoViewerArpa>.

Autorità di Bacino del Fiume Po (1999) - Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) - *Interventi sulla rete idrografica e sui versanti*. Atlante dei rischi idraulici e idrogeologici. Atlante delle aree in dissesto. Delibera n. 1/1999 e successive integrazioni.

Autorità di Bacino del Fiume Po (2001) - Piano Straordinario per le aree a rischio idrogeologico molto elevato (PS 267). Deliberazione del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del Fiume Po n° 14/1999 del 26 ottobre 1999. *Atlante cartografico delle perimetrazioni delle aree a rischio idrogeologico molto elevato sottoposte a misure temporanee di salvaguardia*. Aggiornamento del Piano Straordinario per le aree a rischio idrogeologico molto elevato - approvato con deliberazione del Comitato Istituzionale n° 20 del 26 aprile 2001.

Autorità di Bacino del Fiume Po (2003) - Allegato 4 al P.A.I. contenente le delimitazioni delle aree in dissesto. *Atlante dei rischi idraulici e idrogeologici*.

Beretta G.P., De Luca D. A., Masciocco L., Mallen L., Viotto C. (2000) – Progetto Tanaro. CD. Regione Piemonte – Università degli Studi di Torino.

Biancotti A. (1979) - *Rapporti fra morfologia e tettonica nella pianura cuneese*. Geogr. Fis. Din. Quat., 2 (1).

Biancotti A. (1981) – *Geomorfologia dell'Alta Langa (Piemonte meridionale)*. Mem. Soc. Ital. Sc. Nat., XXII (3): 59-104. Milano.

Biancotti A., Cortemiglia G.C. (1982) – *Morphogenetic evolution of the River System of Southern Piedmont (Italy)*. Geogr. Fis. e Dinam. Quater., Com. Glaciol. Ital., 5, 10-13, Torino.

Bortolami G., Maffeo B., Maradei V., Ricci B & Sorzana F. (1976) - *Lineamenti di litologia e geoidrologia del settore piemontese della Pianura Padana*. Quad. dell'Ist. di Ricerca sulle Acque, 28 (1).

Bortolami G., Cavallero E., Forno M.G., Mosso E. (1989) - *Studio idrogeologico del bacino di Asti. Caratteristiche e potenzialità degli acquiferi*. Congresso Int. di Geoingegneria "SUOLO-SOTTOSUOLO", vol. 1, 431-440. Torino 27-20 settembre 1989.

Bove A., Casaccio D., Destefanis E., De Luca D. A., Lasagna M., Masciocco L., Ossella L., Tonussi M. (2005, a) – “*Assetto geoidrologico della Regione Piemonte*”. In “*Idrogeologia della Pianura Piemontese*”, Regione Piemonte, I-1 – I-17.

Bove A., Casaccio D., Destefanis E., De Luca D. A., Lasagna M., Masciocco L., Ossella L., Tonussi M. (2005, b) – “*Piezometria della falda superficiale nel territorio di pianura della Regione Piemonte*”. In “*Idrogeologia della Pianura Piemontese*”, Regione Piemonte, II-1 – II-10.

Bove A., Casaccio D., Destefanis E., De Luca D. A., Lasagna M., Masciocco L., Ossella L., Tonussi M. (2005, c) – “*Caratteristiche granulometriche e di permeabilità della zona non satura nel territorio di pianura della Regione Piemonte*”. In “*Idrogeologia della Pianura Piemontese*”, Regione Piemonte, III-1 – III-13.

Bove A., Casaccio D., Destefanis E., De Luca D. A., Lasagna M., Masciocco L., Ossella L., Tonussi M. (2005, d) – “*La vulnerabilità intrinseca dell'acquifero superficiale valutata con i metodi G.O.D. (Foster et al., 2002) e Time Of Travel relativa al territorio di pianura della Regione Piemonte*” In “*Idrogeologia della Pianura Piemontese*”, Regione Piemonte, IV-1 – IV-13.

Carraro F. (1976) – *Diversione pleistocenica nel deflusso del bacino piemontese meridionale: un'ipotesi di lavoro*. Gr. St. Quat. Pad., 3, pp. 89-100.

Carraro F., Valpreda E. (1991) - *Il Quaternario medio e superiore del Bacino di Asti*. Il Quaternario, 4 (1a), 151-172.

Comune Alba - P.R.G. / *Elaborati geologici*.

D.M. 14/01/2008 – *Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni* (G.U. n. 29 del 4 febbraio 2008)

Forlati F., Susella G., Tamberlani F., Campagnoni F. (1996): “*Le marne oligomioceniche delle Langhe: Classificazione geotecnica preliminare*”. Geam Anno 1996.

Istituto Geografico Militare (IGM) - Carta Topografica d'Italia a scala 1:25.000. Foglio 69 - Tavv. III SE "Neive" e IISO "Alba".

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) – Pubblicazioni scientifiche on line.

Mutti E., Ricci Lucchi F., Roveri M. (2002) – *Revisiting turbidites of the Marnoso-arenacea Formation and their basin-margin equivalents: problems with classic models.*. In “*Excursion Guidebook,*” Parma, Italy, 21-22 May 2002.

Regione Piemonte, Università degli Studi di Genova (2000) - *Catalogo Sismico 1982-2000 – Versione 2*.

Regione Piemonte (2001) – *Ripresa aerea alluvione 2000*. Foglio 193.

Regione Piemonte (2004) – *Piano di tutela delle acque*. On line.

Servizio Geologico d'Italia (1969-1970) - Carta Geologica d'Italia a scala 1:100.000. Foglio 69 - Asti.

# **ALLEGATO A**

## **Sondaggio geognostico Rapporto certificativo delle indagini**



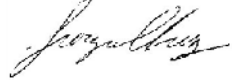


# TANARO POWER S.P.A.

CANTIERE: IMPIANTO IDROELETTRICO  
 LOCALITÀ MOGLIASSO  
 ALBA (CN)

## INDAGINE GEOGNOSTICA

Note tecnico – esecutive

Rev.	Data	Redazione	Verifica	Approvazione	Descrizione
0	28/11/2014	dott. Stellato S. 	dott. geol. Mosso E. 	dott. geol. Chiesa G. 	Prima Emissione

# Tanaro Power S.p.A.

## INDAGINE GEOGNOSTICA

### Impianto idroelettrico – Loc. Mogliasso – Alba (CN)

Su incarico della Società “*Tanaro Power S.p.A.*” è stata eseguita, nelle giornate dal 03 al 07 novembre 2014, una indagine geognostica costituita da n° 1 sondaggio, ubicato in corrispondenza della posizione progettuale di un nuovo impianto idroelettrico (Fig. 1), in località Mogliasso, nel territorio comunale di Alba (CN); tale indagine aveva lo scopo di valutare l’assetto litostratigrafico e di acquisire i parametri geotecnici ed idrogeologici necessari alla valutazione di fattibilità ed alla progettazione delle strutture componenti l’impianto idroelettrico.

#### SONDAGGI

Il sondaggio è stato eseguito a rotazione con carotaggio continuo utilizzando una sonda idraulica tipo CMV “MK 900 GL” montata su trattore gommato a trazione integrale; per tutta la lunghezza si sono utilizzati carotieri semplici aventi  $\varnothing$  127 e 101 mm. Per stabilizzare in corso d’opera le pareti del foro sono stati impiegati rivestimenti metallici provvisori  $\varnothing$  127 mm.

Il sondaggio, denominato *SI*, è stato spinto fino alla profondità di m 20.00 dal piano campagna ed in corso d’opera sono state eseguite n° 5 prove SPT (Standard Penetration Test) e prelevati n° 5 campioni rimaneggiati; le risultanze e le quote di esecuzione sono riportate nella stratigrafia allegata.

Al termine della perforazione, la verticale di indagine è stata strumentata mediante la posa in opera di un piezometro a tubo aperto ( $\varnothing$  3”) in PVC, al fine di poter verificare nel tempo le eventuali oscillazioni del livello di falda. Il livello statico rilevato alla fine delle operazioni di cantiere è riportato nelle schede stratigrafiche.

**Certificato n° 388 del 28/11/2014**

I testimoni del carotaggio sono stati riposti in n° 4 cassette catalogatrici, opportunamente classificate e ricoverate in cantiere, a disposizione della Committenza.

**PROVE IN FORO**

Le prove SPT sono state eseguite secondo le prescrizioni stabilite dalle specifiche AGI 1977 e approfondite dalla norma UNI EN ISO 22476-3:2012.

La sottostante **Tabella 1** riporta le caratteristiche del dispositivo di battuta con maglio a sganciamento automatico (tipo “Nenzi”) utilizzato per l’esecuzione delle prove in foro di tipo SPT:

<b>CARATTERISTICHE TECNICHE DEL MARTINO A SGANCIO AUTOMATICO (PROVE “SPT”)</b>	
Peso totale dispositivo di battitura	115,00 kg
Massa maglio	63,50 kg
Altezza di caduta libera	760,00 mm
Diametro esterno aste di infissione	50,00 mm
Peso aste di infissione (tipo B)	7,00 kg/m
Lunghezza campionatore Raymond (comprendente scarpa e raccordo per le aste)	813,00 mm
Diametro esterno campionatore Raymond	51,00 mm
Diametro interno campionatore Raymond	35,00 mm
Angolo di spoglia della punta aperta	20°
Angolo di apertura della punta conica	60°

**Tabella 1**



**Certificato n° 388 del 28/11/2014****ANALISI DI LABORATORIO**

Le analisi di laboratorio sui campioni rimaneggiati prelevati durante la perforazione del sondaggio sono state affidate ad un laboratorio esterno di comprovata esperienza nel settore (GDTest S.r.l. - Torino).

I risultati delle analisi sono riportati in allegato.

Si trasmette in allegato la documentazione tecnica relativa all'indagine eseguita.



**Fig. 1:** Ubicazione delle indagini eseguite.

**Allegato  
stratigrafico**

**Certificato n° 388 del 28/11/2014**



Committente	Tanaro Power S.p.A.	
Cantiere	Impianto idroelettrico - Località Mogliasso	
Località	Alba (CN)	
Data Inizio	03/11/14	Data Fine 07/11/14

SONDAGGIO	FOGLIO
<b>S1</b>	<b>1/1</b>
Quota (p.c.)	

Profondita'	Potenza	Scala 1:100	Stratigrafia	Descrizione	Falda	Perforazione	Rivestimento	% Carotaggio	RQD	Piezometro	Inclinometro	Prove S.P.T.	Campioni		
1.70	1.70	1		Terreno sabbioso e sabbioso limoso, parzialmente rimaneggiato, con piccoli frammenti di laterizi; colore bruno giallastro.		127									
2.60	0.90	2		Sabbia fine e molto fine, sciolta, con occasionali apparati radicali; colore giallo bruno.		127							2.20 CR1		
3.20	0.60	3		Sabbia limosa e limo sabbioso; colore giallo bruno.								3.00	2.50		
5.30		4		Argilla marnosa e marna argillosa, competente; colore variabile da grigio plumbeo a grigio azzurrognolo. Presenza di occasionali sottili orizzonti sabbiosi di potenza massima pluricentimetrica a m 8.50/8.60, a m 12.20, a m 13.20, a m 15.20/15.30, a m 16.80, a m 17.20. Presenza di un orizzonte di sabbia fine addensata e debolmente torbosa di colore bruno da m 18.40 - 18.60.	3.67							12-26-47 p.a.	3.20 CR2		
		5											6.10	3.40	
		6											24-41-R p.a.		
		7													
8.50	0.10	8										9.00			
8.60		9										22-R p.a.	9.20 CR3		
12.20	3.60	10					90						9.40		
12.25		11				101									
13.20	0.05	12													
13.25	0.95	13													
15.20	0.05	14													
15.30	1.95	15										15.00			
16.80	0.10	16										38-R p.a.	15.20 CR4		
16.85	1.50	17											15.40		
17.20	0.05	18													
17.25	0.35	19													
18.40	0.05	20													
18.60	1.15														
20.00	0.20														
	1.40												19.30 CR5		
												20.00	19.60		
												R (12 cm) p.a.			

**Allegato  
fotografico**



**Foto 1:** Sondaggio S1 - cassa 1 - da 0.00 m a 5.00 m.



**Foto 2:** Sondaggio S1 - cassa 2 - da 5.00 m a 10.00 m.



**Foto 3:** Sondaggio S1 - cassa 3 - da 10.00 m a 15.00 m.



**Foto 4:** Sondaggio S1 - cassa 4 - da 15.00 m a 20.00 m.

**Certificato n° 388 del 28/11/2014**



**Foto 5:** Posizionamento sondaggio S1.


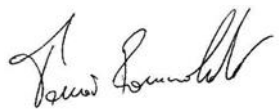



## SONDECO S.r.l.

### Tanaro Power S.p.A. Alba (CN) – Frazione Mogliasso

### Prove geotecniche di laboratorio

2005\_r02

B					
A					
Ø	24/11/2014	Dott. G. Zanutto 	Dott. R. Tomai 	Ing. A. Morino 	Emissione
REV	DATA	REDAZIONE	VERIFICA	APPROVAZIONE	DESCRIZIONE

**TABELLA RIASSUNTIVA PROVE GEOTECNICHE DI  
LABORATORIO**

Archivio n. : **2005**  
Data : **24/11/2014**  
Committente: **Sondeco S.r.l.**  
Progetto: **Tanaro Power S.p.A. - Cantiere di Alba (CN) - Frazione  
Mogliasso**

Sondaggio	Campionone	Profondità (m)	Analisi Granulometrica Limiti di Atterberg					note	
			Cioctelli	Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla		Classificazione AGI
S1	CR12,20	2,500,04,066,5				29,5	Sabbia con limo-argilla		
	CR23,20	3,400,00,810,669,219,430,5014,8115,69					Limo argilloso sabbioso		
	CR39,20	9,400,00,01474,624,042,2035,396,81					Limo argilloso		
	CR415,20	15,400,00,015,073,211,831,2013,9017,30					Limo sabbioso argilloso		
	CR519,30	19,600,00,03,679,117337,0019,3417,66					Limo argilloso		

## ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE (AEROMETRIA)

Rapporto di prova n. **R828/2005** Data emissione: **24/11/14** Archivio n.: **2005**  
 Committente: **Sondeco S.r.L.**  
 Lavoro: **Mogliasso - Alba - Tanaro Power S.P.A.**  
**Prove geotecniche di laboratorio**

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE				Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio:	<b>S1</b>	Codice provino:	<b>\</b>	Serie unificata di setacci ISO 3310	<input type="checkbox"/>
Campione:	<b>CR1</b>	Ricevuto il:	<b>12/11/14</b>	Forno elettrico	<input type="checkbox"/>
Profondità (m):	<b>2,20-2,50</b>	Aperto il:	<b>12/11/14</b>	Bilancia digitale	<input type="checkbox"/>
Tipo di terreno (AGI):	<b>SABBIA CON LIMO-ARGILLA</b>			Set di cilindri graduati per aerometrie e densimetro	<input type="checkbox"/>
Data esecuzione prova:	<b>18/11/14</b>			Termometro digitale	<input type="checkbox"/>

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-4; RACCOMANDAZIONI AGI 1994**

### TABELLE DATI DI PROVA

ANALISI CON I SETACCI: **Peso secco terreno analizzato (g): 385,5**

Apertura maglie (mm)	Peso inerte trattenuto (g)	Parziali Trattenuti (%)	Totale Trattenuti (%)	Totale Passante (%)
100,0	0,0	0,00	0,00	100,00
90,0	0,0	0,00	0,00	100,00
75,0	0,0	0,00	0,00	100,00
63,0	0,0	0,00	0,00	100,00
50,0	0,0	0,00	0,00	100,00
37,5	0,0	0,00	0,00	100,00
25,0	0,0	0,00	0,00	100,00
19,0	0,0	0,00	0,00	100,00
12,5	0,0	0,00	0,00	100,00
9,50	4,7	1,22	1,22	98,78
4,75	4,2	1,09	2,31	97,69
2,00	6,4	1,66	3,97	96,03
0,425	51,1	13,26	17,22	82,78
0,180	96,2	24,95	42,18	57,82
0,063	109,1	28,30	70,48	29,52
fondo	113,8	29,52	100,00	-

PERCENTUALI FRAZIONI GRANULOMETRICHE:

Ciottoli (%): **0,0**  
 Ghiaia (%): **4,0**  
 Sabbia (%): **66,5**  
 Limo + Argilla (%): **29,5**

ANALISI CON L'AEROMETRO: **Peso secco terreno analizzato (g):** \_\_\_\_\_ **Peso specifico granuli stimato (g/cm<sup>3</sup>):** \_\_\_\_\_

tempo (min)	temp. °C	r	R'=R+Cm	R''=R'+Ct+Cd	Hr (cm)	D (mm)	%pass. parz.	%pass. totale

**NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:**

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto): \_\_\_\_\_ Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): \_\_\_\_\_

## ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE (AEROMETRIA)

Rapporto di prova n. **R828/2005**      Data emissione: **24/11/14**      Archivio n.: **2005**  
 Committente: **Sondecò S.r.L.**  
 Lavoro: **Mogliasso - Alba - Tanaro Power S.P.A.**  
**Prove geotecniche di laboratorio**

**IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE**

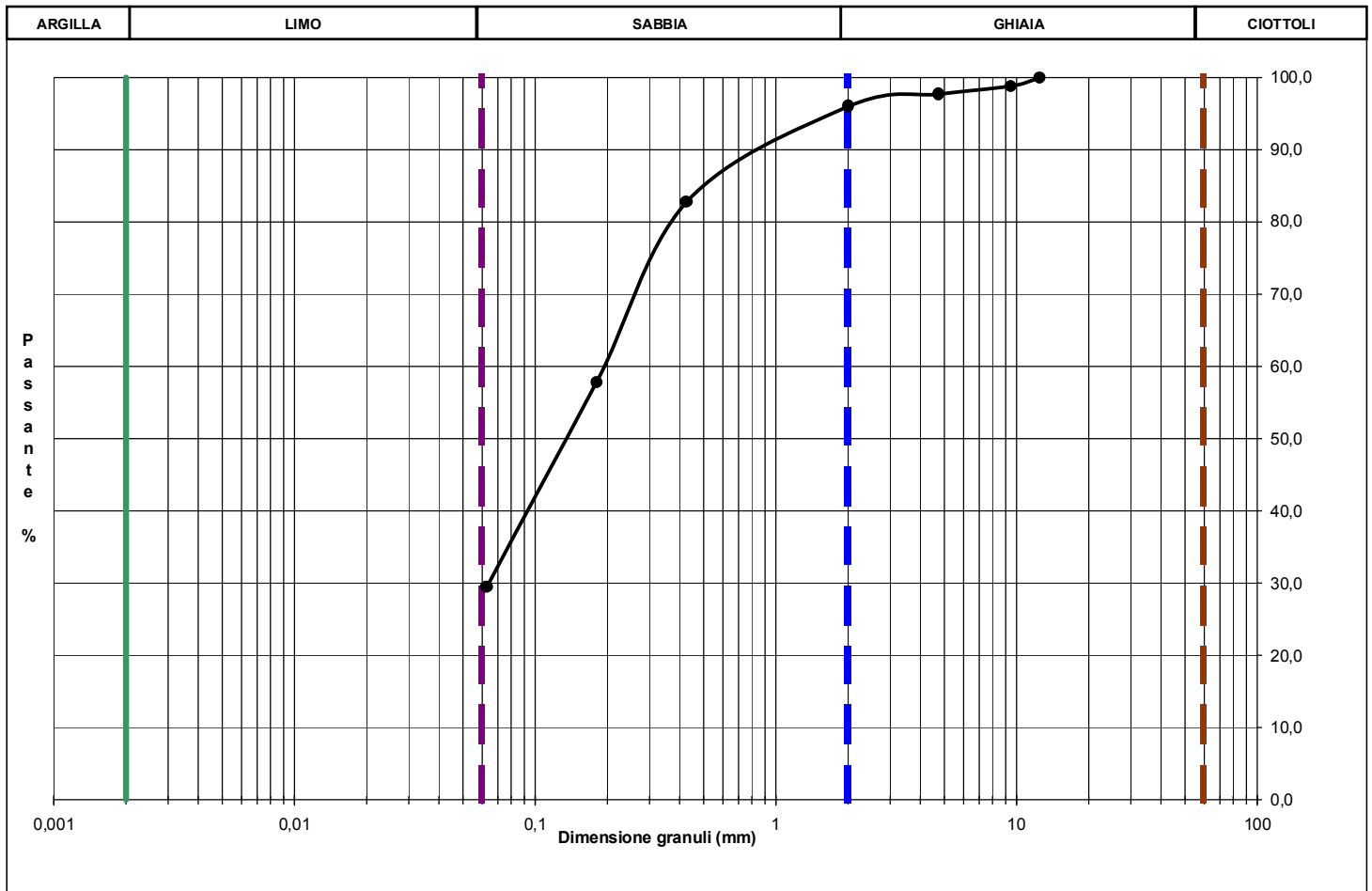
Sondaggio: **S1**      Codice provino: **\**  
 Campione: **CR1**      Ricevuto il: **12/11/14**  
 Profondità (m): **2,20-2,50**      Aperto il: **12/11/14**  
 Tipo di terreno (AGI): **SABBIA CON LIMO-ARGILLA**  
 Data esecuzione prova: **18/11/14**

**Apparecchiatura e strumentazione utilizzata**

Serie unificata di setacci ISO 3310   
 Forno elettrico   
 Bilancia digitale   
 Set di cilindri graduati per aerometrie e densimetro   
 Termometro digitale

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-4; RACCOMANDAZIONI AGI 1994**

### CURVA GRANULOMETRICA



**NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:**

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):

Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):

## ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE (AEROMETRIA)

Rapporto di prova n. **R829/2005**      Data emissione: **24/11/14**      Archivio n.: **2005**  
 Committente: **Sondeco S.r.L.**  
 Lavoro: **Mogliasso - Alba - Tanaro Power S.P.A.**  
**Prove geotecniche di laboratorio**

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE		Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio: <b>S1</b>	Codice provino: <b>\</b>	Serie unificata di setacci ISO 3310	<input type="checkbox"/>
Campione: <b>CR2</b>	Ricevuto il: <b>12/11/14</b>	Forno elettrico	<input type="checkbox"/>
Profondità (m): <b>3,20-3,40</b>	Aperto il: <b>12/11/14</b>	Bilancia digitale	<input type="checkbox"/>
Tipo di terreno (AGI): <b>LIMO ARGILLOSO SABBIOSO</b>		Set di cilindri graduati per aerometrie e densimetro	<input type="checkbox"/>
Data esecuzione prova: <b>18/11/14</b>		Termometro digitale	<input type="checkbox"/>

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-4; RACCOMANDAZIONI AGI 1994**

### TABELLE DATI DI PROVA

**ANALISI CON I SETACCI:**      **Peso secco terreno analizzato (g): 253,0**      **PERCENTUALI FRAZIONI GRANULOMETRICHE:**

Apertura maglie (mm)	Peso inerte trattenuto (g)	Parziali Trattenuti (%)	Totale Trattenuti (%)	Totale Passante (%)
100,0	0,0	0,00	0,00	100,00
90,0	0,0	0,00	0,00	100,00
75,0	0,0	0,00	0,00	100,00
63,0	0,0	0,00	0,00	100,00
50,0	0,0	0,00	0,00	100,00
37,5	0,0	0,00	0,00	100,00
25,0	0,0	0,00	0,00	100,00
19,0	0,0	0,00	0,00	100,00
12,5	0,0	0,00	0,00	100,00
9,5	0,0	0,00	0,00	100,00
4,75	1,3	0,51	0,51	99,49
2,00	0,6	0,24	0,75	99,25
0,425	8,9	3,52	4,27	95,73
0,180	8,4	3,32	7,59	92,41
0,063	9,6	3,79	11,38	88,62
fondo	224,2	88,62	100,00	-

Ciottoli (%): **0,0**  
 Ghiaia (%): **0,8**  
 Sabbia (%): **10,6**  
 Limo (%): **69,2**  
 Argilla (%): **19,4**

**ANALISI CON L'AEROMETRO:**      **Peso secco terreno analizzato (g): 46,80**      **Peso specifico granuli stimato (g/cm<sup>3</sup>): 2,70**

tempo (min)	temp. °C	r	R'=R+Cm	R''=R'+Ct+Cd	Hr (cm)	D (mm)	%pass. parz.	%pass. totale
0,5	17,8	1,0325	33,000	28,450	8,261	0,0561	96,55	85,56
1	17,8	1,0305	31,000	26,450	8,741	0,0408	89,76	79,54
2	17,8	1,0280	28,500	23,950	9,341	0,0298	81,28	72,03
4	17,8	1,0260	26,500	21,950	9,821	0,0216	74,49	66,01
8	17,8	1,0240	24,500	19,950	10,301	0,0157	67,70	60,00
15	17,8	1,0220	22,500	17,950	10,781	0,0117	60,92	53,98
30	17,8	1,0210	21,500	16,950	11,021	0,0084	57,52	50,97
60	17,8	1,0180	18,500	13,950	11,741	0,0061	47,34	41,95
120	17,8	1,0150	15,500	10,950	12,461	0,0045	37,16	32,93
240	17,8	1,0125	13,000	8,450	13,061	0,0032	28,68	25,41
480	17,8	1,0105	11,000	6,450	13,541	0,0023	21,89	19,40
1440	17,8	1,0085	9,000	4,450	14,021	0,0014	15,10	13,38

**NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:**

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto): \_\_\_\_\_ Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): \_\_\_\_\_

## ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE (AEROMETRIA)

Rapporto di prova n. **R829/2005**      Data emissione: **24/11/14**      Archivio n.: **2005**  
 Committente: **Sondecò S.r.L.**  
 Lavoro: **Mogliasso - Alba - Tanaro Power S.P.A.**  
**Prove geotecniche di laboratorio**

### IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

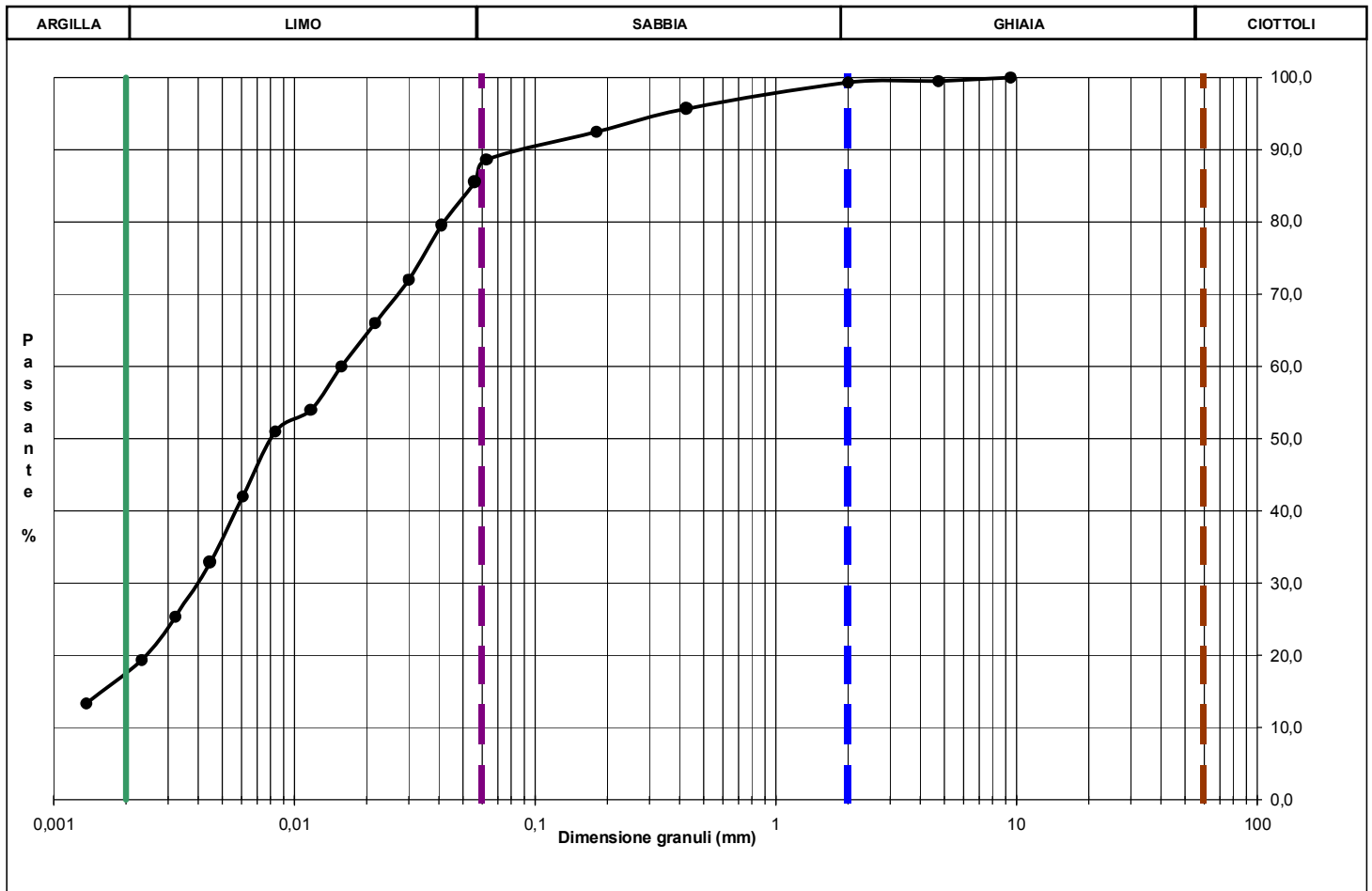
Sondaggio: **S1**      Codice provino: **\**  
 Campione: **CR2**      Ricevuto il: **12/11/14**  
 Profondità (m): **3,20-3,40**      Aperto il: **12/11/14**  
 Tipo di terreno (AGI): **LIMO ARGILLOSO SABBIOSO**  
 Data esecuzione prova: **18/11/14**

### Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Serie unificata di setacci ISO 3310   
 Forno elettrico   
 Bilancia digitale   
 Set di cilindri graduati per aerometrie e densimetro   
 Termometro digitale

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-4; RACCOMANDAZIONI AGI 1994**

### CURVA GRANULOMETRICA



**NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:**

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto): \_\_\_\_\_ Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): \_\_\_\_\_

## DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI ATTERBERG

Rapporto di prova n° : **R838/2005**      Data emissione: **24/11/2014**      Archivio n.: **2005**  
 Committente: **Sondeco S.r.L.**  
 Lavoro: **Mogliasso - Alba - Tanaro Power S.P.A.**  
**Prove geotecniche di laboratorio**

**IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE**

Sondaggio: **S1**      Codice provino: **\**  
 Campione: **CR2**      Ricevuto il: **12/11/14**  
 Profondità (m): **3,20-3,40**      Aperto il: **12/11/14**  
 Tipo di terreno (AGI): **LIMO ARGILLOSO SABBIOSO**  
 Data esecuzione prova: **20/11/14**

**Apparecchiatura e strumentazione utilizzata**

Cucchiaino di Casagrande   
 Forno elettrico   
 Bilancia digitale (0,01 g) 

Riferimenti normativi: **ASTM D 4318-10**

**TABELLE DATI DI PROVA**

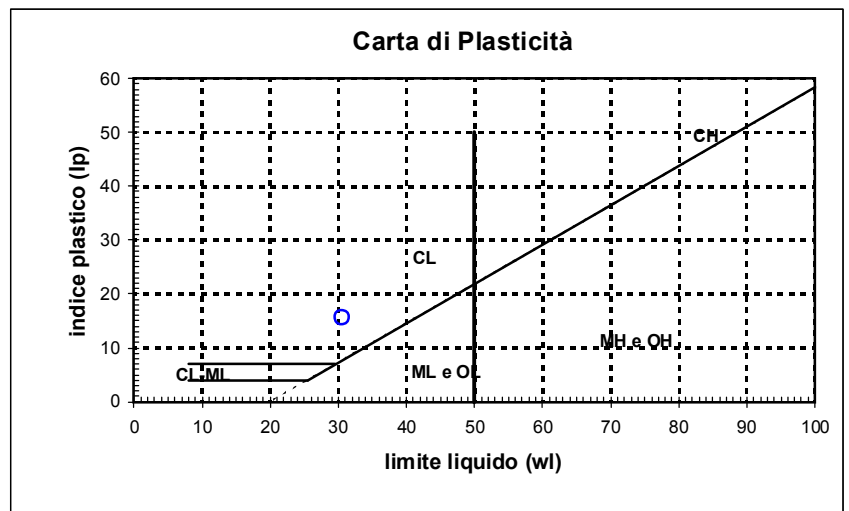
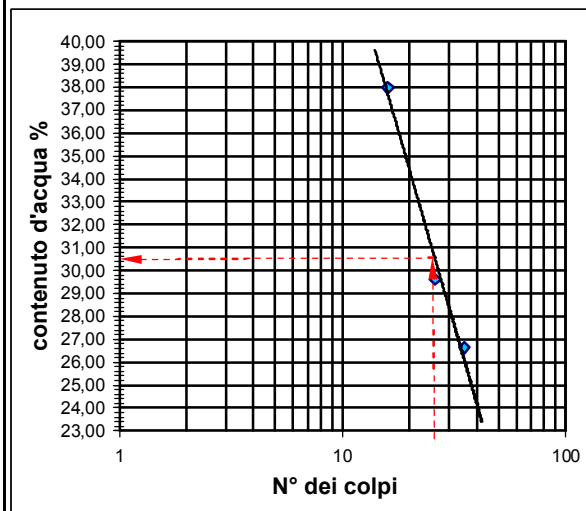
**LIMITE LIQUIDO:**

N° colpi	16	26	35
contenitore	A	B	C
peso lordo umido (g)	10,96	11,58	11,43
peso lordo secco (g)	8,64	9,49	9,56
peso acqua (g)	2,32	2,09	1,87
tara contenitore (g)	2,53	2,43	2,54
peso netto secco (g)	6,11	7,06	7,02
contenuto acqua (%)	37,97	29,60	26,64

**LIMITE PLASTICO:**

	D	E
contenitore		
peso lordo umido (g)	3,98	5,12
peso lordo secco (g)	3,78	4,76
peso acqua (g)	0,2	0,36
tara contenitore (g)	2,44	2,31
peso netto secco (g)	1,34	2,45
contenuto acqua (%)	14,93	14,69

**limite liquido - wl (%) = 30,50**  
**limite plastico - wp (%) = 14,81**  
**indice di plasticità - IP = 15,69**



**NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:**

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto): \_\_\_\_\_ Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): \_\_\_\_\_

## ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE (AEROMETRIA)

Rapporto di prova n. **R830/2005**      Data emissione: **24/11/14**      Archivio n.: **2005**  
 Committente: **Sondeco S.r.L.**  
 Lavoro: **Mogliasso - Alba - Tanaro Power S.P.A.**  
**Prove geotecniche di laboratorio**

**IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE**

**Apparecchiatura e strumentazione utilizzata**

Sondaggio: <b>S1</b>	Codice provino: <b>\</b>	Serie unificata di setacci ISO 3310	<input type="checkbox"/>
Campione: <b>CR3</b>	Ricevuto il: <b>12/11/14</b>	Forno elettrico	<input type="checkbox"/>
Profondità (m): <b>9,20-9,40</b>	Aperto il: <b>12/11/14</b>	Bilancia digitale	<input type="checkbox"/>
Tipo di terreno (AGI): <b>LIMO ARGILLOSO</b>		Set di cilindri graduati per aerometrie e densimetro	<input type="checkbox"/>
Data esecuzione prova: <b>18/11/14</b>		Termometro digitale	<input type="checkbox"/>

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-4; RACCOMANDAZIONI AGI 1994**

TABELLE DATI DI PROVA

**ANALISI CON I SETACCI:**      **Peso secco terreno analizzato (g): 229,9**      **PERCENTUALI FRAZIONI GRANULOMETRICHE:**

Ciottoli (%):	<b>0,0</b>
Ghiaia (%):	<b>0,0</b>
Sabbia (%):	<b>1,4</b>
Limo (%):	<b>74,6</b>
Argilla (%):	<b>24,0</b>

Apertura maglie (mm)	Peso inerte trattenuto (g)	Parziali Trattenuti (%)	Totale Trattenuti (%)	Totale Passante (%)
100,0	0,0	0,00	0,00	100,00
90,0	0,0	0,00	0,00	100,00
75,0	0,0	0,00	0,00	100,00
63,0	0,0	0,00	0,00	100,00
50,0	0,0	0,00	0,00	100,00
37,5	0,0	0,00	0,00	100,00
25,0	0,0	0,00	0,00	100,00
19,0	0,0	0,00	0,00	100,00
12,5	0,0	0,00	0,00	100,00
9,5	0,0	0,00	0,00	100,00
4,75	0,0	0,00	0,00	100,00
2,00	0,0	0,00	0,00	100,00
0,425	0,1	0,04	0,04	99,96
0,180	0,4	0,17	0,22	99,78
0,063	2,7	1,17	1,39	98,61
fondo	226,7	98,61	100,00	-

**ANALISI CON L'AEROMETRO:**      **Peso secco terreno analizzato (g): 45,30**      **Peso specifico granuli stimato (g/cm<sup>3</sup>): 2,70**

tempo (min)	temp. °C	r	R'=R+Cm	R''=R'+Ct+Cd	Hr (cm)	D (mm)	%pass. parz.	%pass. totale
0,5	17,8	1,0320	32,500	27,950	8,381	0,0565	97,99	96,63
1	17,8	1,0300	30,500	25,950	8,861	0,0411	90,98	89,72
2	17,8	1,0270	27,500	22,950	9,581	0,0302	80,46	79,34
4	17,8	1,0255	26,000	21,450	9,941	0,0218	75,20	74,16
8	17,8	1,0240	24,500	19,950	10,301	0,0157	69,95	68,97
15	17,8	1,0220	22,500	17,950	10,781	0,0117	62,93	62,06
30	17,8	1,0200	20,500	15,950	11,261	0,0085	55,92	55,14
60	17,8	1,0175	18,000	13,450	11,861	0,0061	47,16	46,50
120	17,8	1,0150	15,500	10,950	12,461	0,0045	38,39	37,86
240	17,8	1,0120	12,500	7,950	13,181	0,0032	27,87	27,49
480	17,8	1,0110	11,500	6,950	13,421	0,0023	24,37	24,03
1440	17,8	1,0080	8,500	3,950	14,141	0,0014	13,85	13,66

**NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:**

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto): \_\_\_\_\_ Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): \_\_\_\_\_



## ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE (AEROMETRIA)

Rapporto di prova n. **R830/2005**      Data emissione: **24/11/14**      Archivio n.: **2005**  
 Committente: **Sondecò S.r.L.**  
 Lavoro: **Mogliasso - Alba - Tanaro Power S.P.A.**  
**Prove geotecniche di laboratorio**

**IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE**

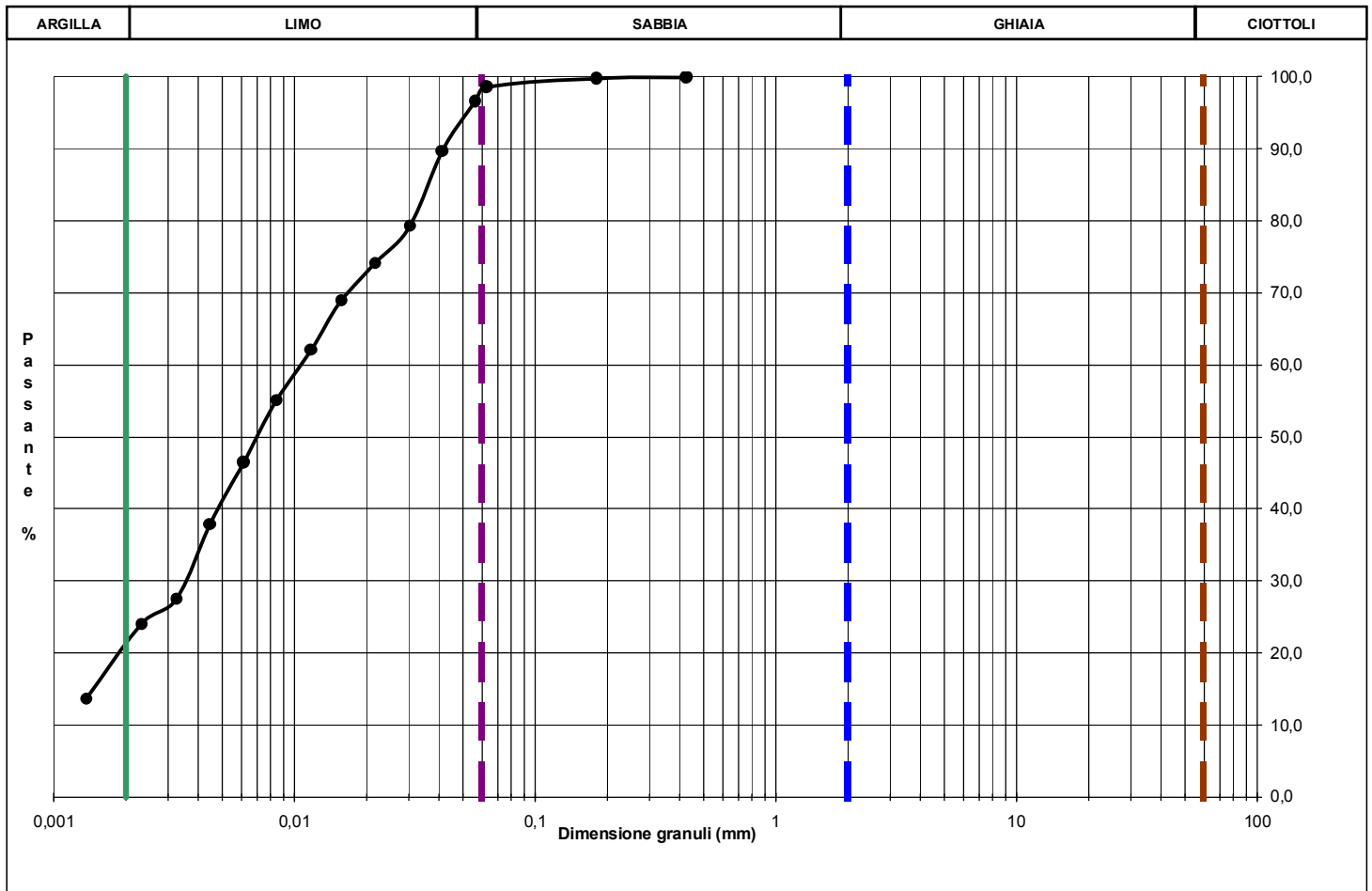
**Apparecchiatura e strumentazione utilizzata**

Sondaggio: **S1**      Codice provino: **\**  
 Campione: **CR3**      Ricevuto il: **12/11/14**  
 Profondità (m): **9,20-9,40**      Aperto il: **12/11/14**  
 Tipo di terreno (AGI): **LIMO ARGILLOSO**  
 Data esecuzione prova: **18/11/14**

Serie unificata di setacci ISO 3310   
 Forno elettrico   
 Bilancia digitale   
 Set di cilindri graduati per aerometrie e densimetro   
 Termometro digitale

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-4; RACCOMANDAZIONI AGI 1994**

### CURVA GRANULOMETRICA



**NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:**

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto): \_\_\_\_\_ Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): \_\_\_\_\_


## DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI ATTERBERG

Rapporto di prova n° : **R839/2005**      Data emissione: **24/11/2014**      Archivio n.: **2005**  
 Committente: **Sondecò S.r.L.**  
 Lavoro: **Mogliasso - Alba - Tanaro Power S.P.A.**  
**Prove geotecniche di laboratorio**

**IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE**

Sondaggio: **S1**      Codice provino: **\**  
 Campione: **CR3**      Ricevuto il: **12/11/14**  
 Profondità (m): **9,20-9,40**      Aperto il: **12/11/14**  
 Tipo di terreno (AGI): **LIMO ARGILLOSO**  
 Data esecuzione prova: **20/11/14**

**Apparecchiatura e strumentazione utilizzata**

Cucchiaino di Casagrande   
 Forno elettrico   
 Bilancia digitale (0,01 g) 

Riferimenti normativi: **ASTM D 4318-10**

**TABELLE DATI DI PROVA**

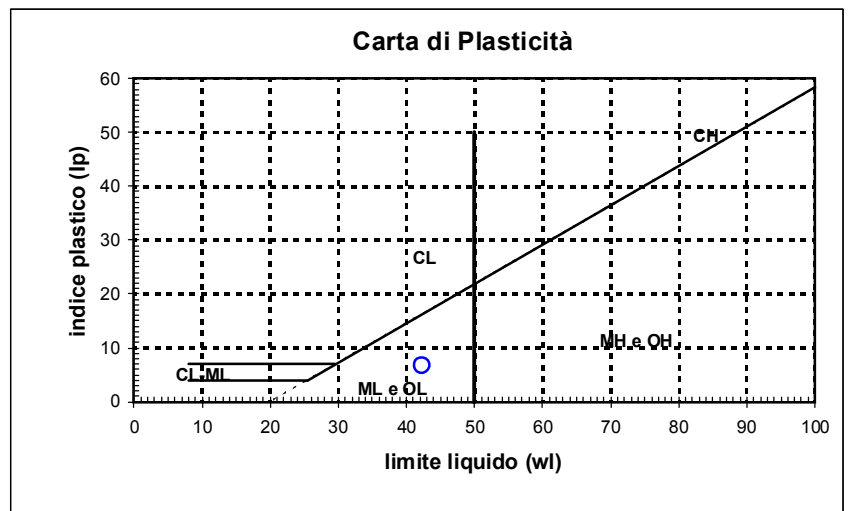
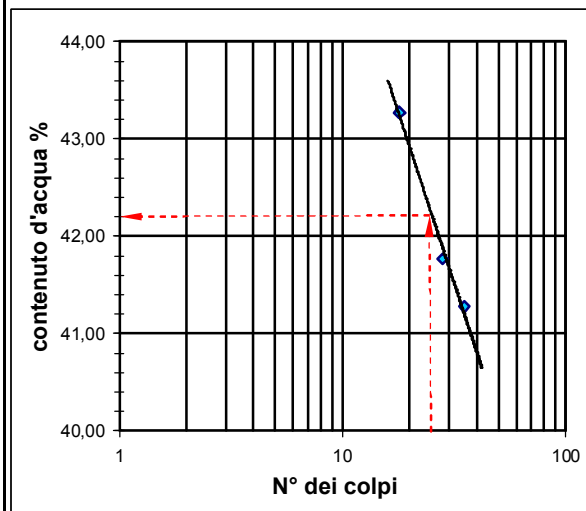
**LIMITE LIQUIDO:**

N° colpi	18	28	35
contenitore	A	B	C
peso lordo umido (g)	12,82	11,68	14,06
peso lordo secco (g)	9,7	8,99	10,7
peso acqua (g)	3,12	2,69	3,36
tara contenitore (g)	2,49	2,55	2,56
peso netto secco (g)	7,21	6,44	8,14
contenuto acqua (%)	43,27	41,77	41,28

**LIMITE PLASTICO:**

	D	E
contenitore		
peso lordo umido (g)	4,03	3,03
peso lordo secco (g)	3,62	2,9
peso acqua (g)	0,41	0,13
tara contenitore (g)	2,47	2,53
peso netto secco (g)	1,15	0,37
contenuto acqua (%)	35,65	35,14

limite liquido - wl (%) = **42,20**  
 limite plastico - wp (%) = **35,39**  
 indice di plasticità - IP = **6,81**



**NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:**

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):

Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):

## ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE (AEROMETRIA)

Rapporto di prova n. **R831/2005**      Data emissione: **24/11/14**      Archivio n.: **2005**  
 Committente: **Sondeco S.r.L.**  
 Lavoro: **Mogliasso - Alba - Tanaro Power S.P.A.**  
**Prove geotecniche di laboratorio**

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE		Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio: <b>S1</b>	Codice provino: <b>\</b>	Serie unificata di setacci ISO 3310	<input type="checkbox"/>
Campione: <b>CR4</b>	Ricevuto il: <b>12/11/14</b>	Forno elettrico	<input type="checkbox"/>
Profondità (m): <b>15,20-15,40</b>	Aperto il: <b>12/11/14</b>	Bilancia digitale	<input type="checkbox"/>
Tipo di terreno (AGI): <b>LIMO SABBIOSO ARGILLOSO</b>		Set di cilindri graduati per aerometrie e densimetro	<input type="checkbox"/>
Data esecuzione prova: <b>18/11/14</b>		Termometro digitale	<input type="checkbox"/>

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-4; RACCOMANDAZIONI AGI 1994**

### TABELLE DATI DI PROVA

**ANALISI CON I SETACCI:**      **Peso secco terreno analizzato (g): 443,0**      **PERCENTUALI FRAZIONI GRANULOMETRICHE:**

Apertura maglie (mm)	Peso inerte trattenuto (g)	Parziali Trattenuti (%)	Totale Trattenuti (%)	Totale Passante (%)
100,0	0,0	0,00	0,00	100,00
90,0	0,0	0,00	0,00	100,00
75,0	0,0	0,00	0,00	100,00
63,0	0,0	0,00	0,00	100,00
50,0	0,0	0,00	0,00	100,00
37,5	0,0	0,00	0,00	100,00
25,0	0,0	0,00	0,00	100,00
19,0	0,0	0,00	0,00	100,00
12,5	0,0	0,00	0,00	100,00
9,5	0,0	0,00	0,00	100,00
4,75	0,0	0,00	0,00	100,00
2,00	0,0	0,00	0,00	100,00
0,425	1,9	0,43	0,43	99,57
0,180	27,9	6,30	6,73	93,27
0,063	36,7	8,28	15,01	84,99
fondo	376,5	84,99	100,00	-

Ciottoli (%): **0,0**  
 Ghiaia (%): **0,0**  
 Sabbia (%): **15,0**  
 Limo (%): **73,2**  
 Argilla (%): **11,8**

**ANALISI CON L'AEROMETRO:**      **Peso secco terreno analizzato (g): 45,30**      **Peso specifico granuli stimato (g/cm<sup>3</sup>): 2,70**

tempo (min)	temp. °C	r	R'=R+Cm	R''=R'+Ct+Cd	Hr (cm)	D (mm)	%pass. parz.	%pass. totale
0,5	17,8	1,0310	31,500	26,950	8,621	0,0573	94,49	80,30
1	17,8	1,0280	28,500	23,950	9,341	0,0422	83,97	71,36
2	17,8	1,0250	25,500	20,950	10,061	0,0310	73,45	62,43
4	17,8	1,0225	23,000	18,450	10,661	0,0225	64,69	54,98
8	17,8	1,0200	20,500	15,950	11,261	0,0164	55,92	47,53
15	17,8	1,0180	18,500	13,950	11,741	0,0122	48,91	41,57
30	17,8	1,0160	16,500	11,950	12,221	0,0088	41,90	35,61
60	17,8	1,0130	13,500	8,950	12,941	0,0064	31,38	26,67
120	17,8	1,0110	11,500	6,950	13,421	0,0046	24,37	20,71
240	17,8	1,0095	10,000	5,450	13,781	0,0033	19,11	16,24
480	17,8	1,0080	8,500	3,950	14,141	0,0024	13,85	11,77
1440	17,8	1,0060	6,500	1,950	14,621	0,0014	6,84	5,81

**NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:**

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto): \_\_\_\_\_ Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): \_\_\_\_\_

## ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE (AEROMETRIA)

Rapporto di prova n. **R831/2005**      Data emissione: **24/11/14**      Archivio n.: **2005**  
 Committente: **Sondecò S.r.L.**  
 Lavoro: **Mogliasso - Alba - Tanaro Power S.P.A.**  
**Prove geotecniche di laboratorio**

### IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

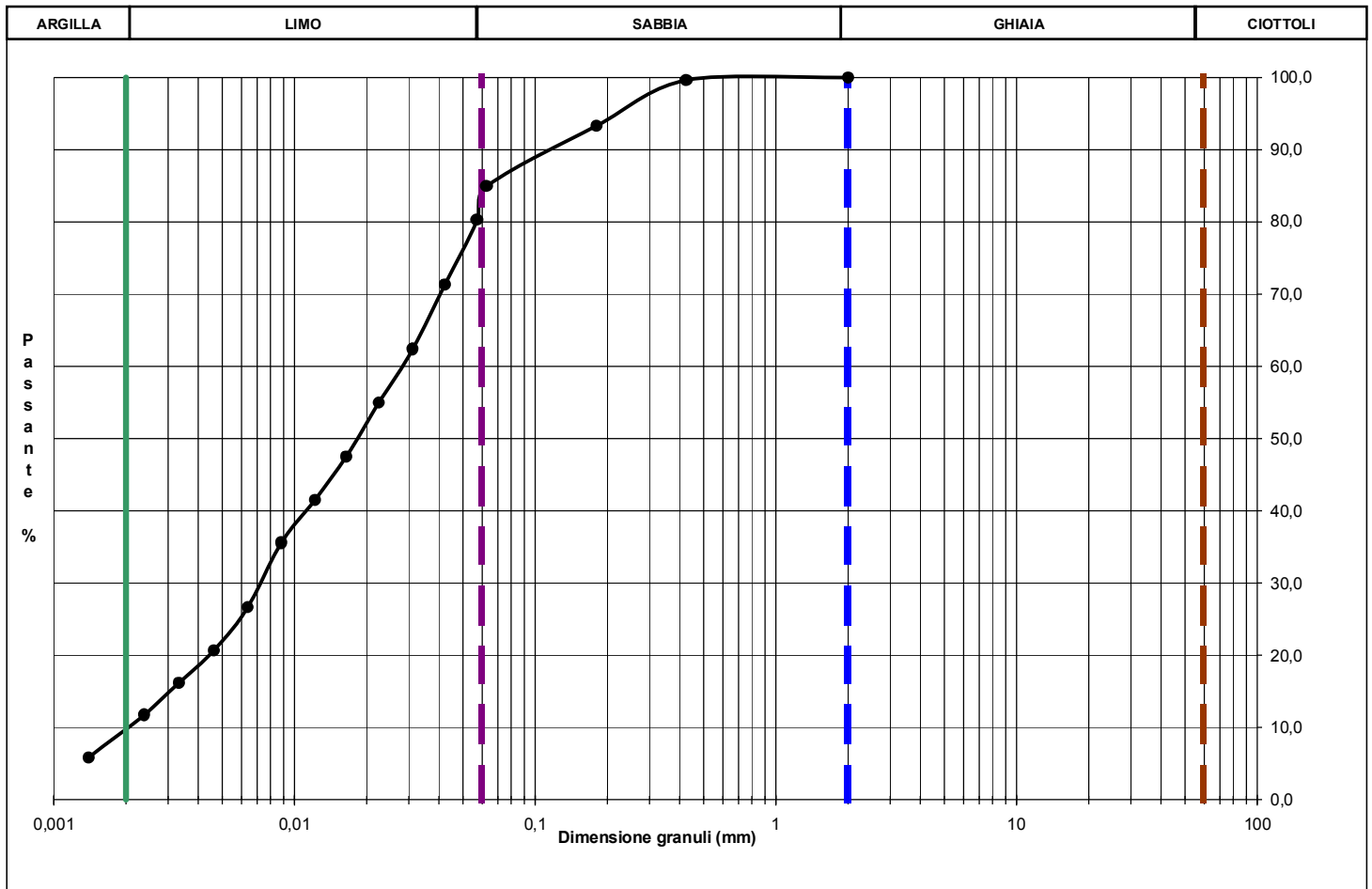
Sondaggio: **S1**      Codice provino: **\**  
 Campione: **CR4**      Ricevuto il: **12/11/14**  
 Profondità (m): **15,20-15,40**      Aperto il: **12/11/14**  
 Tipo di terreno (AGI): **LIMO SABBIOSO ARGILLOSO**  
 Data esecuzione prova: **18/11/14**

### Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Serie unificata di setacci ISO 3310   
 Forno elettrico   
 Bilancia digitale   
 Set di cilindri graduati per aerometrie e densimetro   
 Termometro digitale

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-4; RACCOMANDAZIONI AGI 1994**

### CURVA GRANULOMETRICA



**NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:**

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):

Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):

## DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI ATTERBERG

Rapporto di prova n° : **R840/2005**      Data emissione: **24/11/2014**      Archivio n.: **2005**  
 Committente: **Sondecò S.r.L.**  
 Lavoro: **Mogliasso - Alba - Tanaro Power S.P.A.**  
**Prove geotecniche di laboratorio**

**IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE**

Sondaggio: **S1**      Codice provino: **\**  
 Campione: **CR4**      Ricevuto il: **12/11/14**  
 Profondità (m): **15,20-15,40**      Aperto il: **12/11/14**  
 Tipo di terreno (AGI): **LIMO SABBIOSO ARGILLOSO**  
 Data esecuzione prova: **20/11/14**

**Apparecchiatura e strumentazione utilizzata**

Cucchiaino di Casagrande   
 Forno elettrico   
 Bilancia digitale (0,01 g) 

Riferimenti normativi: **ASTM D 4318-10**

TABELLE DATI DI PROVA

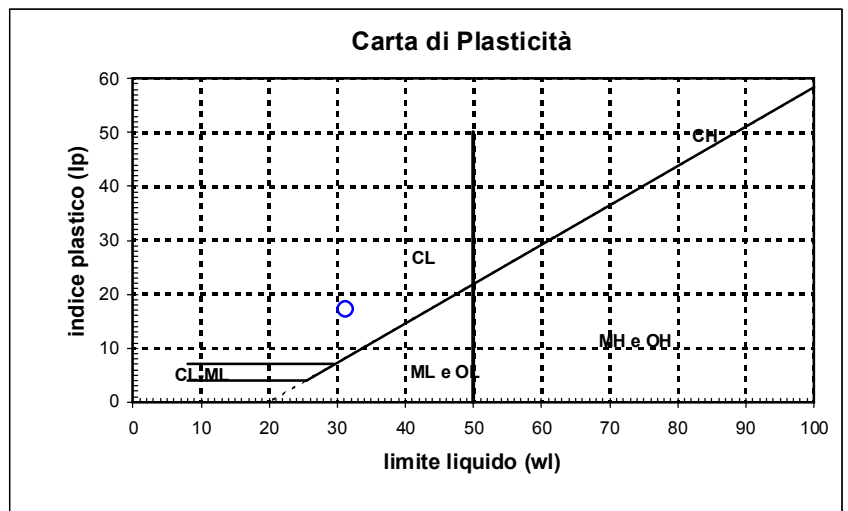
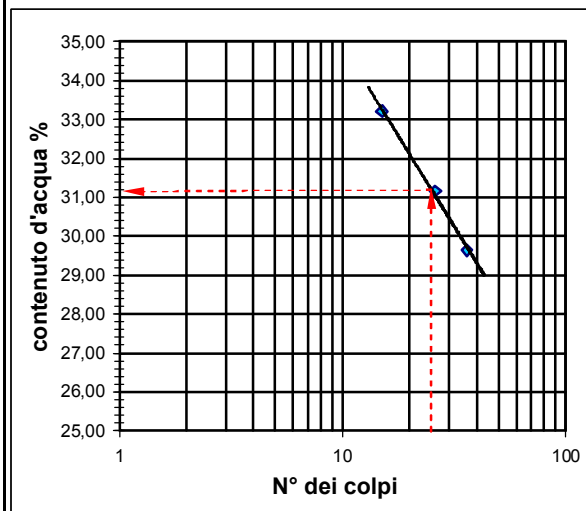
**LIMITE LIQUIDO:**

N° colpi	15	26	36
contenitore	A	B	C
peso lordo umido (g)	6,06	7,18	7,29
peso lordo secco (g)	5,13	6,08	6,14
peso acqua (g)	0,93	1,1	1,15
tara contenitore (g)	2,33	2,55	2,26
peso netto secco (g)	2,8	3,53	3,88
contenuto acqua (%)	33,21	31,16	29,64

**LIMITE PLASTICO:**

	D	E
contenitore		
peso lordo umido (g)	3,57	3,47
peso lordo secco (g)	3,44	3,35
peso acqua (g)	0,13	0,12
tara contenitore (g)	2,49	2,5
peso netto secco (g)	0,95	0,85
contenuto acqua (%)	13,68	14,12

limite liquido - **wl (%) = 31,20**  
 limite plastico - **wp (%) = 13,90**  
 indice di plasticità - **IP = 17,30**



**NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:**

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):

Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):

## ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE (AEROMETRIA)

Rapporto di prova n. **R832/2005**      Data emissione: **24/11/14**      Archivio n.: **2005**  
 Committente: **Sondeco S.r.L.**  
 Lavoro: **Mogliasso - Alba - Tanaro Power S.P.A.**  
**Prove geotecniche di laboratorio**

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE	Apparecchiatura e strumentazione utilizzata
Sondaggio: <b>S1</b> Codice provino: <b>\</b>	Serie unificata di setacci ISO 3310 <input type="checkbox"/>
Campione: <b>CR5</b> Ricevuto il: <b>12/11/14</b>	Forno elettrico <input type="checkbox"/>
Profondità (m): <b>19,30-19,60</b> Aperto il: <b>12/11/14</b>	Bilancia digitale <input type="checkbox"/>
Tipo di terreno (AGI): <b>LIMO ARGILLOSO</b>	Set di cilindri graduati per aerometrie e densimetro <input type="checkbox"/>
Data esecuzione prova: <b>18/11/14</b>	Termometro digitale <input type="checkbox"/>

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-4; RACCOMANDAZIONI AGI 1994**

### TABELLE DATI DI PROVA

**ANALISI CON I SETACCI:**      **Peso secco terreno analizzato (g): 241,2**      **PERCENTUALI FRAZIONI GRANULOMETRICHE:**

<b>Apertura maglie</b>	<b>Peso inerte trattenuto (g)</b>	<b>Parziali Trattenuti (%)</b>	<b>Totale Trattenuti (%)</b>	<b>Totale Passante (%)</b>	<b>Ciottoli (%): 0,0</b>
(mm)					<b>Ghiaia (%): 0,0</b>
100,0	0,0	0,00	0,00	100,00	<b>Sabbia (%): 3,6</b>
90,0	0,0	0,00	0,00	100,00	<b>Limo (%): 79,1</b>
75,0	0,0	0,00	0,00	100,00	<b>Argilla (%): 17,3</b>
63,0	0,0	0,00	0,00	100,00	
50,0	0,0	0,00	0,00	100,00	
37,5	0,0	0,00	0,00	100,00	
25,0	0,0	0,00	0,00	100,00	
19,0	0,0	0,00	0,00	100,00	
12,5	0,0	0,00	0,00	100,00	
9,5	0,0	0,00	0,00	100,00	
4,75	0,0	0,00	0,00	100,00	
2,00	0,0	0,00	0,00	100,00	
0,425	0,1	0,04	0,04	99,96	
0,180	0,5	0,21	0,25	99,75	
0,063	8,1	3,36	3,61	96,39	
fondo	232,5	96,39	100,00	-	

**ANALISI CON L'AEROMETRO:**      **Peso secco terreno analizzato (g): 50,00**      **Peso specifico granuli stimato (g/cm<sup>3</sup>): 2,70**

tempo (min)	temp. °C	r	R'=R+Cm	R''=R'+Ct+Cd	Hr (cm)	D (mm)	%pass. parz.	%pass. totale
0,5	18,6	1,0340	34,500	30,150	7,901	0,0544	95,77	92,32
1	18,6	1,0320	32,500	28,150	8,381	0,0396	89,42	86,19
2	18,6	1,0300	30,500	26,150	8,861	0,0288	83,06	80,07
4	18,6	1,0270	27,500	23,150	9,581	0,0212	73,54	70,88
8	18,6	1,0250	25,500	21,150	10,061	0,0153	67,18	64,76
15	18,6	1,0210	21,500	17,150	11,021	0,0117	54,48	52,51
30	18,6	1,0180	18,500	14,150	11,741	0,0086	44,95	43,33
60	18,6	1,0160	16,500	12,150	12,221	0,0062	38,59	37,20
120	18,6	1,0140	14,500	10,150	12,701	0,0044	32,24	31,08
240	18,6	1,0110	11,500	7,150	13,421	0,0032	22,71	21,89
480	18,6	1,0095	10,000	5,650	13,781	0,0023	17,95	17,30
1440	18,6	1,0075	8,000	3,650	14,261	0,0014	11,59	11,18

**NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:**

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto): \_\_\_\_\_ Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): \_\_\_\_\_

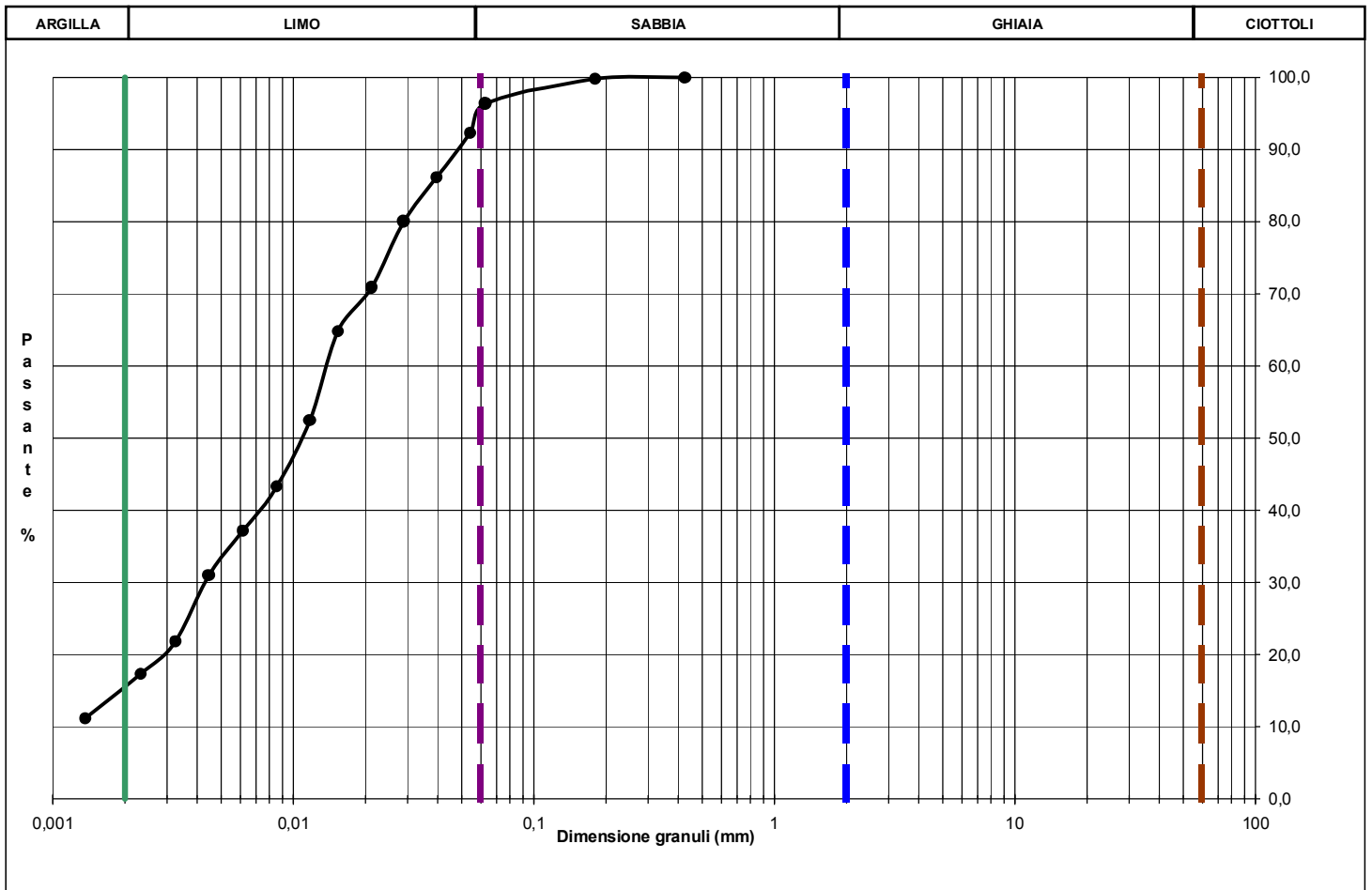
## ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE (AEROMETRIA)

Rapporto di prova n.:	<b>R832/2005</b>	Data emissione:	<b>24/11/14</b>	Archivio n.:	<b>2005</b>
Committente:	<b>Sondeco S.r.L.</b>				
Lavoro:	<b>Mogliasso - Alba - Tanaro Power S.P.A. Prove geotecniche di laboratorio</b>				

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE	Apparecchiatura e strumentazione utilizzata		
Sondaggio: <b>S1</b>	Codice provino: \	Serie unificata di setacci ISO 3310	<input type="checkbox"/>
Campione: <b>CR5</b>	Ricevuto il: <b>12/11/14</b>	Forno elettrico	<input type="checkbox"/>
Profondità (m): <b>19,30-19,60</b>	Aperto il: <b>12/11/14</b>	Bilancia digitale	<input type="checkbox"/>
Tipo di terreno (AGI): <b>LIMO ARGILLOSO</b>		Set di cilindri graduati per aerometrie e densimetro	<input type="checkbox"/>
Data esecuzione prova:	<b>18/11/14</b>	Termometro digitale	<input type="checkbox"/>

Riferimenti normativi:	<b>UNI CEN ISO/TS 17892-4; RACCOMANDAZIONI AGI 1994</b>
------------------------	---

### CURVA GRANULOMETRICA



**NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:**

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):	Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):
---	--

## DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI ATTERBERG

Rapporto di prova n° : **R841/2005**      Data emissione: **24/11/14**      Archivio n.: **2005**  
 Committente: **Sondecò S.r.L.**  
 Lavoro: **Mogliasso - Alba - Tanaro Power S.P.A.**  
**Prove geotecniche di laboratorio**

### IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Sondaggio: **S1**      Codice provino: **\**  
 Campione: **CR5**      Ricevuto il: **12/11/14**  
 Profondità (m): **19,30-19,60**      Aperto il: **12/11/14**  
 Tipo di terreno (AGI): **LIMO ARGILLOSO**  
 Data esecuzione prova: **20/11/14**

### Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Cucchiaino di Casagrande   
 Forno elettrico   
 Bilancia digitale (0,01 g) 

Riferimenti normativi: **ASTM D 4318-10**

### TABELLE DATI DI PROVA

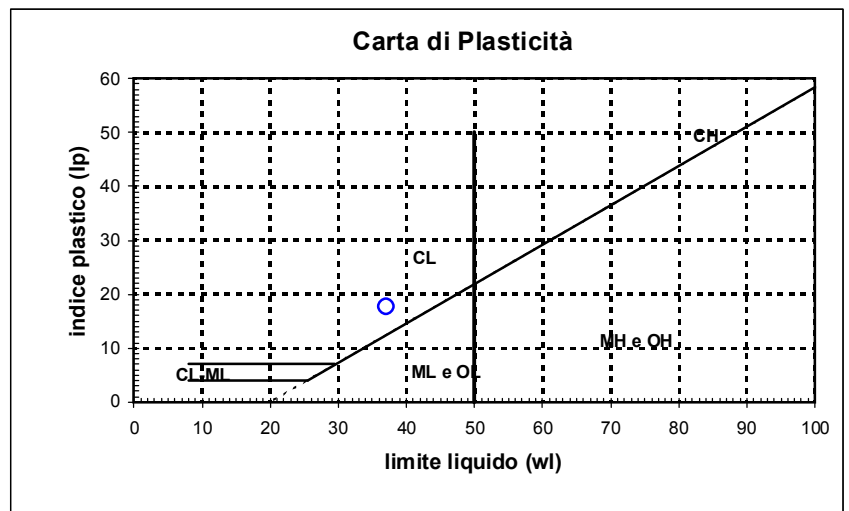
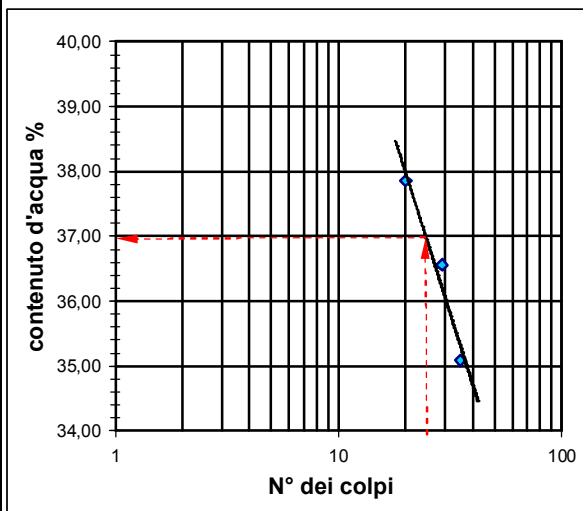
#### LIMITE LIQUIDO:

N° colpi	20	29	35
contenitore	A	B	C
peso lordo umido (g)	7,39	6,02	8,08
peso lordo secco (g)	6,05	5	6,68
peso acqua (g)	1,34	1,02	1,4
tara contenitore (g)	2,51	2,21	2,69
peso netto secco (g)	3,54	2,79	3,99
contenuto acqua (%)	37,85	36,56	35,09

limite liquido - wl (%) = **37,00**  
 limite plastico - wp (%) = **19,34**  
 indice di plasticità - IP = **17,66**

#### LIMITE PLASTICO:

	D	E
contenitore		
peso lordo umido (g)	4,08	4,12
peso lordo secco (g)	3,81	3,86
peso acqua (g)	0,27	0,26
tara contenitore (g)	2,44	2,49
peso netto secco (g)	1,37	1,37
contenuto acqua (%)	19,71	18,98



**NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:**

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):

Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):