

# REGIONE PIEMONTE

## COMUNE DI CANDIOLO (TO)

### COMMITTENTE:

**ELISARIA s.n.c.**  
**C.so Italia, 15**  
**10040 Piobesi Torinese (TO)**



### PROGETTO:

*“INTERVENTO PER LA COSTRUZIONE DI NUOVO EDIFICIO RESIDENZIALE  
DI N° 12 ALLOGGI”*

### ELABORATO:

***RELAZIONE GEOLOGICO-GEOTECNICA***

### IL TECNICO INCARICATO:

Dott. Geol. Burzio Fabrizio  
Studio di geologia applicata e geotecnica  
Via J. Arpino, 29  
10046 Poirino (TO)

Tel/fax: 011.94.501.57  
Cell. 347.032.48.31 – 393.532.22.26  
e-mail: [fabrizio.burzio@libero.it](mailto:fabrizio.burzio@libero.it)  
p.e.c. : [f.burzio@epap.sicurezza postale.it](mailto:f.burzio@epap.sicurezza postale.it)



ELABORATO:	DATA:	N° Commessa:
31_15Rel.geol.	<b><i>Dicembre 2015</i></b>	31/15

## 1 PREMESSA

La presente relazione geologico-geotecnica è redatta a corredo del progetto di realizzazione di edifici residenziali in Candiolo (TO) in via Grazia Deledda, all'interno della proprietà identificata catastalmente al C.T. al foglio 4 mappali 1083-1084-1085-1086-1088-1090-1091-1092.

Il presente elaborato ha come obiettivo l'analisi delle caratteristiche geologiche-geomorfologiche dell'area in esame e la caratterizzazione geotecnica dei terreni al fine di fornire indicazioni utili alla corretta progettazione degli interventi, con specifico riferimento alle opere fondazionali.

L'ubicazione dell'area, al taglio della C.T.R., è riportata in allegato.

Lo studio è stato realizzato in ottemperanza e secondo quanto previsto dalle seguenti normative:

- D.M. 11/03/1988: "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii e delle scarpate...";
- NTC 2008: "Norme Tecniche per le Costruzioni";
- Circ. 7/LAP Regione Piemonte 08/05/1996 e relative N.T.E. dicembre 1999;
- L.R.56/77: "Tutela ed uso del suolo"
- N.T.A. dello strumento Urbanistico Vigente.

Per l'espletamento dell'incarico si è quindi proceduto a:

- consultare gli elaborati del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) relativi all'area di interesse;
- consultare il geoportale on-line " GeoViewer 2D" di Arpa Piemonte "Centro per le Ricerche Territoriali e Geologiche";
- consultare il portale cartografico on-line della Regione Piemonte - Settore Difesa del Suolo "DISUW";
- consultare il portale cartografico Nazionale on-line "PCN" del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare;
- consultare gli elaborati cartografici della Direttiva Alluvioni 2007/60/CE recepita con D.lgs. 49/2010;
- consultare gli elaborati geologici allegati alla Variante Strutturale n°3 al P.R.G.C. di Candiolo a cura del dott. Geol. Gianfranco Gardenghi;

- eseguire n° 4 verticali penetrometriche dinamiche per la caratterizzazione geotecnica dei terreni;
- eseguire uno stendimento sismico Masw per la determinazione del parametro  $V_{s,30}$ ;
- eseguire n° 1 prova sismica di tipo HVSR per determinare la massima frequenza di oscillazione sismica e la frequenza caratteristica di risonanza del sito.

## 2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO ED URBANISTICO

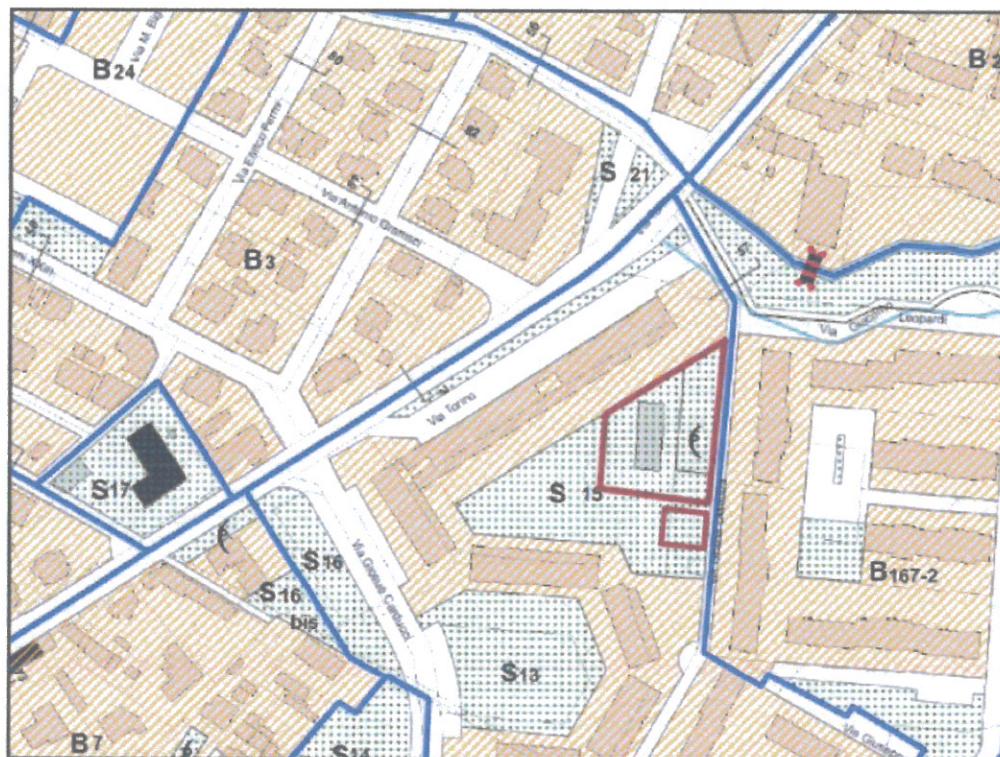
Il territorio comunale di Candiolo si estende per circa 12 kmq a sud del capoluogo di Provincia, da cui dista una ventina di chilometri. La superficie topografica degrada verso sud-est con una debole acclività naturale, pari allo 0,2% circa, con una escursione altimetrica compresa tra 256 m s.l.m. ca. (estremo settentrionale del territorio) e 233 m s.l.m. (estremo orientale), ed una quota media di 237 m s.l.m. ca. nel concentrico.

L'area oggetto di intervento si trova ad una quota di circa 236 m s.l.m. nella porzione orientale del concentrico, in via Grazia Deledda.

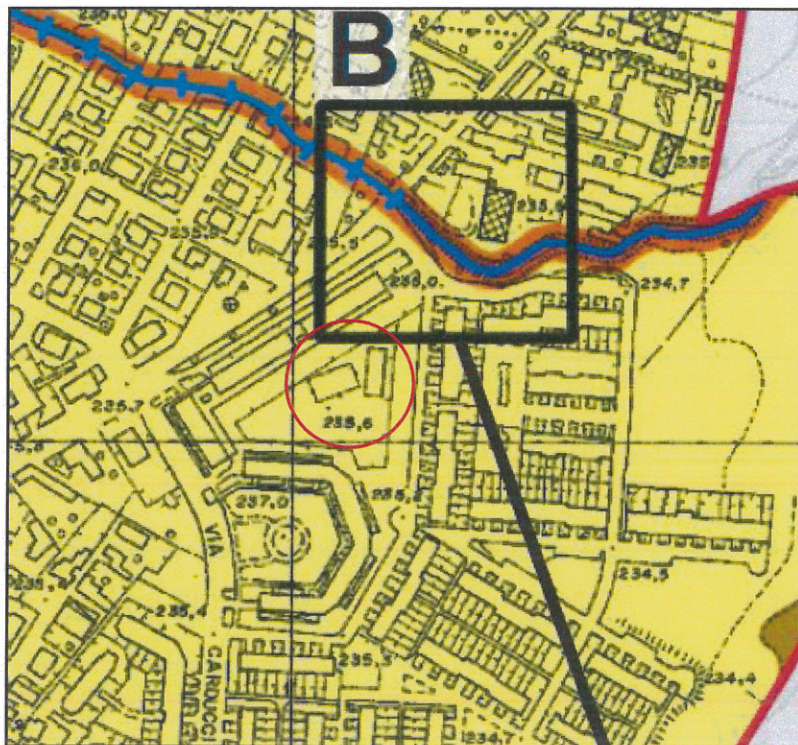


**Ortofoto a colori con l'ubicazione dell'area di intervento**

Dal punto di vista di P.R.G., l'area è classificata come S15



L'area ricade in **classe II** di pericolosità geomorfologica ("Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica" - Tav.4 revisione dicembre 2013 allegata al Variante Strutturale n°3 al P.R.G.C. di Candiolo)



## Legenda

### Classe II

Porzioni di territorio nelle quali le condizioni di moderata pericolosità geomorfologica possono essere agevolmente superate attraverso l'adozione e il rispetto di modesti accorgimenti tecnici esplicitati a livello di norme di attuazione ispirate al D.M. 14 gennaio 2008 e realizzabili a livello di progetto esecutivo esclusivamente nell'ambito del singolo lotto edificatorio o dell'intorno significativo circostante.



Settori di territorio per i quali l'utilizzo a fini urbanistici è subordinato alla preventiva esecuzione di specifiche indagini aventi per oggetto la valutazione dell'incidenza sul singolo lotto delle seguenti criticità: soggiacenza della falda idrica superficiale, fenomeni di esondazione di acque con caratteristiche di bassa energia e ristagni superficiali di acqua per ridotta permeabilità dei suoli, verificando inoltre le conseguenze della realizzazione sia sul singolo lotto che sull'intorno significativo

### 3 SISMICITA' DELL'AREA

Sulla base della Classificazione Sismica dei Comuni Piemontesi D.G.R. n. 11-13058 del 19/01/2010, il territorio comunale di Candiolo è ascritto alla **Zona 4** (bassa sismicità). A tale classe corrisponde un valore dell'accelerazione orizzontale massima del suolo (frazione dell'accelerazione di gravità con probabilità di superamento del 10% in 50 anni)  $a_g$  pari a **0,05 g**.

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si è reso necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante opportuna analisi come indicato al punto 7.11.3 delle NTC 2008.

Pertanto in data 13/11/2015 è stata eseguita un'indagine sismica del tipo MASW  $V_{s,30}$  che ha consentito di determinare la velocità delle onde di taglio "s" nei primi 30 m di sottosuolo.

La velocità media delle onde di taglio ottenuta dalla prova è di **320,1 m/s**, a cui corrisponde una categoria di sottosuolo di tipo **C** in riferimento al paragrafo 3.2.2. delle NTC 2008.

Tabella 3.2.II – *Categorie di sottosuolo*

Categoria	Descrizione
<b>A</b>	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di <math>V_{s,30}</math> superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.</i>
<b>B</b>	<i>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 <math>V_{s,30}</math> compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero <math>N_{SPT,30} &gt; 50</math> nei terreni a grana grossa e <math>c_{u,30} &gt; 250</math> kPa nei terreni a grana fina).</i>
<b>C</b>	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di <math>V_{s,30}</math> compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero <math>15 &lt; N_{SPT,30} &lt; 50</math> nei terreni a grana grossa e <math>70 &lt; c_{u,30} &lt; 250</math> kPa nei terreni a grana fina).</i>
<b>D</b>	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di <math>V_{s,30}</math> inferiori a 180 m/s (ovvero <math>N_{SPT,30} &lt; 15</math> nei terreni a grana grossa e <math>c_{u,30} &lt; 70</math> kPa nei terreni a grana fina).</i>
<b>E</b>	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con <math>V_s &gt; 800</math> m/s).</i>

---

Di seguito si descrivono le modalità di esecuzione della prova **MASW** e della prova **HVSR** (metodo "Nakamura").

Per tutte le indagini l'acquisizione è avvenuta tramite terna geofonica PASI Gemini-4. Il sistema si compone di uno strumento ricevitore composto da una terna geofonica orientata nello spazio nelle tre direzioni (freq. 4.5 Hz). I trasduttori possiedono appropriate caratteristiche di frequenza e sensibilità tali da potere ricevere in maniera adeguata il treno d'onde prodotto dalla sorgente.

### **Specifiche scheda acquisizione Gemini**

Alimentazione: da porta USB

Frequenze di campionamento: da 20Hz a 8 KHz

Conversione dati: A/D Sigma-Delta a 24 bit reali

Durata delle acquisizioni: fino a 120 min. (ver.std.)

Numero di segnali acquisiti: 3 simultanei

Dinamica massima teorica: 144 dB

Rapporto S/N a  $F_c=1\text{KHz}$ : 117 dB

Rapporto S/N a  $F_c=8\text{KHz}$ : 109 dB

Banda passante a  $F_c=1\text{KHz}$ : 110 Hz, proporzionale a  $F_c$

### **Specifiche sensore Gemini-4:**

Freq. Naturale di risonanza: 4.5 Hz +/-10%

Sensibilità: 0.28

$\text{V/cm}\cdot\text{S}^{-1}$  +/- 5%

Resistenza interna: 345 +/-5%

Damping: 0.7 +/-10%

Distorsione armonica:  $\leq 0.2\%$

Resistenza d'isolamento:  $\geq 10\text{ M}$

Temp.funzionamento: da  $-25^\circ\text{C}$  a  $+ 55^\circ\text{C}$

Bloccaggio sensori: automatico per il trasporto

Dimensioni: diam.115mm, h.80mm (piedini escl.)

Peso: 1.75 kg



---

### **Indagine "MASW"**

Le prove MASW vengono effettuate per ricavare il parametro  $V_{S30}$ , richiesto dalla nuova normativa sismica, in modo semplice, economico ed affidabile.

Il metodo MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves) è una tecnica di indagine non invasiva (non è necessario perforare o eseguire scavi), che individua il profilo di velocità delle onde di taglio verticali  $V_s$ , basandosi sulla misura delle onde superficiali eseguita in corrispondenza di diversi geofoni posti sulla superficie del suolo.

Le onde superficiali di Rayleigh, durante la loro propagazione vengono registrate lungo lo stendimento di geofoni e vengono successivamente analizzate attraverso metodi software basati su un approccio di riconoscimento di modelli multistrato di terreno. I dati acquisiti vengono elaborati (determinazione spettro di velocità, identificazione curve di dispersione, inversione/modellazione di queste ultime) per ricostruire il profilo verticale della velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ).

### **Indagine "HVSr"**

Per la classificazione dei terreni secondo quanto imposto dalla Nuova Normativa antisismica è stata eseguita un'indagine sismica finalizzata alla determinazione del profilo verticale di velocità delle onde di taglio (Onde S) mediante la metodologia HVSr, in modo da poter correlare i dati con le altre indagini.

I dati sono stati raccolti secondo le raccomandazioni espresse da "*Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations; measurements, processing and interpretation*"; SESAME European research project WP12 – deliverable D23.12; European Commission – Research General Directorate, Project n. EVG1-CT-2000-00026 SESAME; dec. 2004.

E' stata quindi eseguita una elaborazione mediante un apposito software sviluppato dal Geopsy Project, partner del SESAME European Research Project. I principali criteri SESAME sono stati rispettati.

### **$V_{S,30}$**

Le velocità di propagazione delle onde di taglio è stata ricavata dall'analisi integrata delle varie metodologie.

La velocità media di propagazione delle onde di taglio entro i 30 metri di profondità ( $V_{S30}$ ) è calcolata con la seguente espressione:

$$V_{S_{30}} = \frac{30}{\sum_{i=1,n} \frac{h_i}{V_i}}$$

**Caratteristiche medie dei sismostrati:**

Sismostrati	Vs [m/s]	Z [m]
1	235.0	8.00
2	312.0	14.50
3	507.0	3.50
4	577.0	4.00

**Stima del Vs30 medio nei primi 30 metri di profondità:  
con esclusione dei primi 2,0 m da p.c.:**

<b>Vs30 =</b>	320,1	[m/s]
---------------	-------	-------

**Categoria di suolo:**

<b>Classe</b>	C
---------------	---

**Legenda:**

Vs = Velocità onde di taglio

Z = Spessore

Dall'analisi delle Vs ricavate dal profilo sismico delle onde di taglio si può quindi calcolare una **Vs<sub>30</sub>** pari a **320,1 m/s**.

Tramite la prova HVSR è stato possibile determinare la **frequenza caratteristica di risonanza del sito** che rappresenta un parametro fondamentale per il corretto dimensionamento degli edifici in termini di risposta sismica locale in quanto si dovranno adottare adeguate precauzioni nell'edificare edifici aventi la stessa frequenza di vibrazione del terreno per evitare l'effetto di "doppia risonanza" estremamente pericolosi per la stabilità degli stessi.

<b>Frequenza fondamentale di risonanza del sito</b>
f0 = 63.78 ± 2.25 Hz
A0 = 4.25 [3.85-4.70] Hz

Di seguito si riportano pertanto i valori dei coefficienti sismici da adottare nella progettazione relativi alle fondazioni.

### PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

Data: 13/11/2015

Vita nominale (Vn): 50 [anni]  
 Classe d'uso: II  
 Coefficiente d'uso (Cu): 1  
 Periodo di riferimento (Vr): 50 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLO: 30 [anni]  
 Periodo di ritorno (Tr) SLD: 50 [anni]  
 Periodo di ritorno (Tr) SLV: 475 [anni]  
 Periodo di ritorno (Tr) SLC: 975 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Coordinate geografiche del punto

Latitudine (WGS84): 44,9606100 [°]  
 Longitudine (WGS84): 7,6054430 [°]  
 Latitudine (ED50): 44,9615700 [°]  
 Longitudine (ED50): 7,6065280 [°]

Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito e valori della distanza rispetto al punto in esame:

Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]	Distanza [m]
1	14235	44,938100	7,558160	4615,15
2	14236	44,941560	7,628482	2817,03
3	14014	44,991440	7,623645	3583,83
4	14013	44,987980	7,553226	5118,91

Parametri di pericolosità sismica per TR diversi da quelli previsti nelle NTC08, per i nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento

**Punto 1**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,029	2,503	0,196
SLD	50	0,035	2,555	0,211
	72	0,040	2,597	0,222
	101	0,046	2,582	0,237
	140	0,052	2,608	0,241
	201	0,058	2,636	0,250
SLV	475	0,076	2,656	0,272
SLC	975	0,095	2,655	0,281
	2475	0,124	2,652	0,294

**Punto 2**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,026	2,537	0,181
SLD	50	0,032	2,566	0,205
	72	0,037	2,607	0,217
	101	0,041	2,635	0,227
	140	0,045	2,639	0,241
	201	0,051	2,671	0,248
SLV	475	0,064	2,732	0,273
SLC	975	0,078	2,772	0,286
	2475	0,098	2,823	0,291

**Punto 3**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,026	2,540	0,181
SLD	50	0,032	2,567	0,204
	72	0,036	2,608	0,216
	101	0,040	2,643	0,226
	140	0,044	2,642	0,232
	201	0,050	2,677	0,248
SLV	475	0,063	2,743	0,272
SLC	975	0,075	2,780	0,286
	2475	0,094	2,840	0,290

**Punto 4**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,028	2,506	0,195
SLD	50	0,035	2,555	0,210
	72	0,039	2,599	0,222
	101	0,045	2,590	0,228
	140	0,050	2,614	0,240
	201	0,056	2,639	0,250
SLV	475	0,074	2,666	0,270
SLC	975	0,091	2,674	0,280
	2475	0,118	2,678	0,294

**Punto d'indagine**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,027	2,525	0,187
SLD	50	0,033	2,562	0,207
SLV	475	0,068	2,707	0,272
SLC	975	0,083	2,732	0,284

**PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO**Coefficiente di smorzamento viscoso  $\xi$ :

5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico  $\eta = [10/(5+\xi)]^{(1/2)}$ :

1,000

Categoria sottosuolo:

C: Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s,30}$  compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero NSPT30 compreso tra 15 e 50 nei terreni a grana grossa  $cu_{30}$  compreso tra 70 e 250 kPa nei terreni a grana fina).

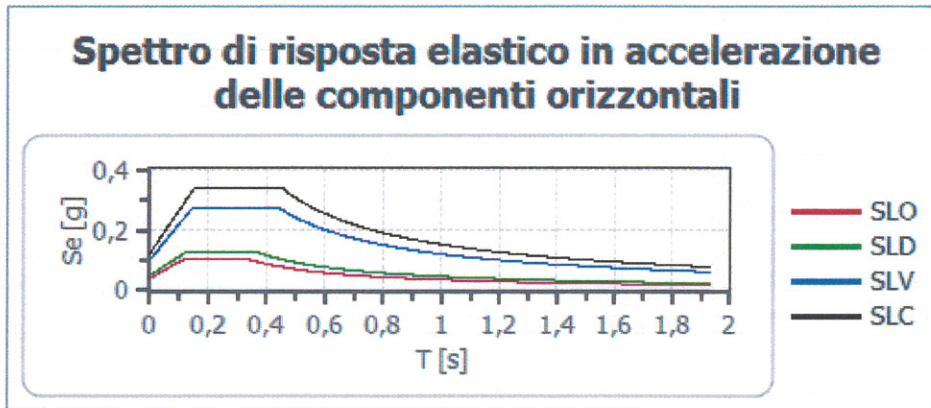
Categoria topografica:

T1: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media minore o uguale a 15°

**Coefficienti sismici stabilità di pendii e fondazioni**

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,008	0,010	0,020	0,025
0,004	0,005	0,010	0,012	
amax [m/s <sup>2</sup> ]	0,394	0,489	1,002	1,223
Beta	0,200	0,200	0,200	0,200

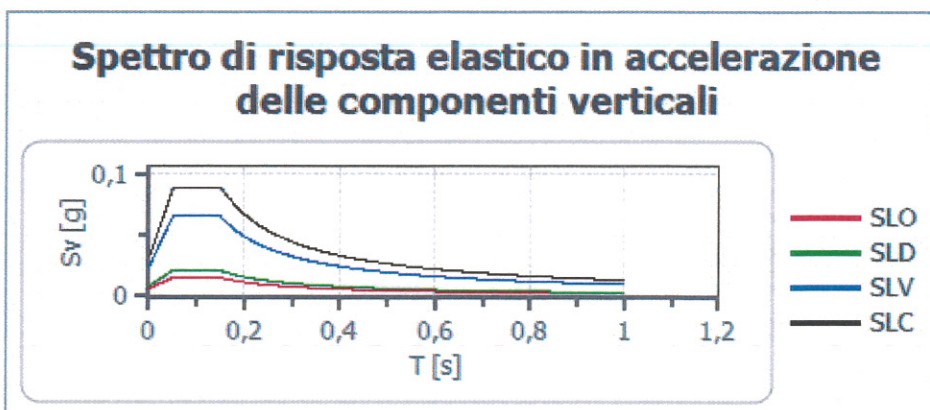
**Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali**



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1,0	0,027	2,525	0,187	1,500	1,830	1,000	1,500	1,000	0,114	0,342	1,707	0,040	0,101
SLD	1,0	0,033	2,562	0,207	1,500	1,770	1,000	1,500	1,000	0,122	0,366	1,733	0,050	0,128
SLV	1,0	0,068	2,707	0,272	1,500	1,610	1,000	1,500	1,000	0,146	0,438	1,873	0,102	0,277
SLC	1,0	0,083	2,732	0,284	1,500	1,590	1,000	1,500	1,000	0,151	0,452	1,932	0,125	0,341

**Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali**

Coefficiente di smorzamento viscoso  $\xi$ : 5 %  
 Fattore di alterazione dello spettro elastico  $\eta = [10/(5+\xi)]^{(1/2)}$ : 1,000

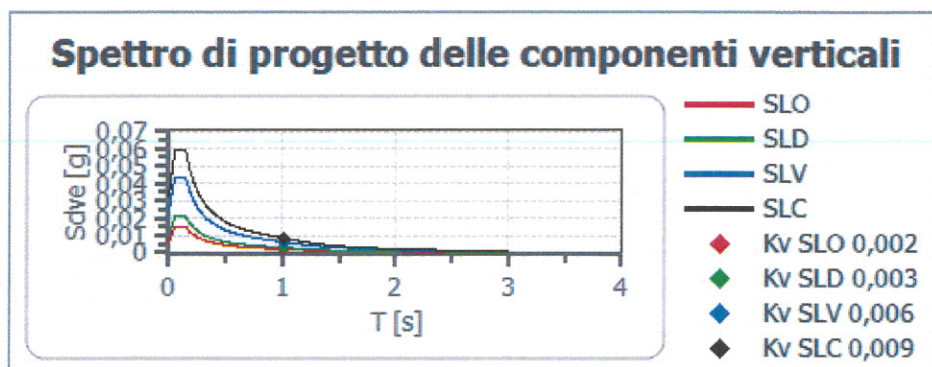


	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1,0	0,027	2,525	0,187	1	1,830	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,006	0,015
SLD	1,0	0,033	2,562	0,207	1	1,770	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,008	0,021
SLV	1,0	0,068	2,707	0,272	1	1,610	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,024	0,065
SLC	1,0	0,083	2,732	0,284	1	1,590	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,032	0,088

**Spettro di progetto**

Fattore di struttura spettro orizzontale q: 1,50  
 Fattore di struttura spettro verticale q: 1,50  
 Periodo fondamentale T: 1,00 [s]

	SLO	SLD	SLV	SLC
khi = Sde(T) Orizzontale [g]	0,035	0,047	0,081	0,103
kv = Sdve(T) Verticale [g]	0,002	0,003	0,006	0,009



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	q [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Sd(0) [g]	Sd(TB) [g]
SLO orizz.	1,0	0,027	2,525	0,187	1,500	1,830	1,000	1,500	1,000	0,114	0,342	1,707	0,040	0,101
SLO vert.	1,0	0,027	2,525	0,187	1,500	1,830	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,006	0,015
SLD orizz.	1,0	0,033	2,562	0,207	1,500	1,770	1,000	1,500	1,000	0,122	0,366	1,733	0,050	0,128
SLD vert.	1,0	0,033	2,562	0,207	1,500	1,770	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,008	0,021
SLV orizz.	1,0	0,068	2,707	0,272	1,500	1,610	1,000	1,500	1,500	0,146	0,438	1,873	0,102	0,184
SLV vert.	1,0	0,068	2,707	0,272	1,500	1,610	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000	0,024	0,043
SLC orizz.	1,0	0,083	2,732	0,284	1,500	1,590	1,000	1,500	1,500	0,151	0,452	1,932	0,125	0,227
SLC vert.	1,0	0,083	2,732	0,284	1,500	1,590	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000	0,032	0,059

Di seguito si riportano in due tabelle, la serie degli eventi sismici storici e più recenti con epicentro in un raggio di 30 km da Candiolo (TO).

Si può osservare che in passato si sono verificati terremoti di magnitudo anche superiore a 5.0 della scala Richter. In epoca recente invece, il sisma con magnitudo maggiore è stato registrato il 25/07/2011 a circa 25 km da Candiolo, con M=4.3.

raggio 30 km			
data	MAG	zona	dist. in km
1) 11/02/1990	4,76	Tetti Cavalloni	5,63
2) 05/01/1980	5,1	Mollar dei Franchi	21,99
3) 09/10/1969	4,78	Sant'Ambrogio di Torino	22,95
4) 26/10/1914	5,36	Valgioie	24,22
5) 25/05/1901	4,83	Carnagnola	18,30
6) 05/09/1886	5,27	Coazze	24,68
7) 25/10/1858	4,83	San Secondo di Pinerolo	25,22
8) 28/12/1703	5,37	Villafranca Piemonte	21,26
9) 00/00/1507	4,83	Pinasca	27,93
10) 00/00/1449	4,83	Pinasca	27,93
11) 00/00/1311	4,83	Pinerolo	23,03

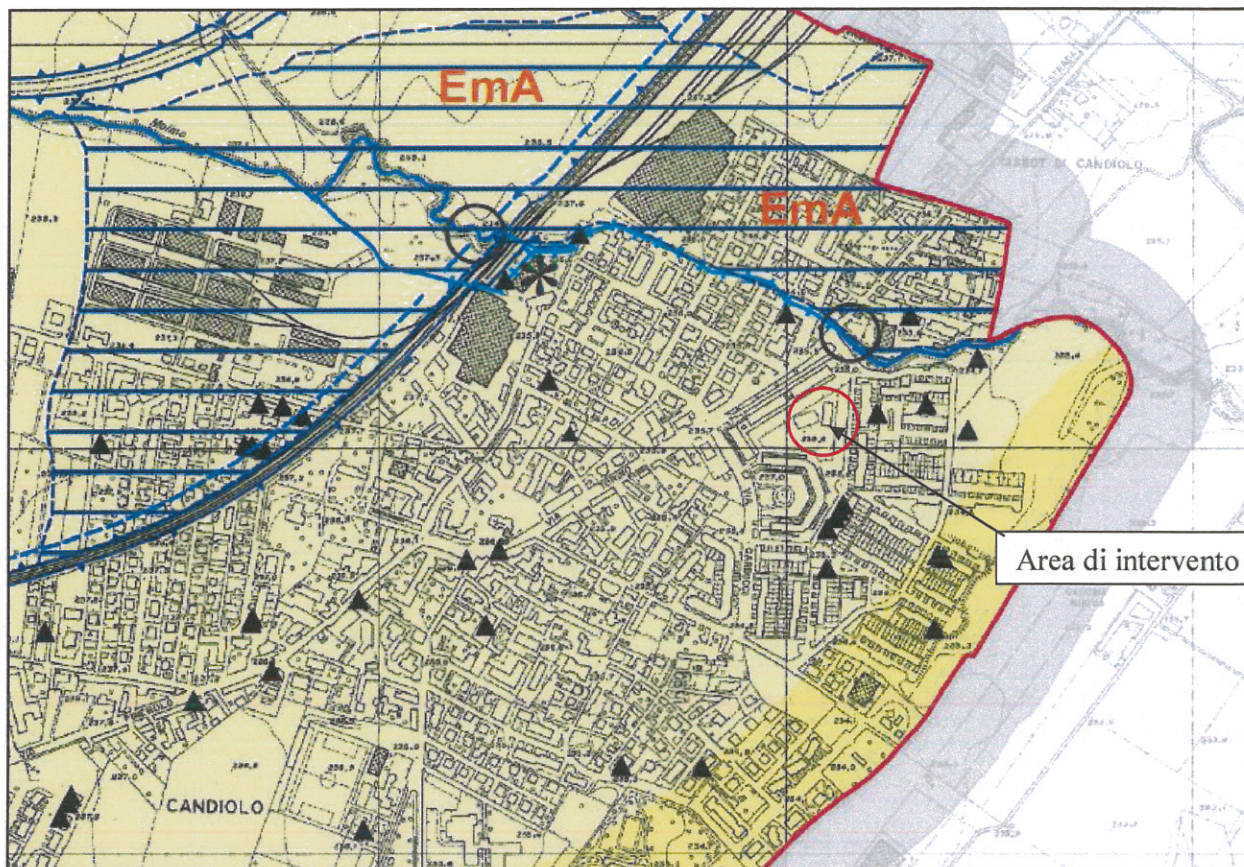


raggio 30 km			
data ora UTC	MAG	distretto	dist. in km
1) 22/02/2015 9.30.03	2,1	Alpi Cozie	29,18
2) 18/05/2014 17.21.00	1,8	Alpi Cozie	26,64
3) 20/12/2013 20.02.45	2,2	Monferrato	27,57
4) 26/01/2012 3.23.52	2	Piemonte	27,39
5) 18/09/2011 13.55.26	2,2	Piemonte	26,25
6) 25/07/2011 13.29.08	2,1	Piemonte	28,35
7) 25/07/2011 12.31.20	4,3	Piemonte	25,01
8) 11/04/2011 9.32.09	2,3	Piemonte	28,38
9) 19/10/2010 3.37.43	2,3	Piemonte	10,57
10) 26/05/2010 20.14.42	2,4	Piemonte	27,36
11) 24/02/2010 23.49.16	2,5	Piemonte	29,65
12) 04/12/2009 2.22.24	2,1	Piemonte	25,25
13) 29/09/2009 23.20.00	2,5	Piemonte	20,12

### 3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

Con riferimento alla cartografia storica ufficiale alla scala 1:100.000 (Foglio 68 Carmagnola), il contesto geolitologico nel quale è inserito il territorio comunale di Candiolo è piuttosto omogeneo e tipicamente di ambiente alluvionale fluviale.

La quasi totalità del territorio è interessata dalla presenza di depositi ghiaiosi in matrice sabbioso-argillosa solitamente ricoperti da un paleo suolo di colore giallo-rossiccio, riferibili al Pleistocene medio e più precisamente al periodo glaciale rissiano (Fluviale Riss - fl<sup>R</sup>). Questi sedimenti fanno parte di un esteso e complesso sistema di terrazzi rilevati rispetto al livello basale della pianura piemontese e separati l'uno dall'altro da una serie di scarpate di varia altezza, le quali tendono ad annullarsi procedendo dal margine alpino verso la Collina di Torino.



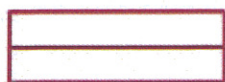
Stralcio della “Carta geomorfologica e degli eventi storici” – Tav.1. Revisione dicembre 2013 allegata alla Variante Strutturale n°3 di P.R.G.C. di Candiolo

### Legenda

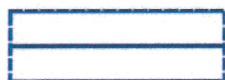
- |  |  |
|--|--|
|  | Depositi alluvionali medio-recenti sospesi di pochi metri sugli alvei attuali (Olocene medio-superiore)                    |
|  | Depositi alluvionali sospesi di una decina di metri sui depositi alluvionali medio-recenti (Pleistocene medio, Riss Auct.) |
|  | Aree soggette a erosione   |
|  | Orlo delle scarpate principali   |
|  | Rilevato ferroviario   |
|  | Rilevato stradale  |

**Evento alluvionale novembre 1994**

("Studio di sistemazione idrogeologica del T. Chisola", GEODATA, 1996)



Area inondata dal T. Chisola (EmA)



Area inondata dai canali irrigui (EmA)

**Evento alluvionale settembre 2002**

(Comune di Candiolo - ARPA Piemonte - Fonti varie)



Segnalazioni puntuali di danno o criticità

**Altre criticità**Locali ristagni di acque superficiali a monte del rilevato ferroviario.  
Il simbolo grafico evidenzia esclusivamente la possibilità del verificarsi dell'evento e non l'estensione areale del medesimoArea di recente edificazione non rappresentata sulla C.T.P.  
(Ortofoto 2010)

Traccia strade di recente costruzione (da ortofoto 2010)



Idrografia principale (alveo a cielo libero da ortofoto 2010)



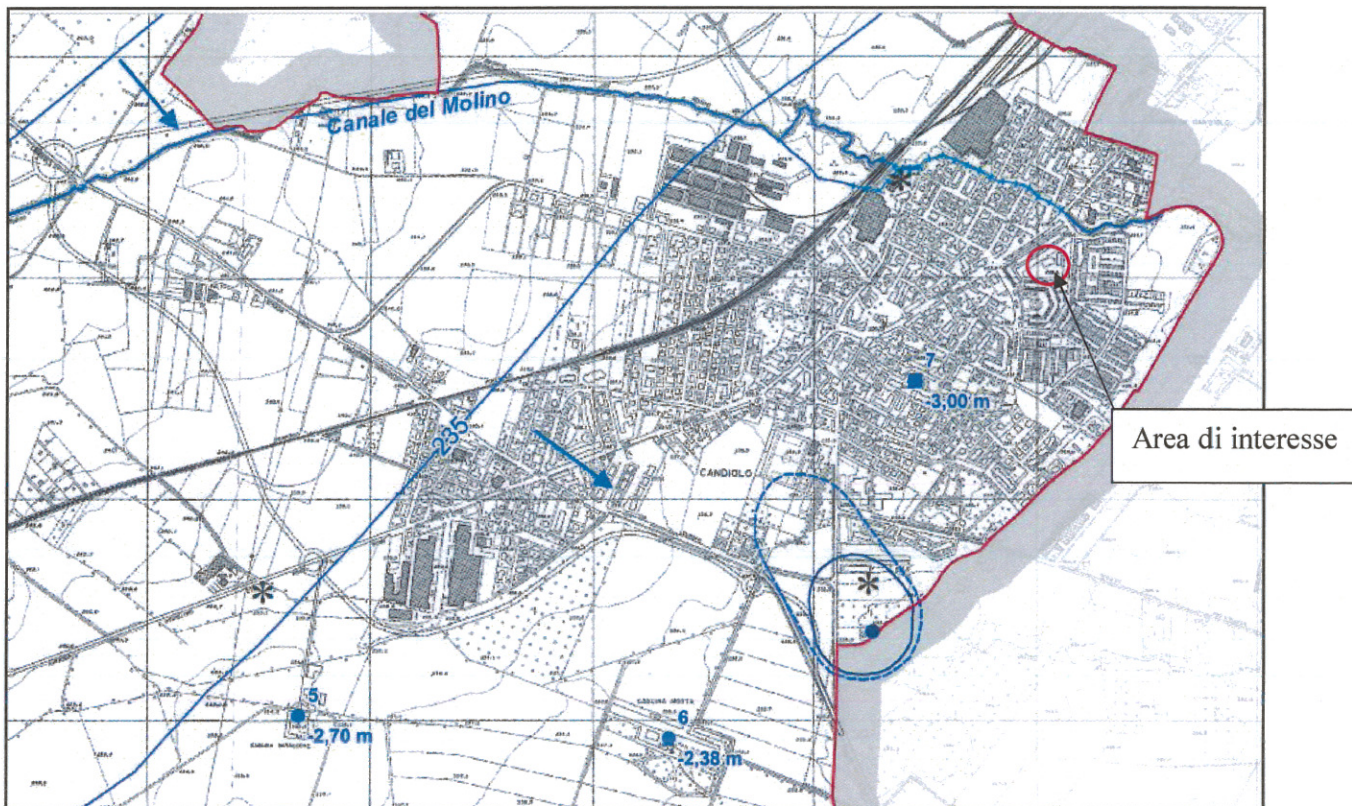
Idrografia principale (alveo coperto da ortofoto 2010)



Limite territorio comunale (ISTAT 2011)

**4 INQUADRAMENTO IDROGRAFICO ED IDROGEOLOGICO**

Per quanto riguarda l'andamento della superficie piezometrica della falda idrica di tipo libero, il deflusso avviene lungo una direzione orientata prevalentemente da nord-ovest verso sud-est, con un gradiente idraulico medio  $i = 3 \div 5\text{‰}$ , mentre l'intero territorio è caratterizzato da valori di soggiacenza rilevati in regime di magra (marzo 2012) decisamente in prossimità del piano campagna, più frequentemente attestati entro i primi 3,0 metri. Si riporta alla pagina seguente uno stralcio della Tav. 2 "Carta geoidrologica" del P.R.G.C. vigente di Candiolo.



## Legenda

— 255 — Linea isopiezometrica e relativa quota in metri s.l.m.m.

Regione Piemonte - Università degli Studi di Torino  
"STUDI IDROGEOLOGICI FINALIZZATI ALL'INTEGRAZIONE DELLE CONOSCENZE GIÀ DISPONIBILI RELATIVE ALLA CARATTERIZZAZIONE DEI PRINCIPALI COMPLESSI IDROGEOLOGICI" (2002)



Direzione e verso del deflusso idrico sotterraneo

5  
●  
-3,00 m

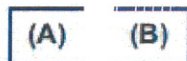
Pozzo di misura con relativo numero e valore di soggiacenza della falda idrica superficiale.  
(Rilievo: marzo 2012)

5  
■  
-3,00 m

Scavo o depressione morfologica di misura con relativo numero e valore di soggiacenza della falda idrica superficiale.  
(Rilievo: marzo 2012)







Pozzo acquedottistico



Area di rispetto primaria (A) e secondaria (B) del pozzo acquedottistico.  
(Disciplina di cui al D.P.G.R. 15/12/2006, n. 15/R.)



Area di recente edificazione non rappresentata sulla C.T.P.  
(Ortofoto 2010)

	Traccia strade di recente costruzione (Ortofoto 2010)
	Idrografia principale (alveo a cielo libero)
	Idrografia principale (alveo coperto)
	Limite territorio comunale (ISTAT 2011)

### Ubicazione dei punti di misura della soggiacenza della falda idrica superficiale

N° punto di rilievo	Tipologia punto di rilievo	Coordinata E (UTM WGS 84) (Metri)	Coordinata N (UTM WGS 84) (Metri)	Livello falda idrica superf. (Metri da p.c.)
1	Pozzo	387563,9	4981312,5	-1,75
2	Pozzo	386984,4	4980213,1	-1,63
3	Scavo	386134,3	4979425,5	-3,00
4	Pozzo	386995,6	4978260,8	-4,56
5	Pozzo	388311,3	4978492,1	-2,70
6	Pozzo	389145,3	4978440,4	-2,38
7	Scavo	389700,5	4979248,7	-3,00
8	Scavo	388357,5	4980493,6	-0,80
Data rilievo: <b>marzo 2012</b>				

La soggiacenza della falda misurata all'interno dei fori di sondaggio delle prove penetrometriche S1 e S3 eseguite in data 13/11/2015, è risultata pari a **4,00 m** dalla quota di p.c. esistente. Si ritiene che nel corso dell'anno essa possa avere oscillazione anche dell'ordine di 1,5 m, attestandosi verosimilmente nel periodo tardo primaverile, ad una profondità di 2,5 m circa dal p.c.

Dal punto di vista idrografico invece, il territorio comunale di Candiolo fa capo al collettore principale rappresentato dal Torrente Chisola, il quale scorrendo da ovest verso est per un tratto di pertinenza lungo circa 2,5 km, sottolinea in sponda sinistra il limite comunale meridionale.

Il reticolato idrografico artificiale è rappresentato principalmente dal Canale (Gora o Bealera) del Molino che attraversa il territorio comunale da ovest verso est.

Dal punto di vista idraulico, l'area oggetto di intervento non ricade in una porzione a rischio di alluvione, come si può osservare dalle cartografie del P.A.I. (Piano Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino del Po) e dalla mappe di pericolosità da alluvione della Direttiva 2007/60/CE recepita con D.lgs. 49/2010.

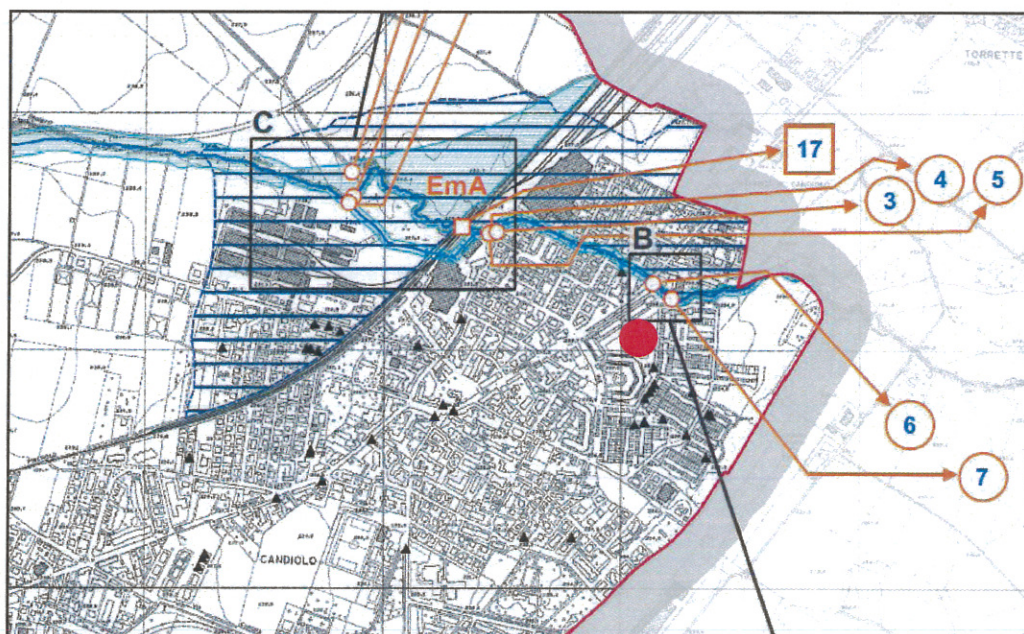


**Autorità di bacino del fiume Po**  
Bacino di rilievo nazionale



- Aree di pericolosità frequenti (H)
- Aree di pericolosità poco frequenti (M)
- Aree di pericolosità rare (L)
- Limite del bacino del Po
- ~ Corsi d'acqua
- ▲ Limite fascia C
- fascia C

Si riporta di seguito uno stralcio della "Carta del reticolo idrografico, delle opere idrauliche censite e del quadro del dissesto" – Tav. 3 di P.R.G.C., con l'ubicazione dell'area di intervento (pallino rosso).



## Legenda

 Idrografia principale (alveo a cielo libero)  
(Ortofoto 2010)

 Idrografia principale (alveo coperto)  
(Ortofoto 2010)

### Opere idrauliche principali (SICOD)

 12

Opera idraulica censita (SICOD) e relativo numero

 15

Opera idraulica censita (SICOD) e relativo numero - Attraversamento critico  
(Cfr. Verifica idraulica)

### Canale del Molino

(Cfr. Relazione idraulica)



EmA - Dissesto areale a pericolosità medio/moderata



EmA - Dissesto areale a pericolosità medio/moderata (ex officio)

### Evento alluvionale settembre 2002

(Comune di Candiolo - ARPA Piemonte - Fonti varie)



Segnalazioni puntuali di danni o criticità



Traccia strade di recente costruzione  
(Ortofoto 2010)



PAI - Limite Fascia A



PAI - Limite Fascia B



PAI - Limite Fascia C



Limite territorio comunale (ISTAT 2011)

L'area non ricade all'interno di alcuna fascia di rispetto fluviale introdotte dal Piano Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino del fiume Po.

---

## 5 CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

L'assetto litostratigrafico e le caratteristiche geotecniche dei terreni presenti nell'area in esame sono state indagate mediante l'esecuzione di n°4 verticali penetrometriche dinamiche, eseguite con penetrometro dinamico/statico DPSH Pagani modello TG63-200.

Le prove S1 e S3 si spinte fino a 9,0 m dal piano campagna, mentre le prove S2 ed S4 si sono spinte a soli 1,40 m di profondità, all'ottenimento del rifiuto alla penetrazione. Molto probabilmente, in corrispondenza delle prove S2 ed S4, è presente del riporto di spessore superiore a 1,5 m, costituito da materiale grossolano compatto che ha impedito di indagare maggiormente in profondità.

Le altre due prove invece, hanno consentito di verificare sia la soggiacenza della falda freatica (riscontrata a -4,0 m dal piano campagna esistente), sia indagare la natura dei terreni costituenti il sottosuolo fino a 9,0 m di profondità.

In superficie sono presenti terreni prevalentemente coesivi di natura argilloso-limosa con una percentuale sabbiosa comunque non trascurabile.

I valori più elevati di resistenza alla penetrazione, si riscontrano a partire da 3,0 m ca. di profondità fino a 5,0 m ca., dove si trovano terreni incoerenti di natura argilloso-sabbiosa o sabbioso-ghiaiosa.

Al di sotto i valori di resistenza tendono di nuovo ad abbassarsi lievemente, anche se in corrispondenza della prova S1 tra 7,40 m e 8,20 m di profondità si trovano nuovamente depositi ghiaiosi in matrice limosa con valori di resistenza di nuovo più elevati.

I valori dei parametri geotecnici dei diversi terreni riscontrati nei sondaggi, sono stati elaborati col software "Dynamic Probing<sup>®</sup>" della GeoStru Software.

La relazione di calcolo delle prove penetrometriche viene allegata alla presente costituendo un elaborato a parte.

L'intervento in progetto prevede la realizzazione di un locale semi-interrato con quota di calpestio a -2,0 m circa dalla quota di p.c. esistente.



In considerazione del fatto che la falda freatica si trovi attualmente a 4,0 m di profondità e che possa comunque risalire fino anche a 2,5 m durante le oscillazioni stagionali, si consiglia di adottare una tipologia di fondazione a platea o comunque, in caso di fondazioni del tipo "travi rovesce", si dovrà provvedere ad isolarle dalla falda mediante opportuni accorgimenti, inserendo delle guaine impermeabili e dei tubi drenanti a tergo dei muri perimetrali.

Dalla relazione di calcolo delle prove penetrometriche, si può constatare che il valore medio della pressione ammissibile con riduzione Herminier-Olandesi, a circa 2,5 m di profondità è di circa 100 kPa.

**Si consiglia di realizzare le fondazioni a 3,0 m di profondità dove i valori di resistenza sono comunque maggiori a 150 kPa.**

---

## 6 CONCLUSIONI E RACCOMANDAZIONI FINALI

Le indagini geognostiche condotte in Comune di Candiolo in via Grazia Deledda in data 13/11/2015 all'interno del lotto di terreno identificato catastalmente al foglio 4 mappali 1083-1084-1085-1086-1088-1090-1091 e 1092, allo scopo di indagare la natura dei terreni costituenti il sottosuolo nell'area in cui si intende realizzare due edifici residenziali, hanno portato alle seguenti conclusioni:

- il terreno fino alla profondità media di circa 3,0 m dal p.c. esistente risulta costituito da materiali di natura coesiva argilloso-limosi o argilloso sabbiosi con la frazione sabbiosa che varia molto localmente;
- a partire da 3,0 m ca. di profondità i valori di resistenza alla penetrazione aumentano per la presenza di sedimenti più grossolani costituiti da ghiaie e sabbie in matrice limoso-argillosa;
- è presente una falda freatica a pelo libero con valori di soggiacenza intorno a **4,0 m** dalla quota di p.c. esistente;
- in corrispondenza delle prove S2 e S4 molto probabilmente è presente del riporto costituito da materiale grossolano, di spessore pari ad almeno 1,5 m;
- l'indagine sismica di tipo MASW ha consentito di determinare la velocità delle onde di taglio Vs pari a 320,10 m/s e ascrivere quindi la categoria di sottosuolo alla classe **C** ai sensi del par. 3.2.2. delle N.T.C. 2008;
- l'amplificazione sismica determinata con la prova HVSR dei "microtremori" (metodo di Nakamura) è risultata essere:  
 $f_0 = 63.78 \pm 2.25$   
 $A_0 = 4.25 [3.85-4.70]$
- dall'esame dei luoghi e dalle cartografie geologiche che è stato possibile reperire, non sono emerse problematiche di carattere geologico-geomorfologico ed idrogeologico-idraulico tali da impedire la realizzazione dell'intervento. L'area è

esente quindi da fattori di rischio geologico legate ad attività fluviale o torrentizia o attività lungo i versanti (frane, smottamenti, ecc...).

In considerazione del fatto che verrà realizzato un locale seminterrato, e tenendo presente il fatto della presenza di una falda superficiale le cui escursioni stagionali possono oscillare anche di 1,5 m raggiungendo quindi la profondità di 2,5 m ca. dal piano campagna, si consiglia di ricorrere a fondazioni tipo platea con piano di appoggio individuato a -3,0 m di profondità (valori di pressione ammissibile con riduzione secondo la formula Herminier-Olandesi superiori a 150 kPa).

In caso si scegliesse di utilizzare fondazioni tipo travi rovesce, queste dovranno essere continue e non isolate e si dovranno operare accorgimenti per isolarle dalla sottostante falda freatica, mediante la posa di guaine impermeabili e mediante la posa di tubi drenanti a tergo dei muri perimetrali.

Sulla base di quanto esposto ed in osservanza delle raccomandazioni prescritte, si esprime pertanto un parere favorevole in merito alla fattibilità di realizzazione degli interventi previsti in progetto.

Poirino, dicembre 2015

In fede,

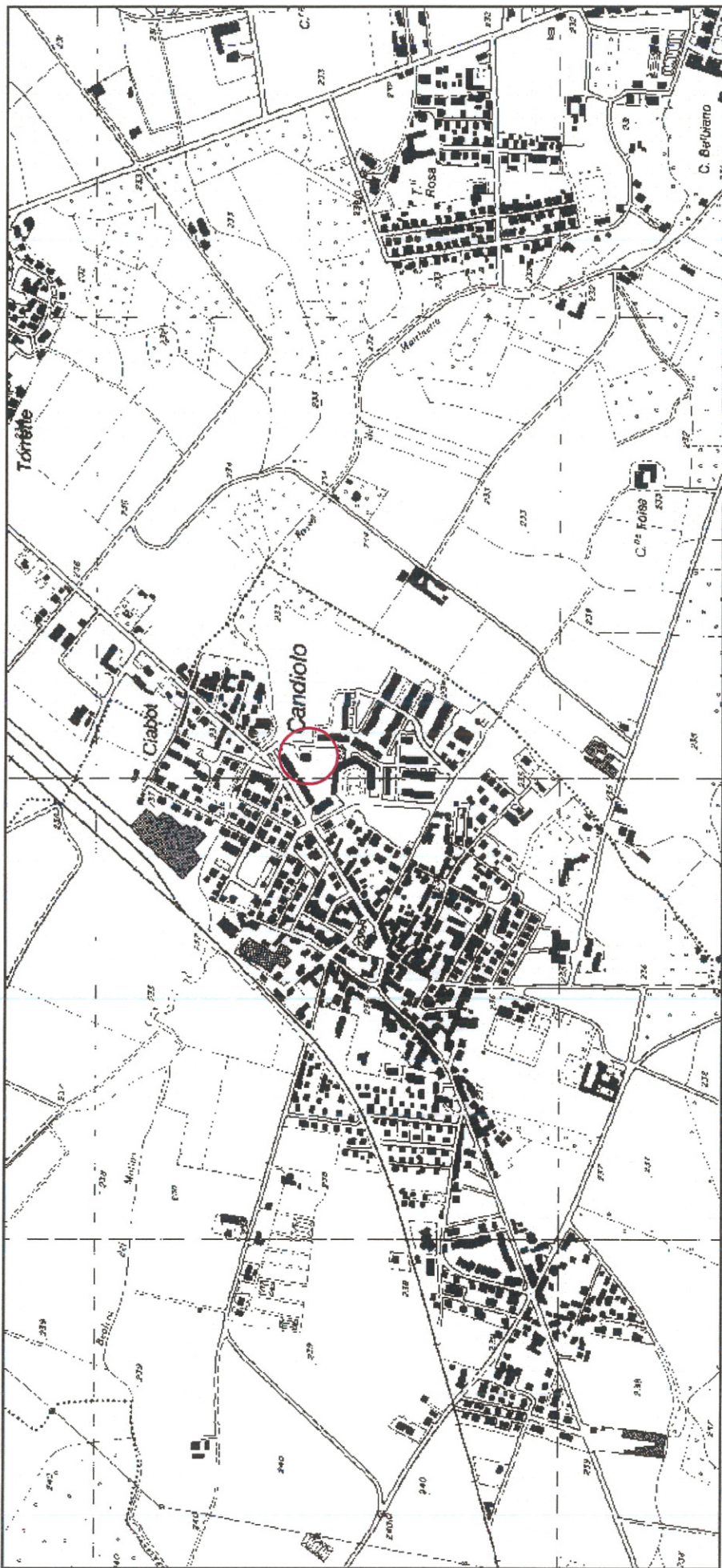
Dr. Geol. Fabrizio Burzio


**Si allega alla presente:**

- Estratto C.T.R. Piemonte in scala 1:10.000 con l'ubicazione dell'area di interesse;
- Documentazione fotografica
- Relazione di calcolo delle prove penetrometriche corredata dai diagrammi penetrometrici e da documentazione fotografica delle prove eseguite;
- Relazione sismica corredata dai risultati della prova MASW e HVSR.

# INQUADRAMENTO GEOGRAFICO



Stralcio C.T.R. Piemonte in scala 1:10.000 sezione 174040 con l'ubicazione dell'area di studio



**COMUNE DI CANDIOLO**  
**Provincia di Torino**  
**Via Ugo Foscolo, 4**

**Area Tecnica Edilizia Privata**

**OGGETTO:** Risposta in merito al parere della C.I.E. (Prot. n. 3277 del 15/03/2016) sulla proposta di Piano Esecutivo Convenzionato in zona T5 di P.R.G.C.

Il sottoscritto Dott. Geol. Burzio Fabrizio, iscritto all'Ordine dei Geologi del Piemonte con numero 697 sezione A, dichiara che l'elaborato "Relazione Geologico - Geotecnica" avente come codice identificativo "31\_15Rel.geol.", è stato redatto in ottemperanza e secondo quanto prescritto dal D.M. 11/03/1988, D.M. 14/01/2008 (N.T.C. 2008), Circolare n°7/LAP della Regione Piemonte del 08/05/1996 e relative Note Tecnico Esplicative datate dicembre 1999, P.S.F.F. dell'Autorità di Bacino del Fiume Po ed in conformità a quanto espressamente indicato nella Relazione Geologica allegata al P.R.G.C. di Candiole con riferimento alle Norme Tecniche per i siti ricadenti in Classe II di pericolosità geomorfologica per quanto riguarda la realizzazione di locali interrati.

Le indagini geognostiche eseguite in situ in data 13/11/2015, hanno evidenziato la presenza di una falda acquifera con soggiacenza di -4,0 m dalla quota di piano campagna. La soggiacenza della falda all'interno dei due tubi piezometrici installati, è stata monitorata fino ad oggi riscontrando lievissime oscillazioni, e ad oggi il livello piezometrico si attesta sempre a -4,0 m di profondità da p.c.

Pertanto si ritiene che i locali interrati, la cui quota di calpestio si troverà ad essere a -2,50 m da p.c., abbiano un franco di sicurezza adeguato (superiore a +0,50 m) nei confronti della massima oscillazione della falda freatica.

In ogni caso in fase di realizzazione delle opere, si dovranno comunque adottare particolari accorgimenti tecnico-costruttivi, con la messa in opera di tubi drenanti ed impermeabilizzazioni degli scavi impiegando opportune resine e materiali che non vengano col tempo degradati dall'acqua. E' opportuno inoltre che venga collocata anche una eventuale pompa per estrarre l'acqua in caso di allagamenti o eventuale necessità.

Pertanto sulla base di quanto espressamente indicato, si attesta il rispetto delle Norme Tecniche di carattere geologico contenute nella Relazione Geologica a corredo del P.R.G.C. e l'ammissibilità dell'intervento edilizio dotato di piano interrato.

Poirino, lì 24/03/2016

Dott. Geol. Burzio Fabrizio

(Ordine dei Geologi del Piemonte n°697 sez.A)



I PROPONENTI:

X *Olivero Carlo Chimento*

*De Santis Ugo*