

COMUNE DI REFRANCORE

PROVINCIA DI ASTI

**LAVORI DI MIGLIORAMENTO SICUREZZA ANTISISMICA NELL'EDIFICIO
SCOLASTICO SITO IN VIA ASTI N°24, OSPITANTE LA SCUOLA PRIMARIA**

PROPONENTE: **COMUNE DI REFRANCORE**

RELAZIONE GEOLOGICA

(codice interno: SGF18_a_48)

Saluzzo, 31 luglio 2018

dott. Geol. FRENCIA Riccardo

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

INDICE

1. PREMESSA.....	3
2. UBICAZIONE	5
3. RELAZIONE GEOLOGICA.....	6
3.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO	6
3.2 INDAGINI GEOLOGICHE ESEGUITE	10
3.3 CARATTERIZZAZIONE LITOSTRATIGRAFICA DI DETTAGLIO.....	13
4. RELAZIONE IDROLOGICA ED IDROGEOLOGICA.....	14
4.1 IDROGRAFIA SUPERFICIALE.....	14
4.2 IDROGEOLOGIA DELL'AREA	15
5. RELAZIONE SISMICA.....	18
5.1 INQUADRAMENTO NORMATIVO E TECNICO	18
5.1.1 <i>Stati limite di riferimento</i>	19
5.2 CARATTERIZZAZIONE DELL'AZIONE SISMICA SUL TERRENO IN ESAME SECONDO LE N.T.C. 2018 ...	20
5.2.1 <i>Calcolo del periodo di riferimento per l'azione sismica</i>	20
5.2.2 <i>Indagini geofisiche finalizzate alla definizione della categoria di sottosuolo</i>	22
5.2.3 <i>Azione sismica attesa al sito</i>	24
6. MODELLO GEOTECNICO.....	28
6.1 INTERPRETAZIONE DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE	28
6.2 MODELLO GEOTECNICO DEL SOTTOSUOLO	29
6.3 VERIFICA A LIQUEFAZIONE	30
7. ANALISI DELLA PERICOLOSITÀ GEOLOGICA.....	31
8. CONCLUSIONI.....	33

1. PREMESSA

Il presente studio geologico, redatto ai sensi delle “*Norme Tecniche per le Costruzioni 2018*” (NTC-18), D.M. 17/01/2018, ha lo scopo di esporre i caratteri geomorfologici, geologico-geotecnici, idrogeologici e sismici dell’area interessata dagli interventi di miglioramento sicurezza antisismica dell’edificio che ospita la scuola primaria sita in Via Asti, 24 a Refrancore.

Nello specifico i lavori prevedono la realizzazione di:

Rinforzo strutturale delle pareti portati: le pareti portanti in muratura di mattoni pieni e malta di calce e le pareti portanti in calcestruzzo non armato (presenti al piano seminterrato) verranno rinforzate su entrambi i lati tramite applicazione di intonaco armato con malta strutturale M50, dello spessore di 30 mm, con interposta rete in basalto di maglia 35 x 28 mm, collegate con connettori in basalto di diametro 10 mm.;

Messa in sicurezza dei solai in latero – cemento per l’antisfondellamento: le indagini svolte sui solai in latero cemento tramite battitura hanno evidenziato un elevato rischio allo sfondellamento delle pignatte in laterizio, pertanto è stato proposto nel seguente progetto l’utilizzo di un controsoffitto antisfondellamento costituito da lastre armate fibrorinforzate montate su un’orditura in profili metallici di alluminio tassellati in modo perpendicolare alle nervature in calcestruzzo dei solai.

Messa in sicurezza delle pareti non strutturali per l’antiribaltamento: Per la messa in sicurezza delle partizioni interne con spessore superiore a 10 cm sarà impiegata una speciale armatura bidirezionale costituita da fibre di vetro trattate superficialmente con un appretto a base poliuretanica resistente agli alcali che grazie alla sua particolare tessitura conferisce alla muratura rinforzata un’elevata duttilità poiché determina una ripartizione più uniforme delle sollecitazioni dinamiche. Il sistema aderisce perfettamente anche ai supporti intonacati, purchè solidi e compatti, determinando un effetto “contenimento” nei confronti dei manufatti tipicamente affetti da meccanismi di rottura fragili. Sulla superficie, preventivamente trattata rimuovendo la pittura esistente mediante carteggiatura, verrà stesa una prima mano di malta adesiva a pennello o a rullo, e successivamente verrà applicata la rete in fibra di vetro e infine un secondo strato di malta adesiva;

Interventi in copertura: per garantire in sicurezza le future manutenzioni in copertura, è previsto nel seguente progetto l’installazione di un sistema di sicurezza anticaduta costituito da dispositivi di ancoraggio fisso e flessibile ai quali gli operatori potranno collegare i sistemi di trattenuta. L’accesso alla copertura sarà reso possibile tramite l’installazione di una botola, nel solaio in latero cemento, con scala retrattile che permetterà di raggiungere il sottotetto e l’installazione di una finestra per l’uscita sulla copertura con apertura a libro fino a 85° e dimensioni 70x90 cm. Sulla copertura in coppi di laterizio saranno infine installati ganci fermaneve in acciaio zincato.

Gli interventi di cui al presente progetto consentiranno il raggiungimento di un indice di vulnerabilità sismica pari o superiore a 0,8. Tuttavia l’adeguamento sismico della scuola primaria sarà effettivo solo dopo la realizzazione dei giunti tecnici da realizzarsi ai vari piani in corrispondenza del collegamento con il fabbricato ospitante la scuola media. Tale intervento è comunque stato previsto all’interno del progetto esecutivo dell’adeguamento sismico della scuola media.

Per un descrizione di maggior dettaglio di tutti gli interventi in progetto si rimanda alle tavole e alla relazione a firma dello studio Leving di Torino.

Lo studio è basato su dati bibliografici dell'area in esame, (allegati geologici al P.R.G.C. di Refrancore) e su prove in sito (MASW, sondaggio a carotaggio continuo e S.P.T. in foro).

Come precisato nel paragrafo 6.2.1. delle NTC-18, *"la caratterizzazione e la modellazione geologica del sito deve comprendere la ricostruzione dei caratteri litologici, stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici e, più in generale, di pericolosità geologica del territorio, descritti e sintetizzati dal modello geologico di riferimento. In funzione del tipo di opera, di intervento e della complessità del contesto geologico nel quale si inserisce l'opera, specifiche indagini saranno finalizzate alla documentata ricostruzione del modello geologico"* verranno esposti nella "Relazione geologica" (capitolo 3) e nella "Relazione idrologica ed idrogeologica" (capitolo 4).

La caratterizzazione dei parametri sismici viene riportata ed esposta nella Relazione sismica (capitolo 5). I risultati delle indagini geotecniche e la conseguente modellazione geotecnica del terreno di fondazione necessaria alla progettazione sono riportati nel "Modello Geotecnico" (capitolo 6).

2. UBICAZIONE

L'area si trova nel centro di Refrancore, ad una quota di circa 144 m s.l.m. (riferimento C.T.R. Piemonte) e risulta identificabile sulla sezione n. 176.050 della Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000, di cui si riporta in seguito un estratto con riportata l'ubicazione dell'area in esame.

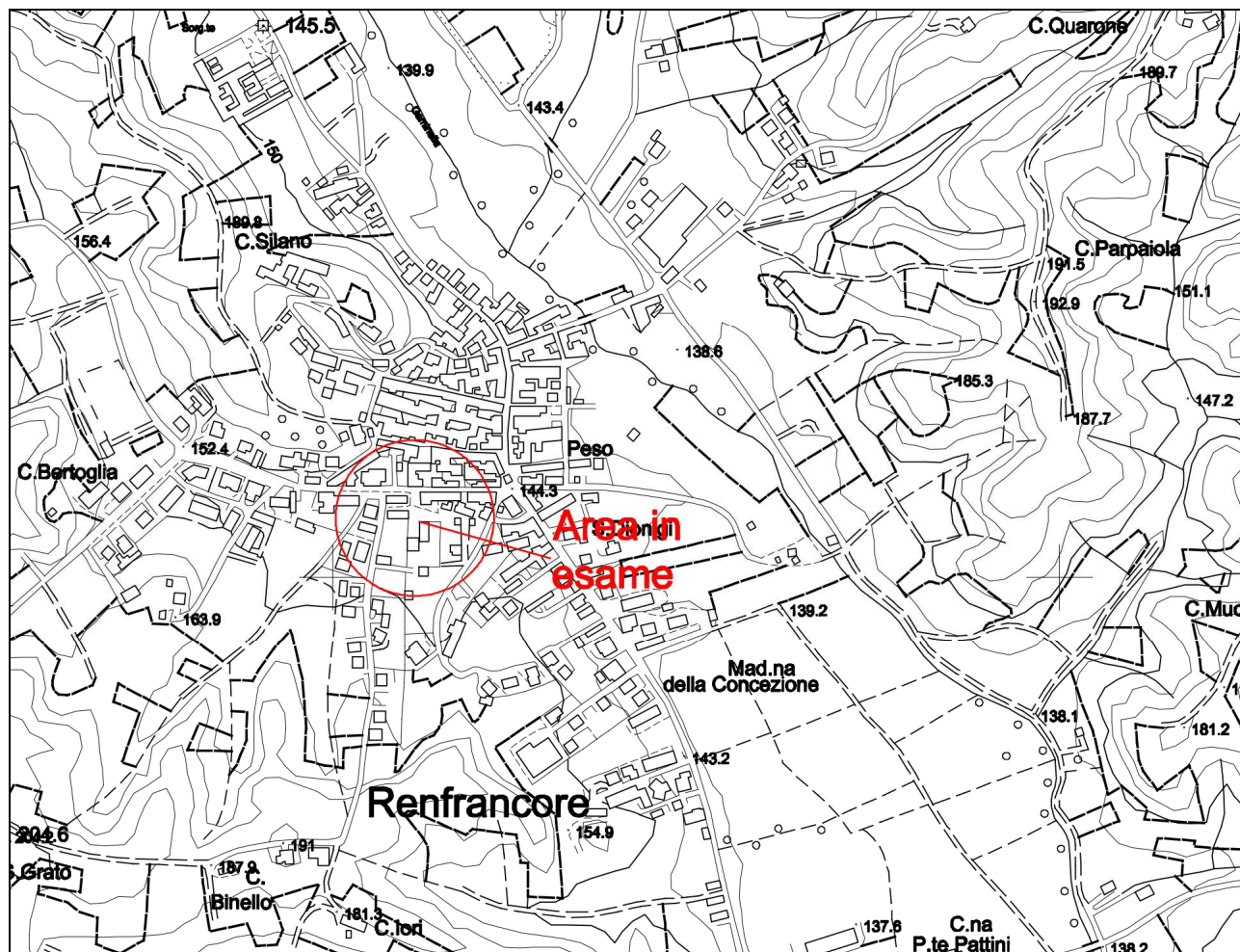


Figura 1: estratto della C.T.R. Piemonte in scala 1:10.000, con indicata l'area in esame.

3. RELAZIONE GEOLOGICA

3.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Il territorio comunale di Refrancore fa parte, da un punto di vista geologico, di quello che viene chiamato in letteratura "Bacino Terziario Piemontese", si tratta di un bacino deposizionale posizionato al confine tra il sistema orogenetico alpino e la catena appenninica.

A partire dall'Eocene cominciano a depositarsi nel bacino rocce sedimentarie di ambiente marino sul substrato cristallino metamorfico e su unità di pertinenza appenninica.

Il bacino viene suddiviso in diversi domini strutturali a seconda delle condizioni sedimentologiche e stratigrafiche: Monferrato, Collina di Torino, Bacino di Asti, Altopiano di Poirino e le Langhe.

In generale la successione ha inizio con la deposizione di argille-siltose (Argille di Lugagnano – Pliocene Inferiore), in eteropia di facies si sono deposte sabbie incoerenti o localmente cementate di colore giallo (Sabbie di Asti).

Le argille sono il risultato del deposito in ambiente circalitorale, mentre le sabbie sono tipiche di un ambiente di mare poco profondo, di tipo costiero.

Al di sopra di queste formazioni di ambiente marino inizia la deposizione di sedimenti continentali (Pliocene-Quaternario), si tratta di sabbie – limose, talvolta argillose (Villafranchiano).

Per la descrizione litostratigrafica delle formazioni presenti sul territorio comunale si farà riferimento agli allegati geologici del Piano Regolatore ⁽¹⁾; nel territorio comunale affiorano le seguenti formazioni:

Formazione delle Sabbie di Asti

Sulla Carta Geologica d'Italia le "sabbie di Asti" sono descritte come *"sabbie gialle più o meno stratificate, con livelli ghiaiosi ed intercalazioni marnose, calcareniti e calciruditi; microfauna - negli interstrati marnosi - a Bolivina appenninica, Bulimina fusiformis, Eponides frigidus granulatus; nella parte bassa, localmente, entro intercalazioni argillose, microfauna a Uvigerina rutila, Globorotalia irsuta ed Eponides schreibersii"*.

Si tratta di depositi marini costituiti da sabbie quarzose, da medie a fini, stratificate, mediamente compatte, ricche di fossili, che presentano un contenuto

⁽¹⁾ Dott. Geol. A. Piano, "Verifica di compatibilità idraulica ed idrogeologica delle previsioni dello strumento urbanistico vigente con le condizioni di dissesto redatta ai sensi dell'art. 18 N.d. A PAI ed in conformità con le indicazioni della circ. PGR 7/LAP/96, successiva NTE/99 e DGR 45-6656 del 15/07/2002", 3° revisione, febbraio 2013.

limoso assai variabile e locali intercalazioni di marne e calcareniti e livelli ghiaiosi. Tali materiali evidenziano un grado di cementazione assai variabile.

Formazione villafranchiana

La Formazione Villafranchiana può essere distinta in due complessi: Villafranchiano superiore ed inferiore, separati da una superficie erosionale.

Il complesso inferiore è suddiviso in due unità caratterizzate rispettivamente da *“sedimenti sabbiosi con stratificazione incrociata concava, di fronte deltizio. Localmente si rinvencono molluschi marini, vertebrati continentali disarticolati, frammenti di tronchi e di rami fluitati e impronte di foglie”* e da *“alternanze di sedimenti siltosi e sabbiosi, di piana deltizia. Risultano ricchi di vertebrati continentali, molluschi continentali, frammenti di tronchi e di rami, impronte di foglie e di canne palustri, frustoli vegetali e radici”*.

Il complesso superiore è analogamente suddiviso in due unità le cui caratteristiche sono riassumibili come *“sedimenti sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi con stratificazione incrociata concava di origine fluviale”* e *“sedimenti siltoso-argillosi privi di stratificazione con locali intercalazioni sabbiose di tracimazione fluviale”*.

Sono poi presenti in affioramento depositi di tipo alluvionale ed eluvio-colluviale recenti ed attuali.

Le alluvioni sono costituite da corpi sabbioso- limoso-argillosi *“appartenenti in parte alle alluvioni post-glaciali, in parte al Fluviale recente”*, questi depositi sono ubicati nei fondovalle principali e sono caratterizzati da un basso grado di addensamento e dall’assenza di processi pedogenetici.

Nella restante parte del territorio comunale sono presenti diffusi affioramenti di depositi eluvio-colluviali, costituiti da granulometria prevalentemente argilloso-limosa o limoso-sabbiosa.

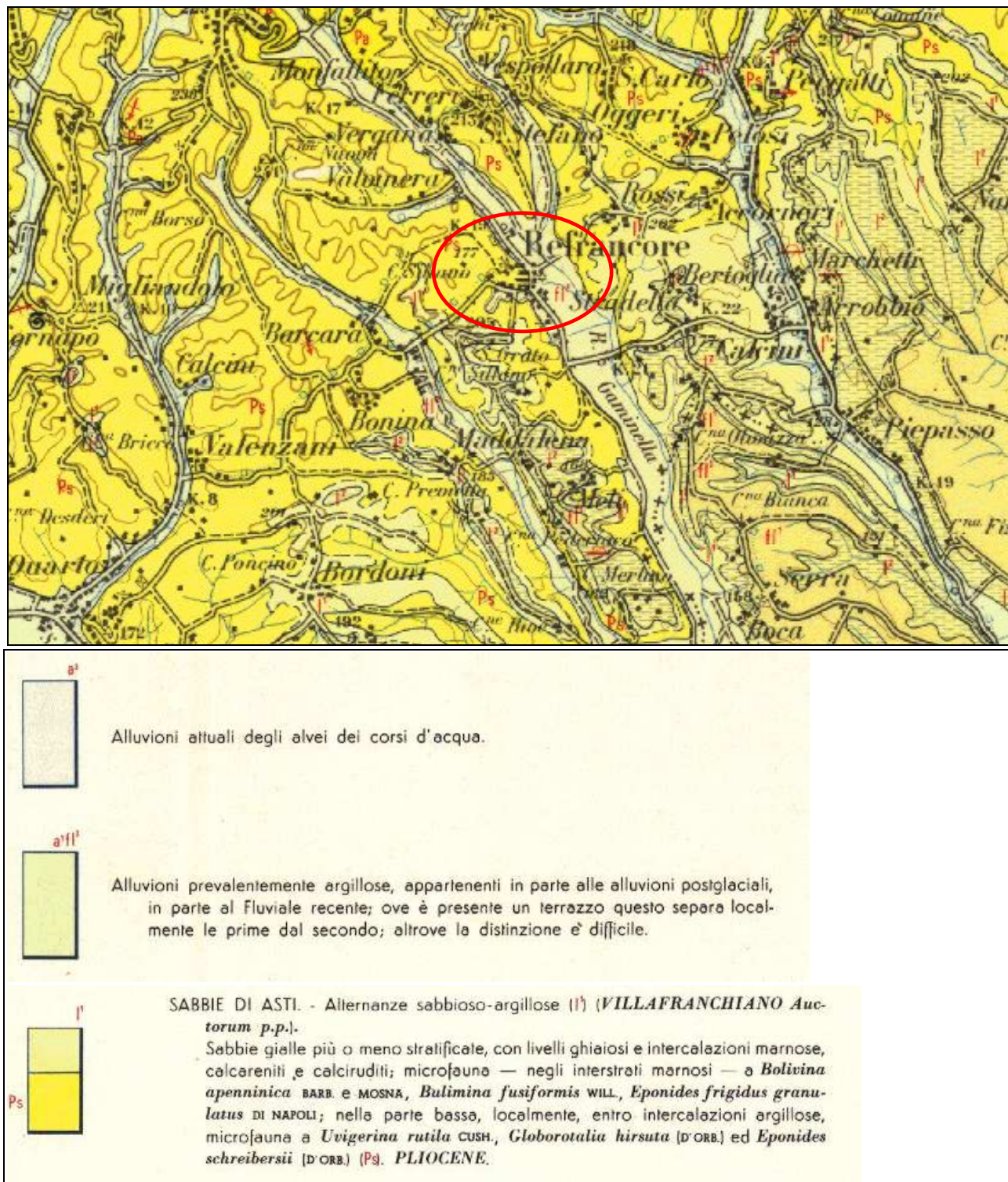
La cartografia geologica ufficiale è rappresentata dal foglio 69 “Asti” della Carta Geologica d’Italia in scala 1:100.000.

Per avere una descrizione di maggior dettaglio si farà riferimento agli elaborati e alle carte geologiche realizzate per gli studi connessi al Piano Regolatore Generale di Refrancore ⁽²⁾.

⁽²⁾ Dott. Geol. A. Piano, “Verifica di compatibilità idraulica ed idrogeologica delle previsioni dello strumento urbanistico vigente con le condizioni di dissesto redatta ai sensi dell’art. 18 N.d. A PAI ed in conformità con le indicazioni della circ. PGR 7/LAP/96, successiva NTE/99 e DGR 45-6656 del 15/07/2002” - Tav. 1 Carta geologico strutturale e litotecnica.

La Carta Geologica allegata al Piano Regolatore riporta per l'area in esame la presenza nel sottosuolo di depositi alluvionali recenti ed attuali.

Questi depositi sono legati alla dinamica del sistema di trasporto e deposito dei corsi d'acqua minori (affluenti del Fiume Tanaro).



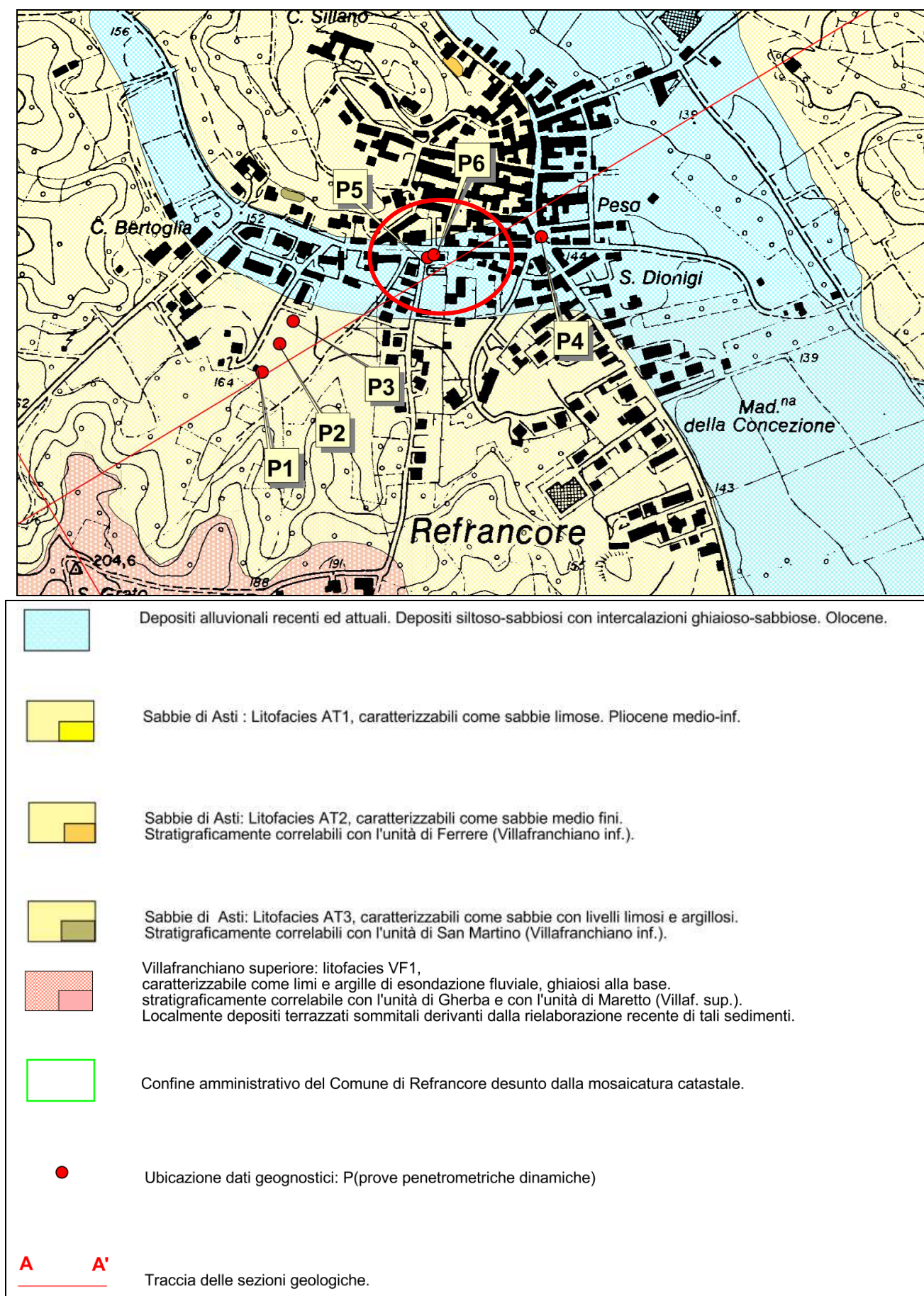


Figura 3: estratto della Carta Geologica allegata al Piano Regolatore e relativa legenda semplificata, con evidenziata in rosso l'area in esame.

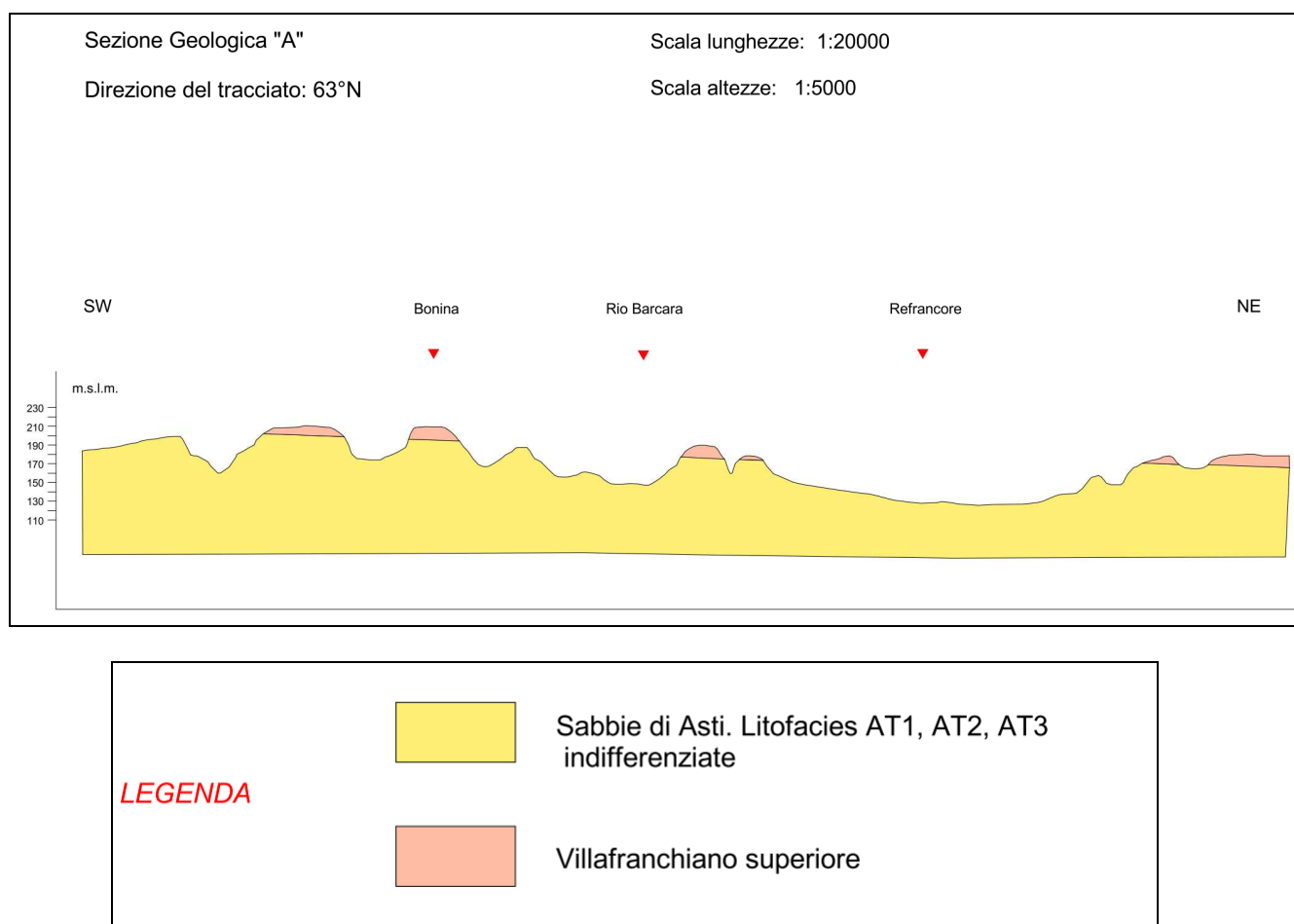


Figura 4: sezione geologica allegata al Piano Regolatore Generale del Comune di Refrancore e legenda.

3.2 INDAGINI GEOLOGICHE ESEGUITE

Sull'area di intervento è stato realizzato un sondaggio a carotaggio continuo che ha raggiunto la profondità di 15 m dal p.c., nel corso del quale sono state realizzate 5 prove S.P.T. in foro; è inoltre stata realizzata un indagine di tipo geofisico (M.A.S.W.).

In seguito si riportano alcuni estratti dei risultati ottenuti per la cui descrizione completa si rimanda alla relazione tecnica, allegata in fondo a questa relazione, realizzata dalla Citiemme di Torino.

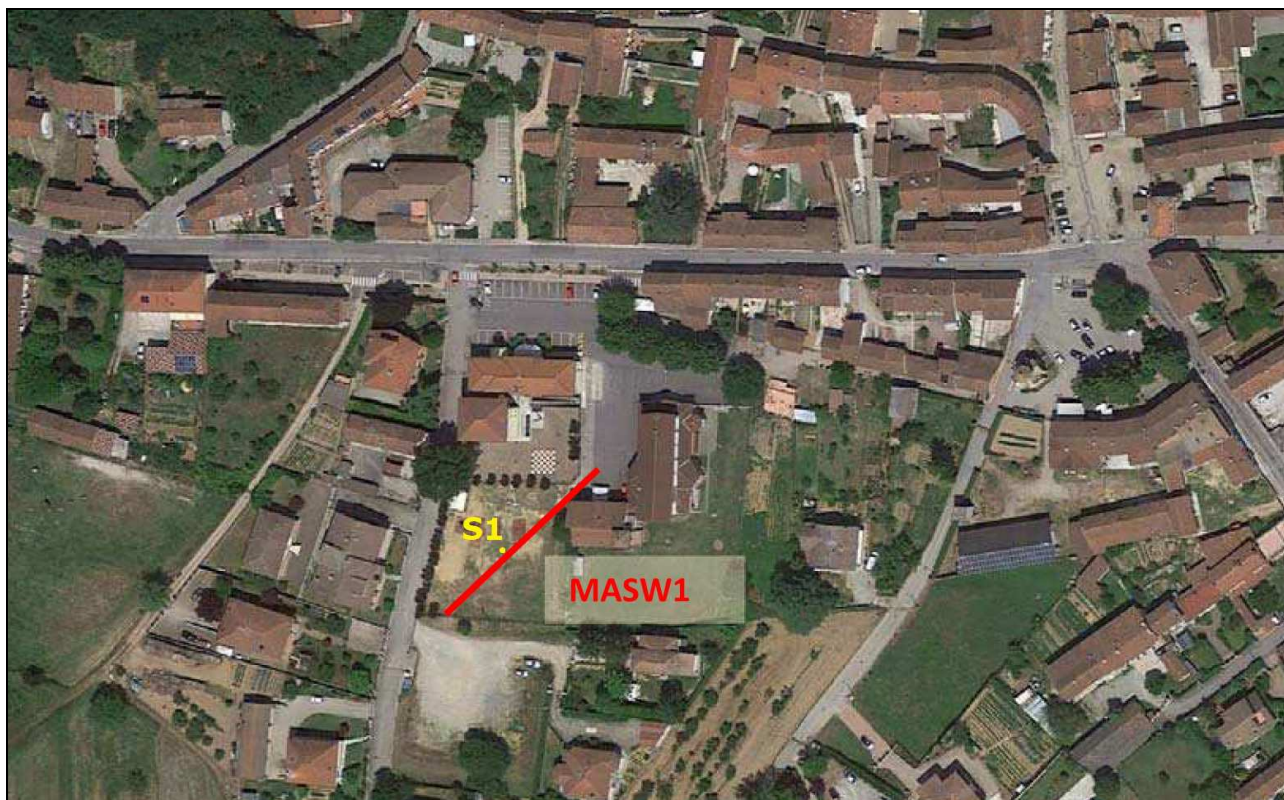


Figura 5: ubicazione su foto aerea, tratta da google earth, del sondaggio e della MASW eseguiti.

MASW 1 Valori calcolati e stimati dal modello medio (Tipo di analisi: Onde di Rayleigh)					
Profondità	Spessori	Vs	Vp - stima	Poisson - stima	Densità - stima
2.3	2.3	163	324	0.33	1.78
7.8	5.5	254	516	0.34	1.89
16.9	9.1	270	614	0.38	1.94
24.8	7.9	371	909	0.40	2.03
28.6	3.8	437	910	0.35	2.03
<i>half-space</i>	<i>half-space</i>	562	1170	0.35	2.09
V_{s,eq} = V_{s,30} modello medio (m/s)				294 m/s	
Classificazione suolo secondo D.M. 17/01/2018				C	

 <p>Decreto di autorizzazione n. 4965 del 04/06/2010 per esecuzione e certificazione di indagini geognostiche e prove in sito ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n. 380/01</p>	Mod. 7.5.4 rev. 00		RILIEVO STRATIGRAFICO DI PERFORAZIONE		UNI EN ISO 22475-1:2007 UNI EN ISO 14688-1:2003 e 14689-1:2004	SONDAGGIO	
	Committente <u>Comune di Refrancore (AT)</u>		Cantiere <u>Indagine geognostica per progettazione adeguamento Scuola Primaria</u>				S1
	Località <u>Scuola Primaria - via Asti n°24</u>		Commissa n. <u>18001-22</u>		Pagina 1 di 1		
	Perforazione inizio: <u>10/05/2018</u> fine: <u>11/05/2018</u> Sonda: <u>Comacchio MC450P</u>		Lo Sperimentatore <u>Dr. A. Cantù</u>		Il Direttore del Laboratorio <u>Dr. Geol. Giorgio Sola</u>		
Coordinate: N= <u>44°56'8.65"</u> E= <u>8°20'29.95"</u> Scala <u>1 : 50</u>		Accettazione n. <u>18001-22</u> Certificato n. <u>18001-22/01</u> del <u>15/05/2018</u>					

profondità dal p.c. [m]	potenza dello strato [m]	sezione stratigrafica	descrizione litologica	falda	metodo e diam. di perforazione	diametro rivestimenti	percentuale di carotaggio	piezometro tubo aperto	inclinometro	S.P.T.	pocket penetrometer	pocket vane test	campioni indisturbati	campioni rimaneggiati	permeabilità [m/s]
0.00	0.30		Terreno vegetale limoso-argilloso con cotica erbosa superficiale.		carotaggio continuo										
0.30	1.80		Terreno di riporto sabbioso-limoso con subordinati frammenti lateritici centimetrici (max 4-5 cm) che si concentrano in livelli pluricentimetrici, poco addensato, colore nocciola.		131 mm semplice					1.50 4-3-2					
2.10	1.80		Sabbia prevalentemente medio-fine limosa, poco addensata, colore nocciola-brunastro.							3.00 5-4-5					
3.70	1.90		Sabbia eterometrica limosa con intensa laminazione ossidata, da poco a moderatamente addensata, colore bruno-nocciola con screziature bruno scure d'ossidazione; presenza di concrezioni millimetriche nerastre ferro-manganesifere a -5.40m.							4.50 4-4-5					
5.60	2.10		Sabbia eterometrica da limosa a debolmente limosa con la profondità, discreta laminazione ossidata, moderatamente addensata, colore da nocciola-brunastro a nocciola.							6.00 8-14-11					
7.70	5.00		Limo argilloso a tratti debolmente sabbioso fine con intercalati subordinati livelletti sabbioso fini che tendono ad aumentare di frequenza e di potenza con la profondità, moderatamente consistente, colore nocciola		carotaggio continuo 101 mm semplice	127 mm	90-100 %			9.00 10-15-17					
12.70	2.30		Limo argilloso-debolmente sabbioso fine con subordinate laminazioni sabbiose fini spesso ossidate, da moderatamente consistente a consistente con la profondità, colore nocciola con deboli screziature ocracee d'ossidazione.												
15.00															

FALDA NON RILEVATA
Il foro di sondaggio è stato ritombato al termine della perforazione.
Tutte le prove Spt sono state eseguite a punta aperta.

Tabella riassuntiva delle prove penetrometriche dinamiche (S.P.T.) (Uni En ISO 22476-3:2012) eseguite all'interno del sondaggio S1:

Prova n.	Inizio prova Prof. (m) da p.c.	N° colpi			note
		15cm	30 cm	45 cm	
1	1,5	4	3	2	
2	3,0	5	4	5	
3	4,5	4	4	5	
4	6,0	8	14	11	
5	9,0	10	15	17	

3.3 CARATTERIZZAZIONE LITOSTRATIGRAFICA DI DETTAGLIO

Da un punto di vista stratigrafico, pertanto, ci si aspetta per il sottosuolo dell'area in esame di avere la seguente situazione, che viene schematizzata nella figura riportata nella pagina seguente:

Orizzonte 0 – profondità 0,0 – 2,1 m da p.c.: terreno vegetale nei primi 30 cm e terreno di riporto (presenza mattoni) verosimilmente non compattato;

Orizzonte 1 – profondità 2,1 – 5,6 m da p.c.: sabbie limose, poco addensate, talora livelli argillosi e torbosi;

Orizzonte 2: – profondità 5,6 – 7,7 m da p.c.: sabbie limose o debolmente limose, mediamente addensate;

Orizzonte 3: profondità 7,7 – 15,0 m da p.c.: limi argillosi o debolmente sabbiosi, addensati.

4. RELAZIONE IDROLOGICA ED IDROGEOLOGICA

4.1 IDROGRAFIA SUPERFICIALE

L'area in studio ricade nel concentrico principale del Comune di Refrancore, il deflusso superficiale segue un andamento prevalente verso sud/sud-est, alcuni corsi d'acqua risultano intubati e canalizzati. È il caso del rio che passa in prossimità dell'area in esame (Rio San Dionigi) che appare completamente intubato e antropizzato; dagli studi geologici allegati al PRGC risulta che questo corso d'acqua raccoglie le acque bianche delle zone che attraversa e non risulta soggetto a problematiche idrauliche.

Il corso d'acqua principale è il Rio Gaminella, si tratta di un corso d'acqua ad andamento NO-SE e si trova a circa 350 m a est dell'area su cui sono previsti gli interventi in progetto.

Nell'area in esame risultano poi presenti piccoli canali di scolo che servono al deflusso superficiale delle acque meteoriche.

4.2 IDROGEOLOGIA DELL'AREA

Per un inquadramento dell'idrogeologia comunale si riporta quanto descritto nella relazione geologica ⁽³⁾ allegata al piano regolatore, in questa relazione le tipologie di acquiferi vengono suddivisi in tre gruppi che sono così descritti:

- *Depositi permeabili per porosità – depositi alluvionali ed eluvio colluviali: si tratta dei depositi alluvionali siltoso-sabbiosi dei fondovalle principali con conducibilità idraulica da bassa a discreta (indicativamente compresa tra 10^{-4} e 10^{-7} m/s) che ospitano una falda libera di modeste potenzialità produttive ed elevata vulnerabilità sfruttata dai pozzi ad uso domestico ubicati principalmente nei fondovalle (ACQUIFERO SUPERFICIALE).*
- *Depositi permeabili per porosità – depositi pliocenici e del villafranchiano inf. : si tratta dei depositi sabbioso-limosi pliocenici e del villafranchiano inferiore che ospitano in corrispondenza di livelli sabbiosi falde semiconfinate/confinate da livelli prevalentemente limosi sterili con conducibilità idraulica buona (ACQUIFERO PROFONDO).*
- *Depositi permeabili per porosità – depositi del villafranchiano sup. e delle alluvioni terrazzate : si tratta dei depositi prevalentemente limoso-argillosi che costituiscono la parte superiore delle dorsali collinari e che risultano praticamente sterili (ACQUITARDO – ACQUICLUDE).*

Le falde presenti nel sottosuolo non costituiscono un vero e proprio acquifero continuo, infatti la carta geoidrologica non riporta una ricostruzione del pannello piezometrico.

Anche i dati raccolti durante gli studi geologici allegati al piano regolatore mostrano una notevole variabilità da settore a settore (vedi tabella seguente).

Durante l'esecuzione del sondaggio a carotaggio continuo (che ha raggiunto i 15 m di profondità dal p.c.) non è stata segnalata la presenza di acque sotterranee.

⁽³⁾ Dott. Geol. A. Piano, "Verifica di compatibilità idraulica ed idrogeologica delle previsioni dello strumento urbanistico vigente con le condizioni di dissesto redatta ai sensi dell'art. 18 N.d. A PAI ed in conformità con le indicazioni della circ. PGR 7/LAP/96, successiva NTE/99 e DGR 45-6656 del 15/07/2002" – Relazione geologico-tecnica, Febbraio 2013.

CODICE	UBICAZIONE	PROFONDITA'	ACQUIFERO	SOGG.ZA Mar/2000	SOGG.ZA 2007	DATA 2007
		(m)		(m)	(m)	
p1	c/o S.Lucia	5	superficiale		0.90	gen mar
p2	Mulino		superficiale		2.40	gen mar
p3	Refrancore		superficiale		4.40	gen mar
p4	Barcara	19	pressione		18.10	gen mar
p5	Maddalena	23	pressione		Secco	gen mar
p6	Osteria	8	superficiale	7.30	Secco	gen mar
p7	Calcini	32	pressione		Secco	gen mar
p8	Barcara	12	superficiale	secco	Secco	gen mar
p9	Refrancore		superficiale	5.30	6.30	gen mar
p10	Refrancore	5	superficiale		Secco	gen mar
p11	Barcara	20	superficiale		Secco	gen mar
p12	C.na P.te Pattini		superficiale	8.20	6.50	gen mar
p13	C.na P.te Pattini	22	pressione		7.10	gen mar
p14	Refrancore	22	pressione		Secco	gen mar
p15	Refrancore		superficiale		5.00	gen mar
p16	Barcara		pressione	10.80		
p17	Maddalena		superficiale	secco		
p18	Refrancore		pressione	10.30		
p19	Refrancore		superficiale	6.70		
p20	Refrancore		superficiale	5.40		
p21	Calcini		superficiale	6.40		
p22	Calcini		superficiale	7.10		
p23	Bertoglia		superficiale	6.50	7.30	aprile
p24	Refrancore	10	superficiale		secco	aprile
p25	Refrancore	11	superficiale		8.80	aprile
p26	Refrancore	30	pressione		10.50	aprile
p27	Refrancore		superficiale		7	aprile
p28	Refrancore	9	superficiale		secco	aprile
p29	Refrancore	20	pressione		6	aprile
p30	Refrancore	13	superficiale		4.5	aprile
p31	Maddalena	90	pressione		42.80	aprile
p32	Campo calcio	60	pressione		20.50	maggio
p33	C.na Pederiaca	75	pressione		65	maggio
p34	la Valle	7	superficiale		6.30	maggio
p35	C.na Daniele	30	pressione			maggio
p36	Meli	94	pressione		42	maggio
Elenco opere di captazione censite e misurate						

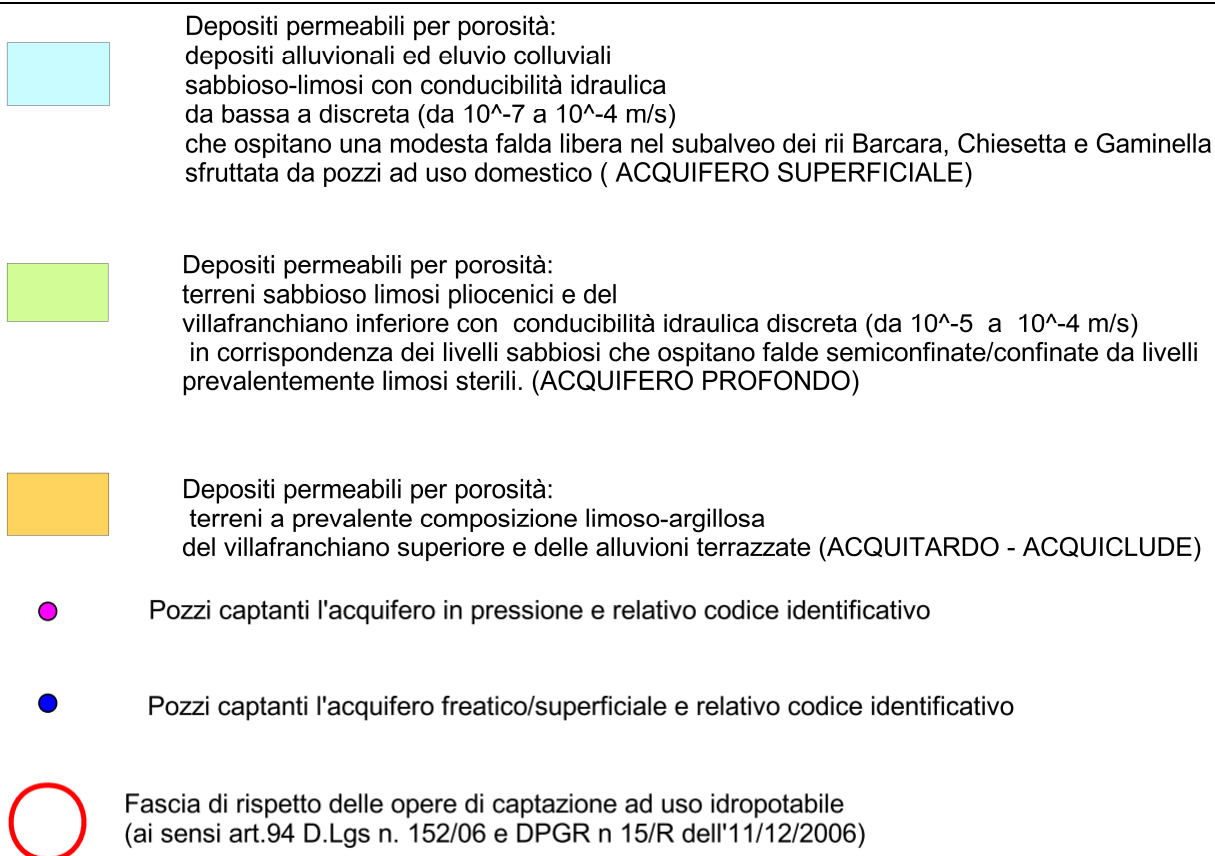
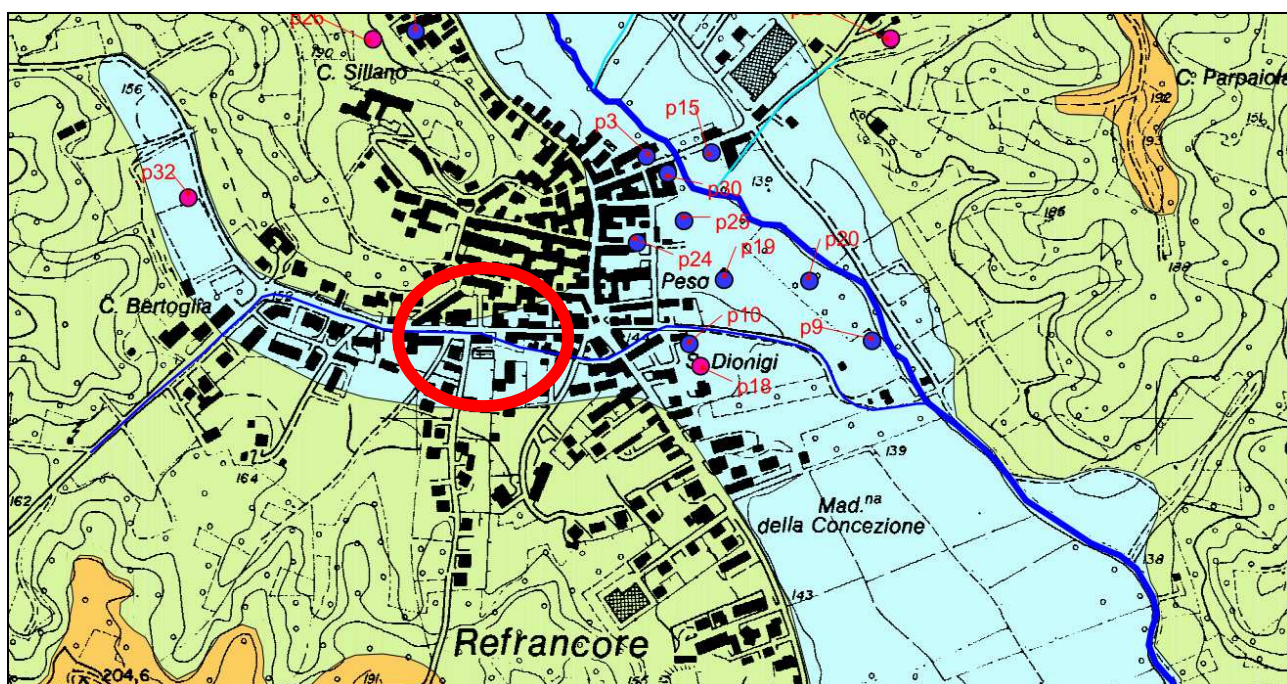


Figura 6: estratto della Carta Geoidrologica e del reticolo idrografico e relativa legenda ⁽⁴⁾.

⁽⁴⁾Dott. Geol. A. Piano, "Verifica di compatibilità idraulica ed idrogeologica delle previsioni dello strumento urbanistico vigente con le condizioni di dissesto redatta ai sensi dell'art. 18 N.d. A PAI ed in conformità con le indicazioni della circ. PGR 7/LAP/96, successiva NTE/99 e DGR 45-6656 del 15/07/2002" - Tav. 5 Carta geo-idrologica e del reticolo idrografico.

5. RELAZIONE SISMICA

5.1 INQUADRAMENTO NORMATIVO E TECNICO

La classificazione sismica attribuisce all'intero territorio nazionale valori differenti del grado di sismicità da considerare nella progettazione delle opere. A livello nazionale la zonizzazione sismica è regolata dall'Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri (OPCM) n. 3274 del 2003 *"Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per la costruzione in zona sismica"* e dalla successiva OPCM 3519 del 2006 *"Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone"*.

Le suddette ordinanze sono state recepite a livello regionale con Delibera Giunta Regionale (DGR) n. 11-13058 del 19 gennaio 2010 e dalla successiva DGR n. 4-3084 del 12 dicembre 2011 (in vigore dal 1 gennaio 2012), integrate e modificate con DGR 7-3340 del 03/02/2012

Secondo quanto riportato nelle DGR di cui sopra, il comune di Refrancore risulta classificato in **Zona sismica 4**.

La normativa sismica a cui si deve fare riferimento, per l'intervento in progetto, è costituita dal D.M. 17.01.2018 "Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni" (NTC) (G.U. n. 42 del 20.02.2018).

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

Tramite queste norme si cerca di salvaguardare la vita umana e di limitare i danni alle costruzioni ed in particolar modo a far sì che i centri essenziali di primo soccorso alla popolazione rimangano in funzione anche dopo un terremoto.

Già con l'entrata in vigore delle Norme Tecniche 2008, l'azione sismica di riferimento veniva valutata in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido a superficie orizzontale.

L'analisi è così condotta sito per sito e non più riferendosi ad una zona sismica territorialmente coincidente con singole entità amministrative, ad un'unica forma spettrale e ad un periodo di ritorno prefissato ed uguale, come avveniva con la normativa precedente.

La pericolosità sismica di un sito è definita come la probabilità che un sisma avente un'entità pari ad un valore prefissato abbia luogo in un determinato lasso di

tempo, questo lasso di tempo viene definito nelle NTC-18 come “*periodo di riferimento*” (V_R) e viene espresso in anni, mentre la probabilità è denominata “*probabilità di eccedenza o di superamento nel periodo di riferimento*” (P_{V_R}).

Ai fini della determinazione delle azioni sismiche secondo le NTC-18, sul territorio nazionale è stata determinata la pericolosità sismica definita convenzionalmente su un sito caratterizzato da sottosuolo rigido (categoria A), da una superficie topografica orizzontale (categoria T1) e da assenza di manufatti (ovvero in campo libero).

Il moto sismico viene definito da tre parametri:

a_g = accelerazione massima al sito;

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

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

Questi valori sono distribuiti sul territorio nazionale su una maglia regolare di punti e permettono di definire le forme spettrali per la generica P_{V_R} .

5.1.1 Stati limite di riferimento

La probabilità di superamento nel periodo di riferimento varia in funzione di quattro diversi stati limite di riferimento che, secondo il par. 3.2.1. delle NTC-18, sono così definiti:

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

Gli stati limite ultimi sono invece:

- **Stato Limite di salvaguardia della Vita** (SLV): a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa

di rigidezza nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidezza per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;

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

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono indicate nella Tab. 3.2.I delle NTC:

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

Figura 7: tabella 3.2.I probabilità di superamento P_{VR} al variare dello stato limite considerato.

Vengono così individuate quattro situazioni che legano il crescere dell'intensità sismica con il progressivo aumento del danneggiamento agli edifici, permettendo di individuare le caratteristiche prestazionali richieste alla generica costruzione.

5.2 CARATTERIZZAZIONE DELL'AZIONE SISMICA SUL TERRENO IN ESAME SECONDO LE N.T.C. 2018

5.2.1 Calcolo del periodo di riferimento per l'azione sismica

Per il calcolo del periodo di riferimento dell'azione sismica ci si basa su quanto affermato nel par. 2.4.3. delle NTC-18, ovvero il periodo di riferimento (V_R) si ricava dalla moltiplicazione della vita nominale (V_N) per il coefficiente d'uso (C_U).

Il *range* di scelta di questi due parametri viene definito dalle NTC-18 mediante due tabelle: la tabella 2.4.I per la vita nominale e la tabella 2.4.II per il coefficiente d'uso, entrambe riportate in seguito.

La vita nominale di un'opera è il periodo durante il quale l'opera deve assolvere al compito per la quale è stata progettata, durante tale periodo l'opera stessa deve essere sottoposta a soli interventi di manutenzione ordinaria.

La classe d'uso è funzione dell'affollamento presente in una costruzione durante un eventuale azione sismica, le NTC-18 forniscono quattro classi di riferimento a ciascuna classe corrisponde un coefficiente:

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

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

Figura 8: tabella 2.4.I - vita nominale (V_N), in funzione dei tipi di costruzione così come definita nelle NTC-18.

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

Figura 9: tab. 2.4.II – Coefficiente d'uso (C_U) in base alla classe d'uso, secondo le NTC-18.

Nel caso in esame è stato scelto un valore di vita nominale pari a 100 anni $V_N = 100$ anni, mentre per la classe d'uso si è posta l'opera in progetto nelle **classe IV**, ovvero quella caratterizzata da un coefficiente d'uso pari a 2.0, $C_U = 2.0$.

Pertanto risulta che il periodo di riferimento (V_R) per l'opera in progetto è:

$$V_R = V_N \times C_U = 100 \times 2.0 = 200 \text{ anni.}$$

Una volta valutato il periodo di riferimento V_R della costruzione (espresso in anni) si ricava per ciascuno stato limite e relativa probabilità di eccedenza P_{VR} , nel periodo di riferimento V_R , il periodo di ritorno T_R del sisma.

Si utilizza a tal fine la relazione: $T_R = -V_R / \ln(1 - P_{VR}) = -C_U \times V_N / \ln(1 - P_{VR})$.

5.2.2 Indagini geofisiche finalizzate alla definizione della categoria di sottosuolo

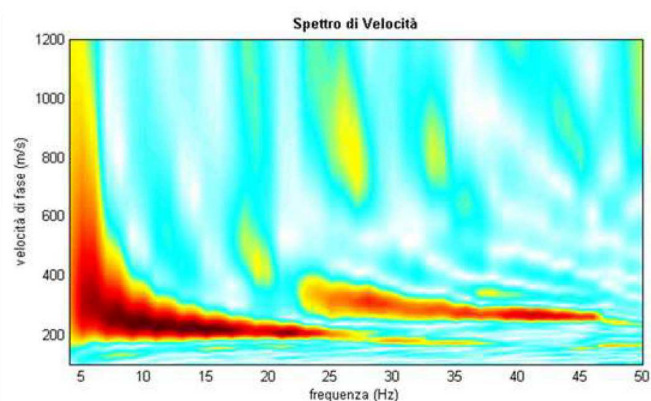
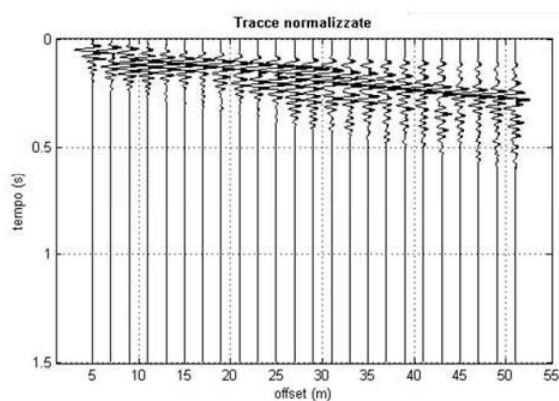
In data 07/05/2018 è stata eseguita un'indagine geofisica sismica di tipo MASW composta da uno stendimento di geofoni verticali (costituito da 24 geofoni).

La tipologia di indagine eseguita viene chiamata MASW, acronimo di Multichannel Analysis of Surface Waves, e consiste nell'immissione di onde sismiche nel terreno e di misurarne i tempi di arrivo a due stendimenti di geofoni composti ciascuno di 12 geofoni distanziati di 2 m l'uno dall'altro, i due stendimenti vengono posti ai lati opposti di un sismografo.

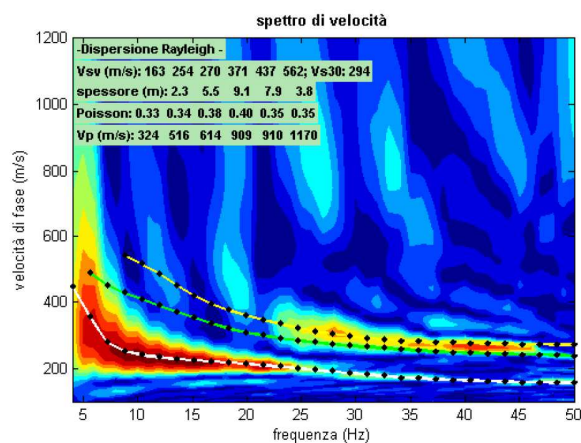
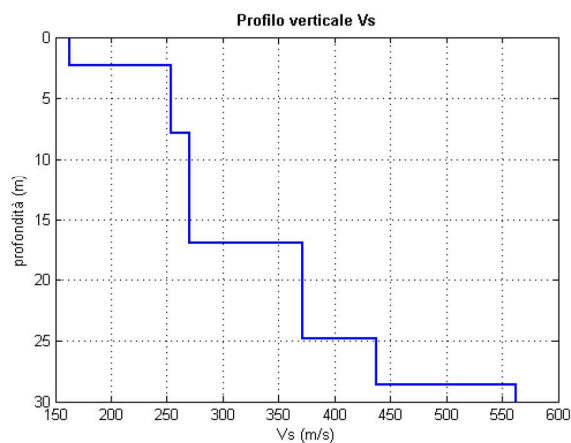
L'indagine, eseguita dalla CITIEMME srl di Torino (a cui si rimanda alla specifica relazione tecnica per un approfondimento della descrizione dell'indagine), ha permesso di definire la velocità delle onde sismiche nei primi 30 m di profondità (V_s 30), che è risultata essere di 294 m/s e di conseguenza di classificare l'area in esame nella categoria di sottosuolo "C".

Si esclude la possibilità di avere il substrato cristallino a meno di 30 m dal p.c..

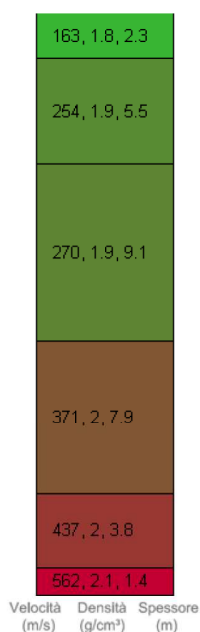
DATI ACQUISITI E SPETTRO DI VELOCITA' CALCOLATO



PROFILO VERTICALE DI Vs IDENTIFICATO E SPETTRO DI VELOCITA' CON CURVA DI DISPERSIONE



PROFILO VERTICALE DI Vs IDENTIFICATO



MODELLO INDIVIDUATO

Profondità	Vs (m/s)
2.3	163
7.8	254
16.9	270
24.8	371
28.6	437
half space	562

$$V_{s,eq} = V_{s,30} = 294 \text{ m/s}$$

Regione Piemonte
Provincia di Asti
Comune di Refrancore

Scuola Primaria di Via Asti
Progetto di adeguamento

INDAGINE GEOFISICA MASW
(multichannel analysis of surface waves)

MASW 1

PROFILO VERTICALE Vs

Committente:

COMUNE DI REFRANCORE



Tavola

M-01

Data: 07/05/2018
Operatore: geol. M. Lavezzo

5.2.3 Azione sismica attesa al sito

Come riportato in precedenza (vedi par. 5.1) l'azione sismica di riferimento è stata calcolata per il territorio nazionale in condizioni di sottosuolo rigido e superficie topografica orizzontale, condizioni però che non corrispondono alle casistiche reali in cui ci si trova ad operare.

Poiché la tipologia di sottosuolo e la topografia di un'area influenzano notevolmente la risposta sismica locale, ovvero l'effetto che un'area subisce quando un'azione sismica raggiunge la superficie, sarà necessario modificare l'azione sismica di riferimento con dei coefficienti che sono funzione della litologia del sottosuolo e delle condizioni topografiche.

Gli effetti topografici vengono sintetizzati nella tab. 3.2.IV delle NTC-18 in quattro categorie basate sull'inclinazione media dei terreni circostanti all'area in cui è previsto l'intervento, in particolare le quattro categorie vengono così definite:

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

Figura 10: tabella 3.2.IV delle NTC-18 – categorie topografiche e loro descrizione.

Nel caso in esame, trattandosi di un'area mediamente acclive, la categoria topografica può essere assunta, cautelativamente, come pari a **T1**.

La "risposta sismica locale", termine con il quale si intende l'azione sismica quale essa emerge in "superficie" a seguito delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza subite trasmettendosi dal substrato rigido, è funzione anche della stratigrafia dell'area, risulterà pertanto fondamentale la definizione della categoria di sottosuolo.

Più dettagliatamente, la normativa distingue le seguenti 5 categorie di terreni di fondazione:

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> , caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D</i> , con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Figura 11: tabella 3.2.II – categorie di sottosuolo e loro caratteristiche secondo le NTC-18.

Nelle definizioni precedenti, il termine V_{S30} è la velocità media di propagazione entro 30 m di profondità delle onde di taglio, che viene calcolata con la seguente espressione:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}, \text{ con:}$$

h_i spessore dell' i -esimo strato;

$V_{S,i}$ velocità delle onde di taglio nell' i -esimo strato;

N numero di strati;

H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_S non inferiore a 800 m/s.

Nel caso in esame il sottosuolo dell'area in esame è stata classificata come appartenente alla categoria "C".

Per la determinazione dei parametri spettrali che caratterizzano l'azione sismica al sito in esame è stato utilizzato un software apposito "Geostru PS Parametri Sismici", sviluppato e fornito a livello *open source* sul sito web www.geostru.com.

Il programma è direttamente utilizzabile *on line* sul sito web dell'azienda produttrice di software: "Geostru Software", sulla base delle coordinate geografiche del sito oggetto di studio (esprese come latitudine e longitudine) e degli altri parametri discussi nei paragrafi precedenti fornisce gli spettri sismici associati al sito, relativi ai 4 stati limite previsti dalle NTC.

Calcolo degli spettri sismici per il sito

Ubicazione:



Caratteristiche del sito in esame:

Latitudine	44,937°
Longitudine	8,343°
Classe	IV
Vita nominale	100

Siti di riferimento:

Sito 1	ID: 14468	Lat: 44,9240	Lon: 8,3371	Distanza: 1516,693
Sito 2	ID: 14469	Lat: 44,9270	Lon: 8,4074	Distanza: 5204,017
Sito 3	ID: 14247	Lat: 44,9770	Lon: 8,4032	Distanza: 6501,010
Sito 4	ID: 14246	Lat: 44,9739	Lon: 8,3328	Distanza: 4178,796

Coordinate geografiche espresse in ED50

Parametri sismici:

Categoria sottosuolo	C
Categoria topografica	T1
Periodo di riferimento	100 anni
Coefficiente cu	2,0

	Probabilità di superamento (%)	Tr (anni)	Ag (g)	Fo (-)	Tc* (s)
Operatività SLO	81	120	0,029	2,628	0,218
Danno SLD	63	201	0,034	2,645	0,239
Salvaguardia della vita SLV	10	1898	0,060	2,810	0,315
Prevenzione dal collasso SLC	5	2475	0,064	2,841	0,321

Coefficienti sismici:

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.009	0.010	0.018	0.019
kv	0.004	0.005	0.009	0.010
Amax [m/s ²]	0.425	0.501	0.887	0.942
Beta	0.200	0.200	0.200	0.200

6. MODELLO GEOTECNICO

6.1 INTERPRETAZIONE DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE

In questo paragrafo verranno estrapolati i parametri geotecnici caratteristici necessari alla ricostruzione del modello geotecnico del sottosuolo come richiesto dalla nuova normativa tecnica più volte citata nel corso della relazione (Norme Tecniche per le Costruzioni 2018, ex D.M. 17/01/2018): *“i valori caratteristici delle grandezze fisiche e meccaniche da attribuire ai terreni devono essere ottenuti [...] attraverso l’interpretazione dei risultati di prove e misure in sito”*, che in questo caso sono rappresentate dalle prove eseguite.

Per valore caratteristico di un parametro geotecnico deve intendersi una stima ragionata e cautelativa del valore del parametro nello stato limite considerato.

Le elaborazioni sono state effettuate mediante un programma di calcolo automatico Dynamic Probing della *GeoStru Software*.

Il programma permette di utilizzare i dati ottenuti dall’effettuazione di prove penetrometriche standard per estrapolare utili informazioni geotecniche e geologiche e permette l’elaborazione statistica dei dati numerici.

Dopo aver valutato l’angolo di attrito dei depositi a partire dalle prove geotecniche eseguite, è stato possibile calcolare il 5° percentile della distribuzione della media per i valori ricavati, che rappresenta il **valore caratteristico del parametro geotecnico** in esame.

Il calcolo del 5° percentile è stato svolto utilizzando l’apposito foglio di calcolo messo a punto dal dott. geol. Luca Nori e distribuito dallo stesso in occasione del citato corso di aggiornamento professionale relativo a *“Caratterizzazione geotecnica e parametri di progetto secondo l’EC7 e il DM 14 01 08 - Norme Tecniche per le Costruzioni”*, organizzato con il patrocinio dell’Ordine Regionale dei Geologi del Piemonte.

Si evidenzia che nel momento in cui andranno effettuati i calcoli di verifica geotecnica sarà necessario applicare gli opportuni coefficienti di riduzione, determinati in base al singolo Approccio progettuale per ottenere il valore di progetto del parametro geotecnico considerato (come richiesto dalla normativa D.M. 17/01/2018).

Per la valutazione del peso di volume si è fatto riferimento a valori medi tipicamente utilizzati nella letteratura tecnica e indicati, inoltre, negli elaborati geologici allegati alla Variante di PRGC del Comune di Refrancore (citata precedentemente).

6.2 MODELLO GEOTECNICO DEL SOTTOSUOLO

Come definito dalle NTC-18 *per modello geotecnico si intende uno schema rappresentativo delle condizioni stratigrafiche, del regime delle pressioni interstiziali e della caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni e delle rocce comprese nel volume significativo, finalizzato all'analisi quantitativa di uno specifico problema geotecnico.*

Alla luce di quanto fin qui discusso e della definizione sopra riportata il modello geotecnico per l'area in esame può essere schematizzato così:

STRATO GEOTECNICO 0 – profondità 0,0 – 2,1 m da p.c.: terreno vegetale nei primi 30 cm e terreno di riporto (presenza mattoni) verosimilmente non compattato; parametri geotecnici: peso di volume (γ) = 1,6 t/m³, angolo di attrito (ϕ) = 20°, coesione drenata (c) = 0 kPa; valore di S.P.T. di riferimento = 5;

STRATO GEOTECNICO 1 – profondità 2,1 – 5,6 m da p.c.: sabbie limose, poco addensate, talora livelli argillosi e torbosi; parametri geotecnici: peso di volume (γ) = 1,8 t/m³, angolo di attrito (ϕ) = 24°, coesione drenata (c) = 0 kPa; valore di S.P.T. di riferimento = 9; Modulo Edometrico = 46 kg/cm²; Modulo di Young=45 kg/cm²; Modulo di Poisson=0,34; Modulo di deformazione a taglio dinamico (G)=478 kg/cm²

STRATO GEOTECNICO 2 – profondità 5,6 – 7,7 m da p.c.: sabbie limose o debolmente limose, mediamente addensate;; parametri geotecnici: peso di volume (γ) = 1,8 t/m³, angolo di attrito (ϕ) = 28°, coesione drenata (c) = 0 kPa; valore di S.P.T. di riferimento = 25; Modulo Edometrico = 78 kg/cm²; Modulo di Young=93 kg/cm²; Modulo di Poisson=0,30; Modulo di deformazione a taglio dinamico (G)=893 kg/cm²

STRATO GEOTECNICO 3 – profondità 7,7 – 15,0 m da p.c.: limi argillosi o debolmente sabbiosi, addensati; parametri geotecnici: peso di volume (γ) = 2,0 t/m³, angolo di attrito (ϕ) = 31°, coesione drenata (c) = 0 kPa; valore di S.P.T. di riferimento = 32 ; Modulo Edometrico = 93 kg/cm²; Modulo di Young=114 kg/cm²; Modulo di Poisson=0,29; Modulo di deformazione a taglio dinamico (G)=1038 kg/cm²

Per quanto riguarda le verifiche geotecniche e sismiche previste dal D.M. 17/01/2018 – N.T.C. 18 si rimanda alle relazioni elaborate dallo studio Leving di Torino.

6.3 VERIFICA A LIQUEFAZIONE

La verifica della liquefazione del sito in esame può essere esclusa in quanto ricade nel comma 1 del punto 7.11.3.4.2 – *Esclusioni della verifica a liquefazione*.

In questo comma si dice la verifica alla liquefazione può essere omessa per *accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g*.

Nel caso in esame si può calcolare che l'accelerazione attesa al sito è pari a: 0.942 m/s^2 , trasformando il valore di accelerazione espresso in "g" risulta che l'accelerazione massima attesa al sito è di $0,096 \text{ g}$, valore che risulta inferiore a 0.1g e che permette pertanto di escludere il sito dalla verifica a liquefazione.

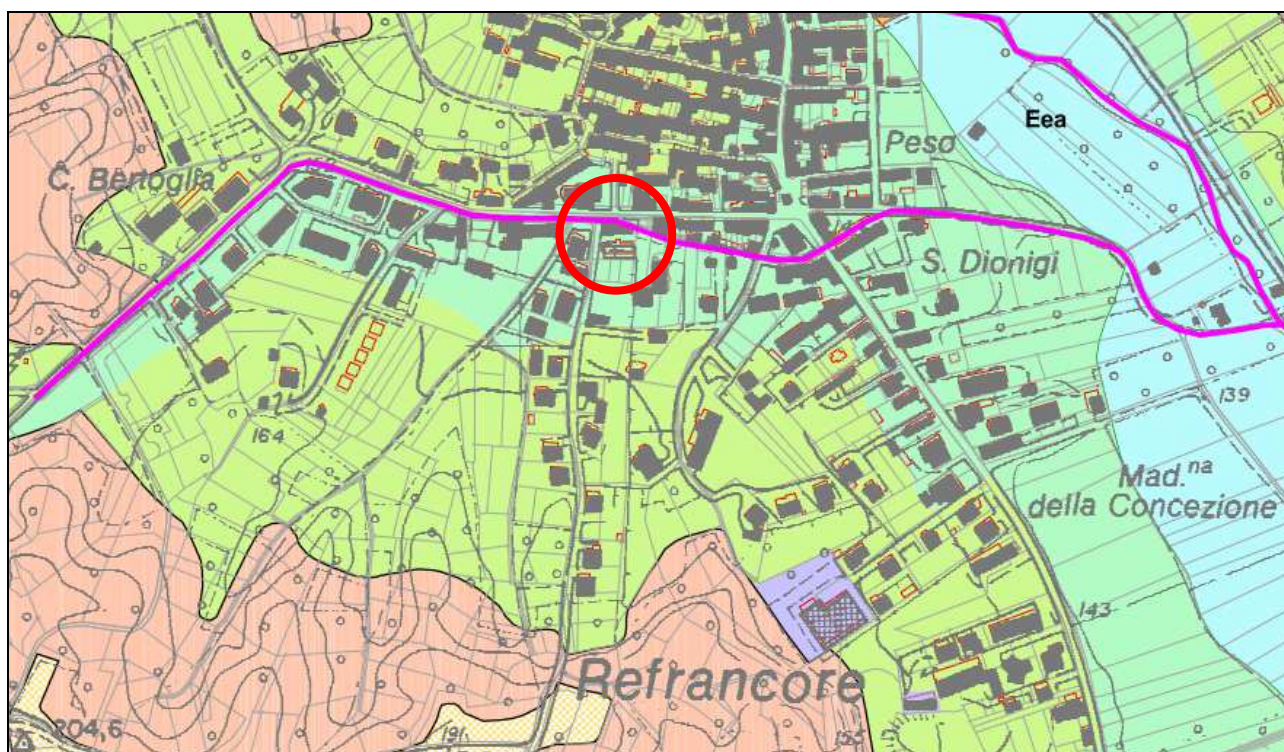
7. ANALISI DELLA PERICOLOSITÀ GEOLOGICA

Per l'analisi della pericolosità geologica è stata analizzata la "Carta di Sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica" ⁽⁵⁾ – redatta ai sensi delle prescrizioni della circolare 7/LAP della Regione Piemonte e della relativa Nota Tecnica Esplicativa.

Nella "Carta di sintesi" l'area in esame ricade in classe IIa, che corrisponde *aree di fondovalle pianeggianti e subpianeggianti localizzate nei fondovalli principali (Rio Barcara, Rio Gaminella e Rio Chiesetta) che possono essere soggette localmente a ristagni d'acqua e/o a modesti allagamenti dovuti ad acque a bassa energia e ridotte altezze; tali area sono localizzate su un deposito alluvionale sede di una falda freatica i cui valori di soggiacenza possono talora essere prossimi al p.c.; inoltre tali depositi sono granulometricamente fini e normalconsolidati, ciò significa che le caratteristiche geotecniche degli stessi sono solitamente mediocri o scadenti.*

In fase di sopralluogo, non sono emerse particolari evidenze di dissesti geomorfologici ed idrogeologici interferenti con l'area su cui è previsto l'intervento in progetto.

⁽⁵⁾ Dott. Geol. A. Piano, "Verifica di compatibilità idraulica ed idrogeologica delle previsioni dello strumento urbanistico vigente con le condizioni di dissesto redatta ai sensi dell'art. 18 N.d. A PAI ed in conformità con le indicazioni della circ. PGR 7/LAP/96, successiva NTE/99 e DGR 45-6656 del 15/07/2002" - Tav. 6 Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica, aprile 2012.



CLASSE II : pericolosità geomorfologica moderata

porzioni di territorio nelle quali le condizioni di modesta e/o moderata pericolosità geomorfologica possono essere superate attraverso l'adozione ed il rispetto di modesti interventi tecnici realizzabili in fase di progetto esecutivo nell'ambito del singolo lotto edificatorio o dell'intorno significativo.

- Classe IIa : Settori di fondovalle pianeggianti e subpianeggianti.
 - Classe IIb : Settori di crinale subpianeggianti.
 - Classe IIc : Settori di versante e/o di raccordo con il fondovalle caratterizzati da debole a media acclività
 - Classe IIId : Settori localizzati in prossimità del piede di scarpate con altezza rilevante
-
- Reticolo idrografico principale per il quale si prevede una fascia di rispetto di 10 m per sponda normativamente assimilabile a quanto previsto dal R.D. 523/1904
 - Reticolo idrografico secondario per il quale si prevede una fascia di rispetto di 5 m per sponda
 - Zona di tutela assoluta del pozzo idropotabile di fraz. Meli (determinazione 179 del 8/5/09 ai sensi del DPGR 15/R/2006)
 - Zona di rispetto ristretta del pozzo idropotabile di fraz. Meli (determinazione 179 del 8/5/09 ai sensi del DPGR 15/R/2006)
 - Zona di rispetto allargata del pozzo idropotabile di fraz. Meli (determinazione 179 del 8/5/09 ai sensi del DPGR 15/R/2006)

Figura 12: Carta di sintesi e relativa legenda semplificata, allegate al Piano Regolatore Generale del Comune di Refrancore. Viene evidenziata in rosso l'ubicazione dell'area in esame.

8. CONCLUSIONI

L'intervento di adeguamento strutturale dell'edificio ospitante la scuola primaria in Via Asti, 24 a Refrancore (AT), prevede una serie di interventi con lo scopo di diminuire il rischio di vulnerabilità sismica.

Per una descrizione di maggior dettaglio di tutti gli interventi in progetto si rimanda alle tavole e alla relazione a firma dello Studio Leving di Torino.

Per la realizzazione dello studio si è fatto riferimento alla documentazione bibliografica reperita nella letteratura geologica, ai dati riportati sugli allegati geologici del Piano Regolatore ed ai risultati emersi dalle indagini geognostiche realizzate in sito (una prova geofisica di tipo MASW, un sondaggio a carotaggio continuo e prove S.P.T. in foro).

Grazie ai dati così acquisiti si è potuta effettuare una modellazione geologica preliminare del sito, così da definire i lineamenti geomorfologici della zona, gli eventuali processi morfologici ed i dissesti in atto o potenziali e la loro tendenza evolutiva, la successione litostratigrafica locale e lo schema della circolazione idrica superficiale e sotterranea.

Dal punto di vista geotecnico, i risultati delle indagini realizzate in sito, sono stati invece utilizzati per procedere alla caratterizzazione e modellazione geotecnica e sismica del terreno di fondazione e la determinazione dei valori caratteristici delle grandezze fisiche e meccaniche da attribuire ai terreni.

Si raccomanda in fase di esecuzione delle perforazioni di verificare la successione litostratigrafica ipotizzata e monitorare l'eventuale presenza di acque sotterranee e nel caso di adottare gli opportuni accorgimenti tecnici ed eventualmente apportare le modifiche necessarie agli interventi previsti

In definitiva, sulla base dei dati disponibili e di quanto discusso nella presente relazione, si evince la sostanziale idoneità dell'area, relativamente agli aspetti geologici, geomorfologici ed idrogeologici, così come di quelli sismici e geotecnici, all'intervento proposto.