



Comune di Bregnano

Piazza IV Novembre, 9

22070 Bregnano (Co)

il Sindaco:

DADDI ELENA

Segretario:

DOTT. ANDREA FIORELLA

resp. ufficio urbanistica - edilizia privata

GEOM. ENRICO CALEFFI

Piano di Governo del Territorio

ai sensi L.R. 12/2005 s.m.i.

Variante generale al Piano di Governo del Territorio

COMPONENTE GEOLOGICA

Adozione:

C G - R1

Approvazione:

Pubblicazione sul BURL:

TITOLO: **AGGIORNAMENTO DELLA COMPONENTE GEOLOGICA E
SISMICA DEL PGT - RELAZIONE ILLUSTRATIVA**

REV. MAGGIO 2024



TP4
ASSOCIATI
STUDIO PROGETTAZIONE

GRUPPO DI LAVORO:

Barbara Laria
architetto

Roberto Laria
ingegnere

Giorgio Motta
architetto

dott.pt Massimo Rossati
dott.pt Mauro Bini
Dott.Geol. Samuele Azzan
Arch. Elisa Gaffuri

VIA CARCANO 14- CANTU'-COMO-031.70.12.50 tp4associati@pec.it www.tp4associati.com tp4progetti@tp4associati.com

INDICE

0.	PREMESSA	2
1.	AGGIORNAMENTO DELLA COMPONENTE SISMICA.....	4
2.	AGGIORNAMENTO DELLA CARTOGRAFIA TECNICA.....	11
2.1	RETICOLO IDROGRAFICO COMUNALE	11
2.2	CARTA PAI-PGRA	13
2.3	CARTA DEI VINCOLI GEOLOGICI.....	14
2.4	CARTA DI SINTESI.....	14
2.5	CARTA DI FATTIBILITÀ.....	14
3.	STUDIO COMUNALE DEL RISCHIO IDRAULICO.....	15

Allegati a fine testo

Allegato 1 – Metodologia MASW e analisi di rsl

Allegato 2 – sezioni idrauliche PAI-PGRA

Aggiornamento tavole fuori testo

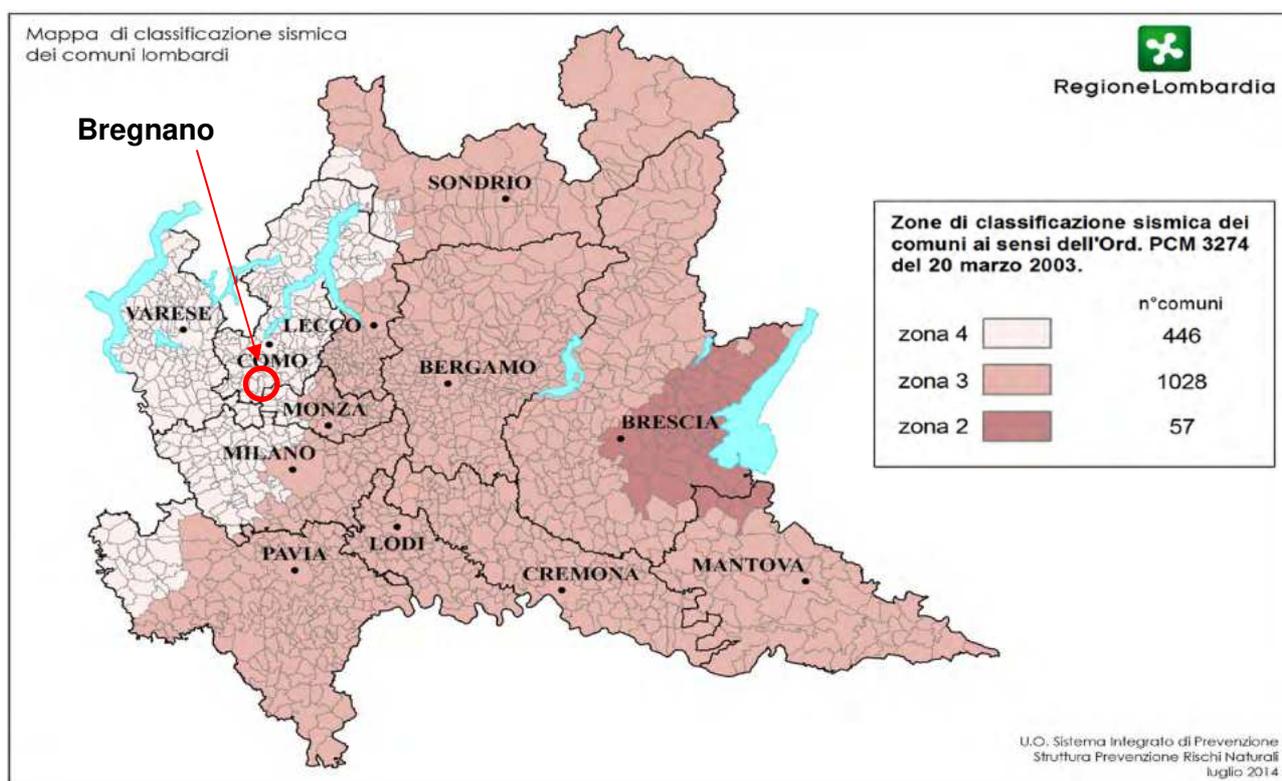
Tavola CG-1	Carta PAI-PGRA	scala 1:5.000
Tavola CG-2	Carta dei VINCOLI GEOLOGICI	scala 1:5.000
Tavola CG-3	Carta di PSL di 1° e 2° LIVELLO	scala 1:5.000
Tavola CG-4	Carta di SINTESI	scala 1:5.000
Tavola CG-5 (A-B-C-D)	Carta DI FATTIBILITA' GEOLOGICA	scala 1:2.000
Tavola CG-6	Carta DI FATTIBILITA' GEOLOGICA	scala 1:10.000
Tavola RIM-1	Carta DI INDIVIDUAZIONE DEL RETICOLO MINORE	scala 1:5.000
Tavola RIM-2	Carta DELLE FASCE DI RISPETTO IDRAULICO DEL RETICOLO MINORE	scala 1:5.000

0. PREMESSA

Su incarico dell'Amministrazione comunale di Bregnano (CO) si redige la presente relazione di aggiornamento dello studio geologico a supporto della variante al Piano di Governo del Territorio, ai sensi della D.G.R. n.IX/2616 del 30 novembre 2011 e s.m.i. "Aggiornamento dei Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, alla L.R. 11 marzo 2005, n°12".

Il precedente P.G.T. è stato supportato dallo studio geologico già aggiornato da Dott. Geol. Fausto Crippa nel marzo 2014.

Con l'entrata in vigore della D.G.R. n.X/2129 dell'11 luglio 2014 "Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia" il comune di Bregnano è stato mantenuto entro la classificazione di **zona sismica 4** (sismicità molto bassa).



Classificazione sismica dei comuni della Lombardia (D.G.R. n. X/2129 dell'11/07/2014)

La classificazione del comune di Bregnano in zona sismica 4 non comporta particolari adeguamenti della componente sismica del P.G.T. comunale secondo le disposizioni di cui ai vigenti criteri attuativi dell'art.57 della L.R. 12/2005, definiti nella D.G.R. n. IX/2616 del 30 novembre 2011, e in conformità al D.M. 17 gennaio 2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni".

Tuttavia è interesse dell'amministrazione comunale ottemperare a quanto previsto dalla normativa Regionale in merito agli approfondimenti della pericolosità sismica locale per gli edifici strategici e rilevanti.

Per questo motivo sono state individuate 4 aree specifiche ove procedere con i dovuti approfondimenti in materia sismica:

1. R.S.A. di Via J.F. Kennedy 70 (rilevante)

2. Centro Polifunzionale di Via Nazario Sauro 16 (rilevante)
3. Municipio di Via Roma 7 (strategico)
4. Scuola Elementare di Via A. Diaz (rilevante)

Attraverso l'aggiornamento della componente sismica dello studio geologico a supporto del P.G.T. il Comune di Bregnano sarà dotato di uno strumento aggiornato di previsione degli effetti sismici locali e di valutazione preliminare dell'adeguatezza o meno dell'approccio semplificato previsto dalla normativa antisismica nazionale nel considerare gli effetti locali nella definizione dell'azione sismica.

A tale scopo, sulla base dei risultati ottenuti da indagini sismiche effettuate sulle 4 aree, è stata redatta una **Carta di Pericolosità Sismica Locale di 2° livello**, che aggiorna anche la precedente Carta di primo livello.

Il presente aggiornamento recepisce inoltre gli esiti dello **Studio Comunale di Gestione del Rischio Idraulico** ai sensi del Regolamento Regionale 23 novembre 2017 n.7 (art. 14 comma 8) e s.m.i. "*Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica*", documento redatto contestualmente a questo aggiornamento del PGT.

Ai fini dell'aggiornamento del P.G.T., è stata recepita anche la D.G.R. n. X/6738 del 19 giugno 2017 "*Disposizioni regionali concernenti l'attuazione del piano di gestione dei rischi di alluvione (PGRA) nel settore urbanistico e di pianificazione dell'emergenza, ai sensi dell'art. 58 delle norme di attuazione del piano stralcio per l'assetto idrogeologico (PAI) del bacino del Fiume Po così come integrate dalla variante adottata in data 7 dicembre 2016 con deliberazione n. 5 dal comitato istituzionale dell'autorità di bacino del Fiume Po*".

Il territorio di Bregnano interessato da alcune aree individuate nel P.G.R.A. (aggiornamento 2021), in ambito di Reticolo Principale (zone allagabili per eventi di piena del Torrente Lura), pertanto è stata redatta la Carta PAI-PGRA, come previsto da normativa e recepite le perimetrazioni del PGRA negli elaborati del PGT.

Come meglio descritto nei paragrafi successivi, nell'ambito dell'aggiornamento della componente geologica al P.G.T. sono state apportate modifiche alla cartografia tecnica (Carta di Sintesi, Carta dei Vincoli geologici, Carta di Fattibilità geologica) rispetto alle precedenti versioni aggiornate nel 2014.

Sono state aggiornate le Norme Geologiche di Piano recependo le disposizioni derivanti dai differenti campi normativi e perimetrazioni.

Infine sono state apportate delle modifiche non sostanziali all'individuazione del Reticolo Idrico Minore Comunale, che si limitano solo ad adeguamenti cartografici e errori materiali, lasciando invariato l'impianto normativo delle Norme di Polizia Idraulica vigenti.

La presente revisione datata maggio 2024 comprende il recepimento delle prescrizioni di cui al parere regionale (Proposta di DGR n. 30 del 29/03/2024), relative alla completezza della componente geologica del PGT.

1. AGGIORNAMENTO DELLA COMPONENTE SISMICA

La riclassificazione delle zone sismiche sul territorio regionale deriva dal recepimento da parte di Regione Lombardia della O.P.C.M. 3519/2006 "Criteri generali per l'identificazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone", nella quale viene indicata come riferimento per l'individuazione delle nuove zone sismiche la Mappa nazionale di Pericolosità Sismica (da I.N.G.V.).

I valori soglia per la classificazione delle zone sismiche sono i seguenti:

zona	accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10 % in 50 anni [a _g /g]	accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme Tecniche) [a _g /g]
1	> 0,25	0,35
2	0,15-0,25	0,25
3	0,05-0,15	0,15
4	<0,05	0,05

Zona 1: è la zona più pericolosa, dove possono verificarsi forti terremoti

Zona 2: zona in cui possono verificarsi terremoti abbastanza forti

Zona 3: zona in cui possono verificarsi scuotimenti modesti

Zona 4: zona meno pericolosa; possibilità di danni sismici bassa

Secondo la D.G.R. n. X/2129 dell'11/07/2014 per il comune di Bregnano viene indicato un valore di accelerazione orizzontale massima **ag** attesa su suolo rigido pari a **0,041406 g**, rientrando di conseguenza in zona **sismica 4**.

Dal punto di vista della normativa tecnica associata alla nuova classificazione sismica, la progettazione per tutte le zone sismiche e per tutte le tipologie di edifici è attualmente regolata dal D.M. 17 gennaio 2018 (*Norme Tecniche per le Costruzioni*).

Secondo le N.T.C. 2018, ai fini della definizione dell'azione sismica si individuano le seguenti categorie di profilo stratigrafico del suolo di fondazione:

A) *Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi* 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) *Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti*, 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) *Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti* 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) *Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti*, 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) *Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D*, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Le N.T.C. 2018 individuano inoltre le seguenti categorie topografiche ai fini della definizione dell'azione sismica:

Categoria topografica	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 $i > 30^\circ$

La metodologia per la valutazione dell'amplificazione sismica locale, in adempimento a quanto previsto dalla D.G.R. 1566 del 22 dicembre 2005, dalla D.G.R. 7374/2008 e dalla D.G.R. n.IX/2616/2011, si basa su tre livelli successivi di approfondimento, in funzione della zona sismica di appartenenza e degli scenari di pericolosità sismica locale (PSL).

	Livelli di approfondimento e fasi di applicazione		
	1^ livello fase pianificatoria	2^ livello fase pianificatoria	3^ livello fase progettuale
Zona sismica 2-3	obbligatorio	Nelle zone PSL Z3 e Z4 se interferenti con urbanizzato e urbanizzabile, ad esclusione delle aree già inedificabili	- Nelle aree indagate con il 2^ livello quando F_a calcolato > valore soglia comunale; - Nelle zone PSL Z1e Z2.
Zona sismica 4	obbligatorio	Nelle zone PSL Z3 e Z4 solo per edifici strategici e rilevanti di nuova previsione (elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03)	- Nelle aree indagate con il 2^ livello quando F_a calcolato > valore soglia comunale; - Nelle zone PSL Z1 e Z2 per edifici strategici e rilevanti.

Il **1° livello di approfondimento**, da svolgersi in fase pianificatoria, è obbligatorio per tutti i comuni lombardi e prevede l'individuazione delle aree che possono dar luogo ad amplificazione sismica (topografiche, litologiche e geometriche) o a fenomeni di instabilità, cedimenti, liquefazioni o comportamenti differenziali.

Di seguito si riporta la tabella degli scenari di Pericolosità sismica locale (PSL) definiti nella D.G.R. n.IX/2616 del 2011.

Sigla	SCENARIO DI PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE	EFFETTI
Z1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	
Z1b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	Instabilità
Z1c	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana	
Z2	Zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti (riporti poco addensati, depositi altamente compressibili,...) Zone con depositi granulari fini saturi	Cedimenti e/o liquefazioni
Z3a	Zona di ciglio H>10m (scarpata, bordo di cava, nicchia di distacco...)	Amplificazioni topografiche
Z3b	Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo appuntite - arrotondate	
Z4a	Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali granulari e/o coesivi	
Z4b	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre	Amplificazioni litologiche
Z4c	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)	
Z4d	Zone con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio - colluviale	
Z5	Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse	Comportamenti differenziali

Per quanto riguarda l'individuazione delle zone PSL entro il territorio comunale, è stata aggiornata la **Carta di 1° livello** di approfondimento sismico redatta nel 2014 come segue:

- E' stata stralciata per intero l'attribuzione allo scenario Z2 che occupava gran parte del territorio comunale, in favore dello scenario di amplificazione litologica. Questa scelta è stata effettuata in quanto, in territori a bassa sismicità, l'approfondimento in merito a i cedimenti post-sismici e alla liquefazione, viene quasi sempre omesso per valori di bassa accelerazione e non viene comunque spesso affrontato il tema dell'amplificazione litologica. Si ritiene che quest'ultimo sia più importante per questo si indica in carta come scenario prevalente. Liquefazione e cedimenti sono comunque e in ogni caso tematiche da affrontare a livello progettuale come prescritto dalle NTC2018;
- Sono stati stralciati gli scenari Z5, indicati nel precedente studio, come contatti fra coperture e ceppo cementato, in quanto si ritengono poco significativi (contatto stratigrafico a bassa impedenza acustica) e inoltre ubicati in zona di scarpata fluviale non urbanizzata ne' urbanizzabile;

Il **2° livello di approfondimento**, da svolgersi in fase pianificatoria **solo per edifici strategici o rilevanti**, permette la caratterizzazione semiquantitativa degli effetti di sito o di amplificazione sismica locale in termini di Fattore di amplificazione (F_a), individuando, nell'ambito degli scenari qualitativi suscettibili di amplificazione sismica morfologica e litologica (zone Z3 e Z4), le aree in cui la normativa nazionale risulta sufficiente o insufficiente a tenere in considerazione gli effetti sismici.

Il valore di F_a viene calcolato relativamente a due intervalli di periodo (0,1 - 0,5 s e 0,5 - 1,5 s) in funzione del periodo proprio delle tipologie edilizie presenti più frequentemente nel territorio regionale, rispettivamente per strutture basse, regolari e piuttosto rigide, e per strutture più alte e più flessibili.

Nello specifico gli approfondimenti riguardano 3 aree che ospitano edifici rilevanti e 1 area che ospita un edificio strategico (Municipio), in scenario PSL Z4 (amplificazione litologica)

Il valore di F_a per le amplificazioni litologiche viene calcolato per entrambi gli intervalli 0,1-0,5 s e 0,5-1,5 s, e viene confrontato con i rispettivi valori di soglia comunali forniti dal Politecnico di Milano e messi a disposizione da Regione Lombardia.

VALORI DI SOGLIA PER IL COMUNE DI BREGNANO (estratto da <i>soglie_lomb.xls</i> diffuso da Regione Lombardia)				
	Suolo tipo B	Suolo tipo C	Suolo tipo D	Suolo tipo E
periodo 0,1-0,5 s	1,44	1,85	2,20	1,98
periodo 0,5-1,5 s	1,71	2,41	4,16	3,08

Ai fini della stesura della carta di Pericolosità Sismica locale di 2° livello, la valutazione dei fattori di amplificazione F_a per effetti litologici è stata effettuata tramite un'apposita campagna di indagini geofisiche e attraverso la rielaborazione di indagini pregresse effettuate all'interno del territorio comunale, utilizzando 4 profili sismici caratteristici ciascuno di una delle 4 aree analizzate.

Ai fini della determinazione del valore della V_{seq} , necessario per la definizione della categoria di sottosuolo, sono state considerate indagini "MASW" (*Multichannel Analysis of Surface Waves*) con tecnica "attiva" basata sulla misura delle onde superficiali (onde di Rayleigh).

Per maggiori dettagli sulla metodologia di acquisizione dei dati, e sulle singole elaborazioni locali si rimanda all'allegato 1 a fine testo.

Di seguito si riassumono i dati relativi alle indagini sismiche effettuate nel territorio di Bregnano.

Sito di indagine	Zona PSL	indagine	anno	Vs eq	Cat. Suolo
Area 1 - R.S.A. via Kennedy	Z4c	MASW	Luglio 2021	401 m/s	B
Area 2 – Centro Polifunzionale via Sauro	Z4c	MASW	Luglio 2021	409 m/s	B
Area 3 – Municipio via Roma	Z4c	MASW	Luglio 2021	476 m/s	B
Area 4 – Scuola elementare via Diaz*	Z4c	MASW	Dicembre 2016	319 m/s	E

* indagine recepita da relazione geologica a supporto della riqualificazione dell'edificio scolastico, a firma del Dott. Geol. Sesana.

Per ogni sito di indagine è stato ricostruito il modello sismo-stratigrafico, ovvero l'andamento della velocità delle onde sismiche di taglio V_s con la profondità, assumendo come quota di riferimento il piano campagna.

I dati sismici acquisiti ed elaborati hanno permesso di determinare i valori di V_{seq} , sulla base della quale ad ogni sito è stata assegnata la categoria di suolo sismico secondo le NTC 2018.

Successivamente è stato calcolato per ogni sito il periodo di oscillazione naturale (T_p) attraverso l'interpolazione o la conoscenza diretta della distribuzione in profondità delle Vs, fino alla profondità con Vs \geq 800 m/s.

Nel caso in esame i terreni di fondazione rientrerebbero in una Categoria B (o E per la scuola), ma la normativa regionale in materia sismica prescrive che si debba eseguire un approfondimento per valutare se lo spettro normativo è sufficientemente cautelativo nel tener conto degli effetti di amplificazione litologica locale.

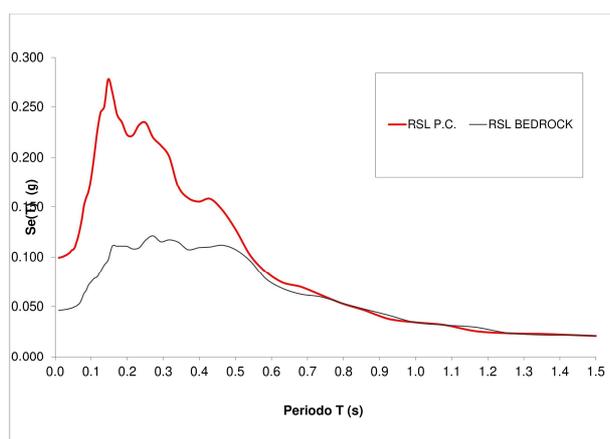
Dato che l'approfondimento di secondo livello comporta l'utilizzo di schede litologiche che si ritengono non adeguate e non applicabili alla stratigrafia locale, è stato eseguito direttamente un approfondimento di terzo livello secondo normativa.

E' stata eseguita, per ogni sito, quindi un'analisi di **Risposta Sismica Locale (RSL)**, calcolo dello spettro elastico e del **Fattore di Amplificazione (Fa)**, da mettere a confronto con i valori soglia tabellati per il Comune di Bregnano.

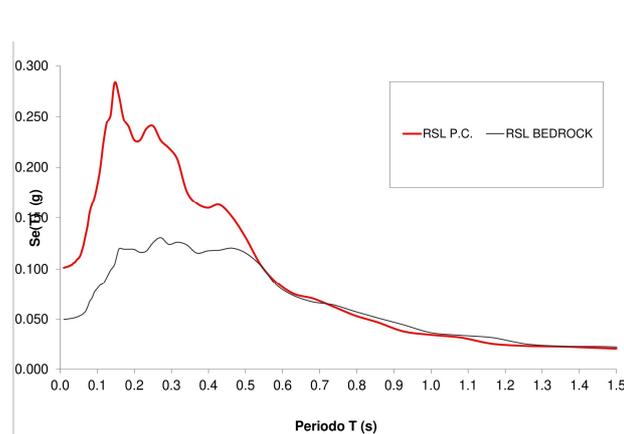
Il flusso di calcolo è riportato per esteso all'allegato a fine testo; in sintesi è stato utilizzato un codice di calcolo monodimensionale, inserendo parametri e accelerogrammi come rilasciati dalla struttura regionale lombarda¹.

Gli spettri elastici ottenuti per i 4 siti con l'analisi di Risposta Sismica Locale (RSL), eseguito a quota piano campagna, risulta avere delle amplificazioni marcate per il periodo compreso fra 0,2s e 0,4 s.

Di seguito si riportano in forma grafica i risultati dell'elaborazione (per maggiori dettagli si veda l'allegato a fine testo)

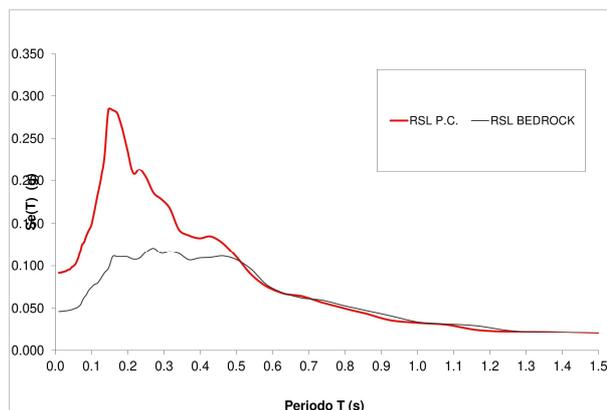
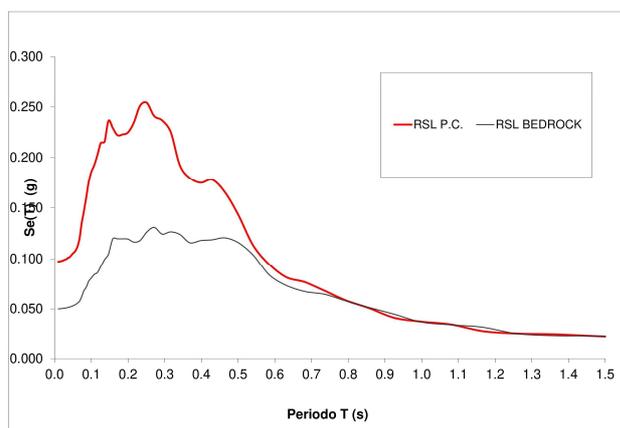


Spettro elastico R.S.A.



Spettro elastico Centro Polifunzionale

¹ Al fine di poter effettuare le analisi di 3° livello la Regione Lombardia ha predisposto due banche dati: 1. 475-codice provincia.zip contenente, per ogni comune, 7 diversi accelerogrammi attesi caratterizzati dal periodo di ritorno di 475 anni; 2. curve_lomb.xls contenente i valori del modulo di taglio normalizzato (G/G_0) e del rapporto di smorzamento (D) in funzione della deformazione (γ), per diverse litologie.



Spettro elastico Municipio

Spettro elastico Scuola Elementare

La normativa regionale vigente, prevede si debbano individuare le aree in cui la normativa nazionale risulta insufficiente a salvaguardare dagli effetti di amplificazione sismica locale le strutture in progetto, ossia **il fattore di amplificazione sismico (Fa) calcolato è superiore di quello di soglia comunale fornito dal Politecnico di Milano.**

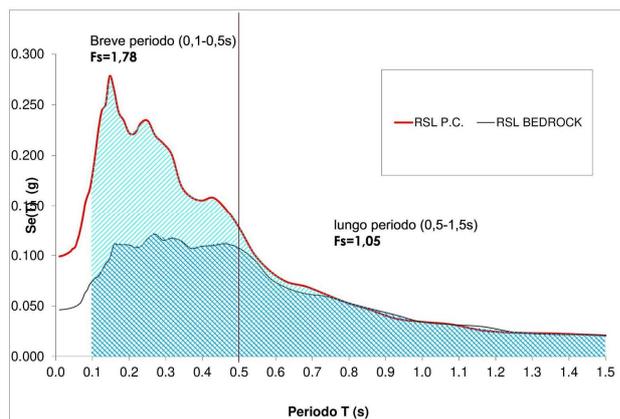
Per le aree con Fa superiore a quello della soglia dettata dalla normativa regionale (vedere tabella sotto riportata), si dovrà procedere a ulteriori approfondimenti o in alternativa utilizzare lo spettro di norma caratteristico della categoria di suolo superiore.

VALORI DI SOGLIA PER IL COMUNE DI LECCO (estratto da soglie_lomb.xls diffuso da regione Lombardia)				
	Valori soglia			
	Suolo tipo B	Suolo tipo C	Suolo tipo D	Suolo tipo E
periodo 0,1-0,5 s	1,44	1,85	2,20	1,98
periodo 0,5-1,5 s	1,71	2,41	4,16	3,08

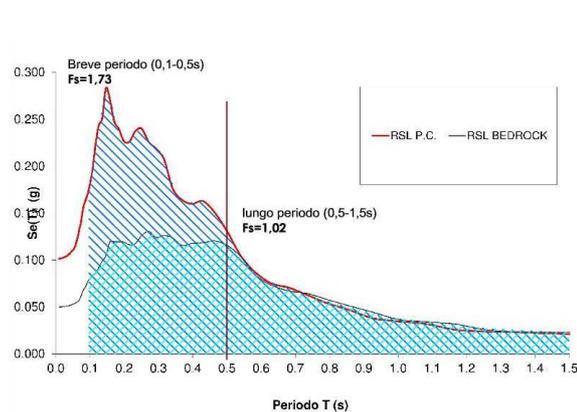
Per il caso in esame si forniscono i risultati sia per il breve che per il lungo periodo, dato che la definizione del periodo dei fabbricati compete allo strutturista (si consideri comunque in linea generale che una struttura in c.a. passa da una vibrazione breve a una lunga per altezze da piano fondazione dell'ordine di almeno 10-15 m)

Il Fattore di Amplificazione si calcola come il rapporto fra l'integrale dello spettro elastico a piano fondazione (output) e quello al bedrock (input), definiti nell'intervallo 0,1-0,5 s (breve periodo) e 0,5-1,5 s (lungo periodo), nei casi in esame risultano:

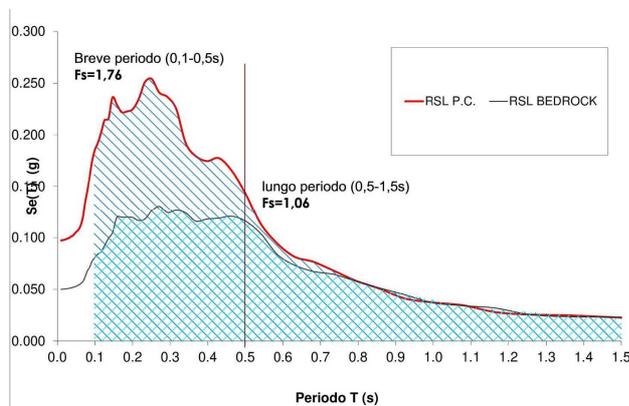
- R.S.A: **Fa_{0,1-0,5} = 1,78** (breve periodo) **Fa_{0,5-1,5} = 1,05** (lungo periodo)
- Centro Polifunzionale: **Fa_{0,1-0,5} = 1,73** (breve periodo) **Fa_{0,5-1,5} = 1,02** (lungo periodo)
- Municipio: **Fa_{0,1-0,5} = 1,76** (breve periodo) **Fa_{0,5-1,5} = 1,06** (lungo periodo)
- Scuola Elementare: **Fa_{0,1-0,5} = 1,61** (breve periodo) **Fa_{0,5-1,5} = 1,01** (lungo periodo)



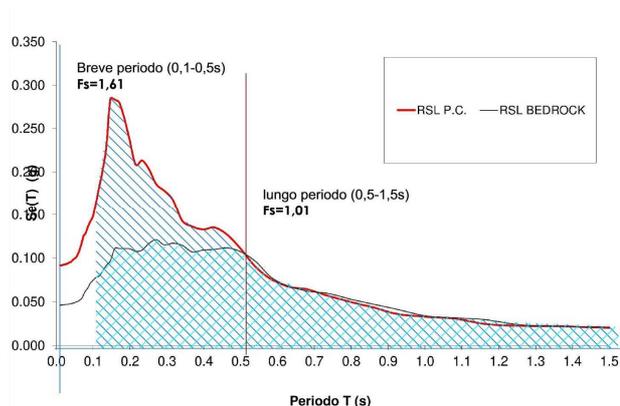
Calcolo fattore di amplificazione R.S.A.



Calcolo fattore di amplificazione Centro Polifunzionale



Calcolo fattore di amplificazione Municipio



Calcolo fattore di amplificazione Scuola Elementare

Come visibile dai valori soglia tabellati sopra, il valore del fattore d'amplificazione è superiore a quello per il suolo B ma inferiore a quello per il suolo di Categoria C ($F_{a\text{suoloC}}=1,85$) per il breve periodo e inferiore alla soglia di quello del suolo B ($F_{a\text{suoloB}}=1,71$) per il lungo periodo; è sempre inferiore a quello per la Categoria E.

Per tutti i calcoli geotecnici e strutturali in condizioni sismiche, pertanto, è possibile applicare lo spettro normativo di un **suolo di Categoria C**, se la struttura oscilla con periodo $<0,5s$, oppure considerare lo spettro normativo per un **suolo di Categoria B**, se la struttura oscilla con periodo $>0,5s$, per **R.S.A., Centro Polifunzionale e Municipio**. Per la **Scuola Elementare** è possibile applicare lo spettro di **Categoria E**. In alternativa è sempre possibile procedere con approfondimenti maggiori in sede progettuale (es. calcolo dello spettro di RSL o di progetto)

Si sottolinea che tutte le analisi sono state condotte considerando come quota di riferimento il piano campagna originario al momento dell'esecuzione delle indagini sismiche, e lo Stato Limite SLV; i valori di F_a ottenuti per i diversi siti potrebbero differire nel caso in cui si considerasse come piano di riferimento la quota del piano di imposta di eventuali fondazioni o stati limite differenti.

Le informazioni di cui sopra sono sintetizzate anche sulla Carta di PSL allegata al presente aggiornamento

2. AGGIORNAMENTO DELLA CARTOGRAFIA TECNICA

In riferimento alla normativa regionale, il presente aggiornamento della componente geologica a supporto della variante al P.G.T. comunale ha comportato modifiche nella Carta di individuazione del Reticolo Idrografico Minore Comunale, nella Carta dei Vincoli Geologici (Tavola 3), nella Carta di Sintesi (Tavola 4) e nella Carta di Fattibilità Geologica (Tavola 5) sulla base di locali ripermetrazioni.

Pertanto sono state revisionate le precedenti versioni delle tavole come descritto di seguito.

2.1 RETICOLO IDROGRAFICO COMUNALE

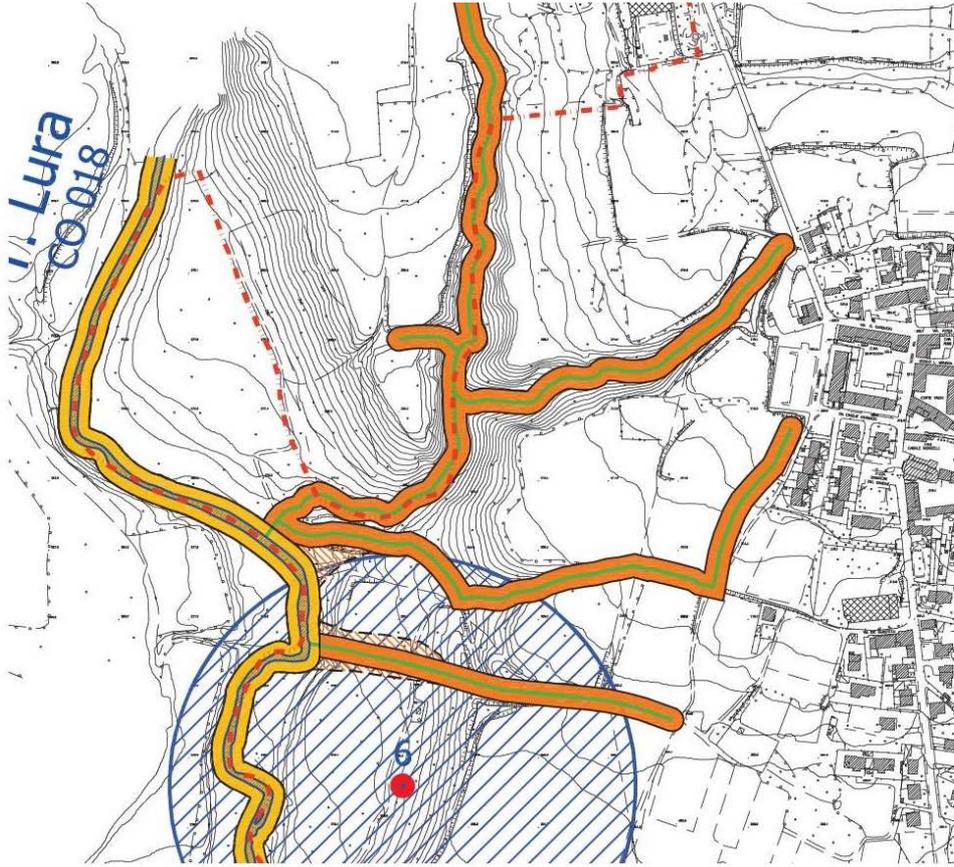
Dato che gli elaborati grafici allegati allo studio originario d'individuazione del Reticolo Idrografico Minore Comunale sono stati costruiti e montati su una base topografica precedente e meno aggiornata rispetto a quella utilizzata per il presente studio, sono state eseguite ulteriori rettifiche locali alle fasce del reticolo idrografico oltre a quelle già recepite nel P.G.T. aggiornato nel 2014.

Tali rettifiche, prevalentemente di entità minima e non sostanziali, e riguardanti solo le piccole rogge affluenti del Lura nella parte nord del territorio comunale, sono giustificate dal fatto che la nuova cartografia di base mostra andamenti locali dei corsi d'acqua difformi da quelli riportati nella precedente cartografia.

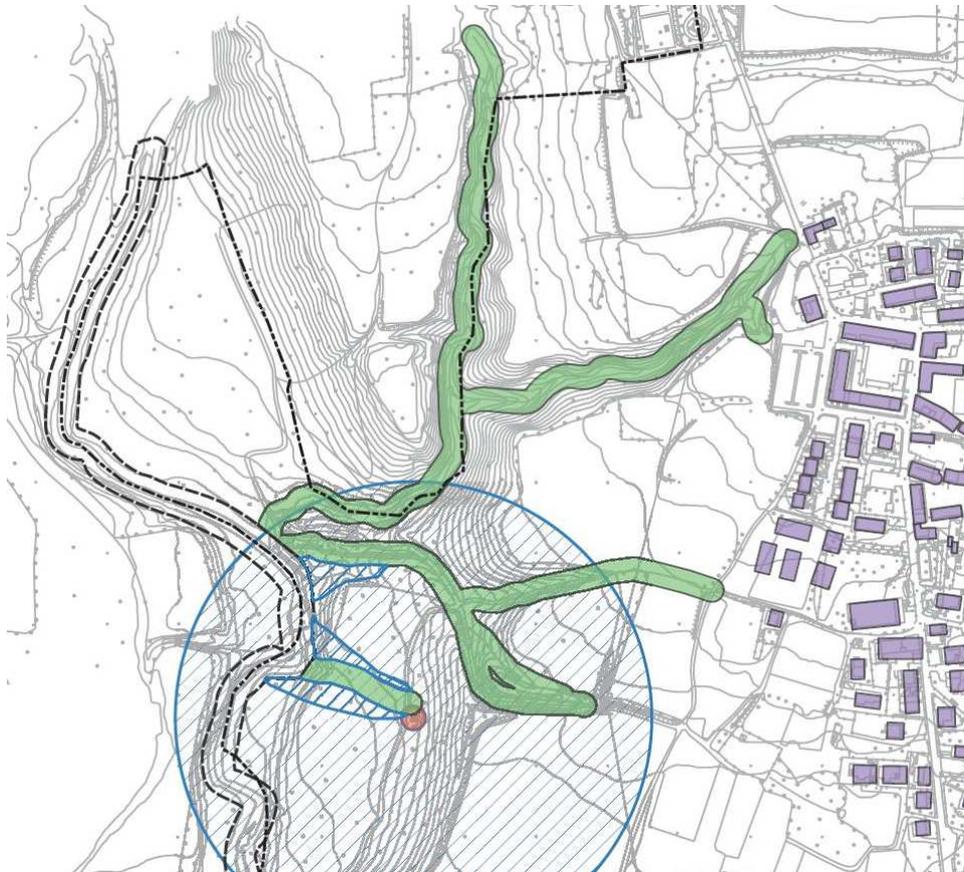
È stato infine stralciato un breve tratto della seconda roggia esistente a partire dal limite comunale settentrionale, in quanto inesistente alla data del rilievo eseguito in agosto 2021.

A seguire si riportano stralci comparativi delle rettifiche eseguite, **le tavole RIM-1 e RIM-2 allegare fuori testo** riportano in aggiornamento rispettivamente l'individuazione dei corsi d'acqua e le fasce di rispetto dell'intero territorio comunale, sono pertanto da considerarsi sostitutive degli elaborati grafici analoghi pregressi.

L'impianto normativo non è stato modificato, si rimanda quindi alle Norme di Polizia Idraulica vigenti.



Fasce di rispetto del RIM versione 2014



Fasce di rispetto del RIM rettifica 2022

2.2 CARTA PAI-PGRA

Il presente aggiornamento riguarda il recepimento normativo e cartografico relativo al Piano Gestione Rischio Alluvioni (P.G.R.A), in ottemperanza dei seguenti riferimenti normativi.

- ✘ Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del Fiume Po Del. n° 5 del 17/12/2015 "Progetto di Variante al Piano stralcio per l'assetto idrogeologico del bacino del Fiume Po (PAI)"
- ✘ Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del Fiume Po Del. n° 5 del 7/12/2016 adozione della Variante e del nuovo Titolo V delle NdA del PAI "Norme in materia di coordinamento tra il PAI e PGRA"
- ✘ Giunta Regione Lombardia Del. n° X/6738 del 19/06/17 "Disposizioni regionali concernenti l'attuazione del Piano di gestione dei Rischi di alluvione (PGRA)"

Dal punto di vista **NORMATIVO**, si integra il Piano delle Regole con quanto previsto dalle normative di cui sopra (si vedano Norme Geologiche di Piano).

Dal punto di vista degli **ELABORATI DI PIANO**, si integra la Componente Geologica e Sismica del P.G.T. vigente con una **CARTA PAI-PGRA**, che recepisce le perimetrazioni così come riportate nel PGRA generale², e integra in questo modo il quadro dei Dissesti del territorio.

Ai sensi della D.G.R. n° X/6738 del 19/06/17, nel momento in cui i Comuni procedono all'adeguamento dei propri strumenti urbanistici predispongono una carta PAI-PGRA nella quale tracciano, alla scala dello strumento urbanistico ed utilizzandone la medesima base topografica, tutti gli elementi che derivano dal recepimento alla scala comunale dei contenuti del PAI e del PGRA, incluse le eventuali modifiche proposte.

La nuova **Carta PAI-PGRA del Comune di Bregnano, allegata fuori testo** riporta i seguenti elementi:

- **Aree allagabili sui corsi d'acqua principali**, classificate come:
 - AREE ALLAGABILI PER PIENA FREQUENTE (tempi di ritorno fra 10 e 20 anni) – P3/H
 - AREE ALLAGABILI PER PIENA POCO FREQUENTE (tempi di ritorno fra 100 e 200 anni) – P2/M
 - AREE ALLAGABILI PER PIENA RARA (tempi di ritorno maggiori di 200 anni) – P1/L

Sulla Carta sono anche riportate le tracce delle sezioni idrauliche di riferimento utilizzate per la redazione del PGRA con relativo codice identificativo.

Le sezioni PAI-PGRA del Lura che interessano il tratto in Comune di Bregnano sono allegate a fine testo (allegato 2) e reperibili sul sito dell'Autorità di Bacino del Fiume PO.

- **Esondazioni e dissesti morfologici di carattere torrentizio (TITOLO I NdA del PAI)**
 - Aree a vulnerabilità idraulica molto elevata (Ee)
- **Aree di laminazione del T. Lura (PTR)**

² Consultabile al Geoportale cartografico di Regione Lombardia.

2.3 CARTA DEI VINCOLI GEOLOGICI

Per quanto riguarda i vincoli di polizia idraulica, sono state apportate lievi modifiche derivanti dall'aggiornamento delle fasce di rispetto nel Reticolo Idrografico Minore Comunale, come descritto nel capitolo precedente.

Sono state inserite le aree a vincolo di cui alla carta PAI-PGRA, le zone di tutela assoluta e di rispetto dei pozzi comunali, le aree di laminazione del T. Lura (PTR).

La carta dei Vincoli Geologici è allegata fuori testo.

2.4 CARTA DI SINTESI

La carta di Sintesi è stata aggiornata semplificando i tematismi di carattere geologico e idrogeologico (distinzione fra terrazzamenti fluviali, isopieze, fasce di rispetto dei pozzi ecc..) che non hanno corrispondenza diretta con una classe di rischio.

È stata invece integrata con i risultati dello Studio Comunale di Gestione del Rischio Idraulico, in particolare per la zona a monte di Via della Croce, ove individuato un nodo idraulico critico.

Sono state inserite le aree di laminazione del T. Lura (PTR).

È stata infine integrata con le aree individuate dall'Amministrazione Comunale ove attestato un rischio di tipo ambientale.

La carta di Sintesi è allegata fuori testo.

2.5 CARTA DI FATTIBILITÀ

Nella carta di Fattibilità sono state apportate le seguenti modifiche:

- Ai sensi della D.G.R. n. IX/2616 del 2011, non essendo richiesta l'individuazione nella carta di fattibilità delle fasce di rispetto del reticolo idrografico principale e minore, in quanto soggette a specifica normativa (Norme di Polizia Idraulica), l'attribuzione della classe di fattibilità di tali aree deve derivare esclusivamente dalle caratteristiche geologiche delle stesse.

Pertanto, rispetto alla precedente carta, dalla classe di fattibilità 4 sono state stralciate le fasce di rispetto del reticolo idrografico minore comunale, mantenendo la classe 4 per i tratti di alveo a cielo aperto maggiormente vulnerabili dal punto di vista idraulico e idrogeologico e soggetti a possibili fenomeni di erosione spondale, in piena corrispondenza con la carta di sintesi.

In ogni caso, con segno grafico dedicato è indicato in carta anche l'andamento delle fasce di rispetto del RIM.

- Rispetto al precedente studio geologico non sono stati rilevati o segnalati particolari dissesti, a meno delle dinamiche fluviali del Lura, già considerate nel recepimento del PGRA e dalle risultanze dello studio del Rischio Idraulico. Dai rilievi eseguiti in sito si è ritenuto tuttavia opportuno indicare in carta

le potenziali erosioni morfologiche della scarpata fluviale a nord del territorio comunale e di conseguenza di meglio definire la sottoclasse 3A relativa alle scarpate e cigli di scarpate fluviali;

- E' stata individuata una sottoclasse specifica per le aree allagabili e criticità emerse a seguito dei rilievi in sito e risultati dei modelli idraulici dello Studio Comunale di gestione del Rischio Idraulico (sottoclasse 3B). Questa sottoclasse di fattibilità non è indicata in cartografia, in quanto risulterà applicabile solo a seguito di realizzazione di opere di miglioria idraulica e a seguito delle procedure previste per la ripermetrazione o revisione del vincolo Ee del PAI dell'area depressa a monte di Via della Croce.
- E' stata attribuita una sottoclasse specifica (3C) per le aree soggette a rischio di tipo ambientale.

Le restanti attribuzioni di fattibilità sono state solo aggiornate dal punto di vista cartografico (modesti aggiustamenti sulla nuova base fotogrammetrica).

Per ciascuna classe e sottoclasse è stata infine definita una normativa specifica (si vedano Norme Geologiche di Piano)

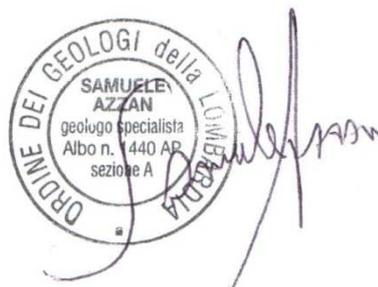
La carta di Fattibilità Geologica è allegata fuori testo.

3. STUDIO COMUNALE DEL RISCHIO IDRAULICO

Si ricorda che, contestualmente all'aggiornamento della Componente Geologica e Sismica del PGT, è stato redatto uno Studio Comunale di Gestione del Rischio Idraulico, ai sensi del Regolamento Regionale 23 novembre 2017 n.7 (art. 14 comma 8) e s.m.i. "Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica".

Il documento, oltre a fornire elementi utilizzati per questo aggiornamento, è da considerarsi parte integrante del PGT e della sua variante, anche se allegato come elaborato a sé stante.

A cura di Samuele Azzan Geologo



Andrea Vernej Geologo



ALLEGATO 1
METODOLOGIA MASW
E ANALISI DI RSL

Nella maggior parte delle indagini sismiche per le quali si utilizzano le onde compressive, più di due terzi dell'energia sismica totale generata viene trasmessa nella forma di onde di Rayleigh, la componente principale delle onde superficiali. Ipotizzando una variazione di velocità dei terreni in senso verticale, ciascuna componente di frequenza dell'onda superficiale ha una diversa velocità di propagazione (chiamata velocità di fase) che, a sua volta, corrisponde ad una diversa lunghezza d'onda per ciascuna frequenza che si propaga. Questa proprietà si chiama dispersione. Sebbene le onde superficiali siano considerate rumore per le indagini sismiche che utilizzano le onde di corpo (riflessione e rifrazione), la loro proprietà dispersiva può essere utilizzata per studiare le proprietà elastiche dei terreni superficiali.

La costruzione di un profilo verticale di velocità delle onde di taglio (V_s), ottenuto dall'analisi delle onde piane della modalità fondamentale delle onde di Rayleigh è una delle pratiche più comuni per utilizzare le proprietà dispersive delle onde superficiali. Questo tipo di analisi fornisce i parametri fondamentali comunemente utilizzati per valutare la rigidità superficiale, una proprietà critica per molti studi geotecnici.



L'intero processo comprende tre passi successivi: L'acquisizione delle onde superficiali (ground roll), la costruzione di una curva di dispersione (il grafico della velocità di fase rispetto alla frequenza) e l'inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle V_s . Per ottenere un profilo V_s bisogna produrre un treno d'onde superficiali a banda larga e registrarlo minimizzando il rumore.

Una molteplicità di tecniche diverse sono state utilizzate nel tempo per ricavare la curva di dispersione, ciascuna con i suoi vantaggi e svantaggi. L'inversione della curva di dispersione viene realizzata iterativamente, utilizzando la curva di dispersione misurata come riferimento sia per la modellizzazione diretta che per la procedura ai minimi quadrati. Dei valori approssimati per il rapporto di Poisson e per la densità sono necessari per ottenere il profilo verticale V_s dalla curva di dispersione e vengono solitamente stimati utilizzando misure prese in loco o valutando le tipologie dei materiali.

Quando si generano le onde piane della modalità fondamentale delle onde di Rayleigh, vengono generate anche una molteplicità di tipi diversi di onde. Fra queste le onde di corpo, le onde superficiali non piane, le onde riverberate (back scattered) dalle disomogeneità superficiali, il rumore ambientale e quello imputabile alle attività umane.

Le onde di corpo sono in vario modo riconoscibili in un sismogramma multicanale. Quelle rifratte e riflesse sono il risultato dell'interazione fra le onde e l'impedenza acustica (il contrasto di velocità) fra le superfici di discontinuità, mentre le onde di corpo dirette viaggiano, come è implicito nel nome, direttamente dalla sorgente ai ricevitori (geofoni).

Le onde che si propagano a breve distanza dalla sorgente sono sempre onde superficiali. Queste onde, in prossimità della sorgente, seguono un complicato comportamento non lineare e non possono essere trattate come onde piane.



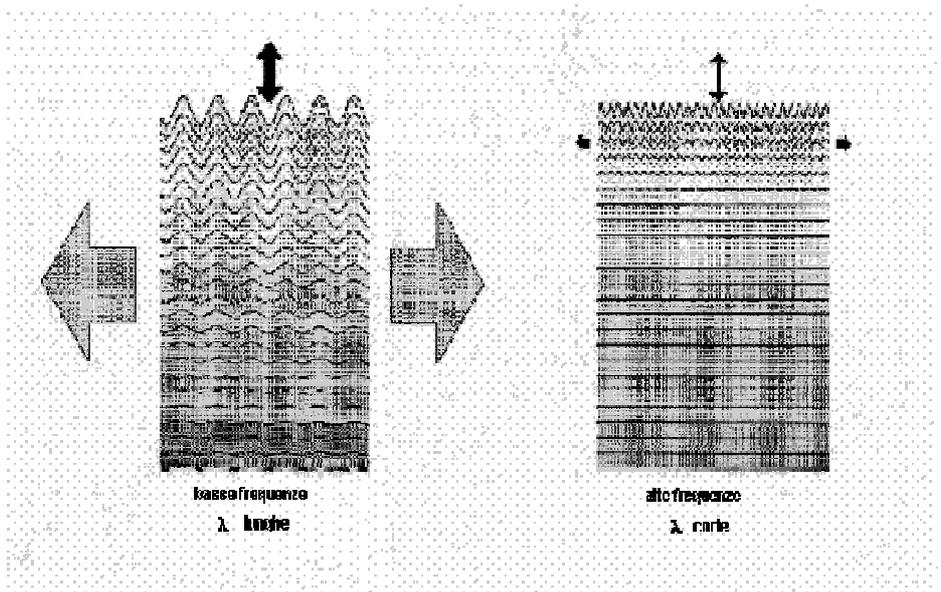
Le onde superficiali riverberate (back scattered) possono essere prevalenti in un sismogramma multicanale se in prossimità delle misure sono presenti discontinuità orizzontali quali fondazioni e muri di contenimento. Le ampiezze relative di ciascuna tipologia di rumore generalmente cambiano con la frequenza e la distanza dalla sorgente. Ciascun rumore, inoltre, ha diverse velocità e proprietà di attenuazione che possono essere identificate sulla registrazione multicanale grazie all'utilizzo di modelli di coerenza e in base ai tempi di arrivo e all'ampiezza di ciascuno. La scomposizione di un campo di onde registrate in un formato a frequenza variabile consente l'identificazione della maggior parte del rumore, analizzando la fase e la frequenza dipendentemente dalla distanza dalla sorgente.

La scomposizione può essere quindi utilizzata in associazione con la registrazione multicanale per minimizzare il rumore durante l'acquisizione.

La scelta dei parametri di elaborazione così come del miglior intervallo di frequenza per il calcolo della velocità di fase, può essere fatto con maggior accuratezza utilizzando dei sismogrammi multicanale. Una volta scomposto il sismogramma, una opportuna misura di coerenza applicata nel tempo e nel dominio della frequenza può essere utilizzata per calcolare la velocità di fase rispetto alla frequenza. La velocità di fase e la frequenza sono le due variabili (x ; y), il cui legame costituisce la curva di dispersione. E' anche possibile determinare l'accuratezza del calcolo della curva di dispersione analizzando la pendenza lineare di ciascuna componente di frequenza delle onde superficiali in un singolo sismogramma. In questo caso MASW permette la miglior registrazione e separazione ad ampia banda ed elevati rapporti S/N. Un buon rapporto S/N assicura accuratezza nel calcolo della curva di dispersione, mentre l'ampiezza di banda migliora la risoluzione e la possibile profondità di indagine del profilo V_s di inversione.

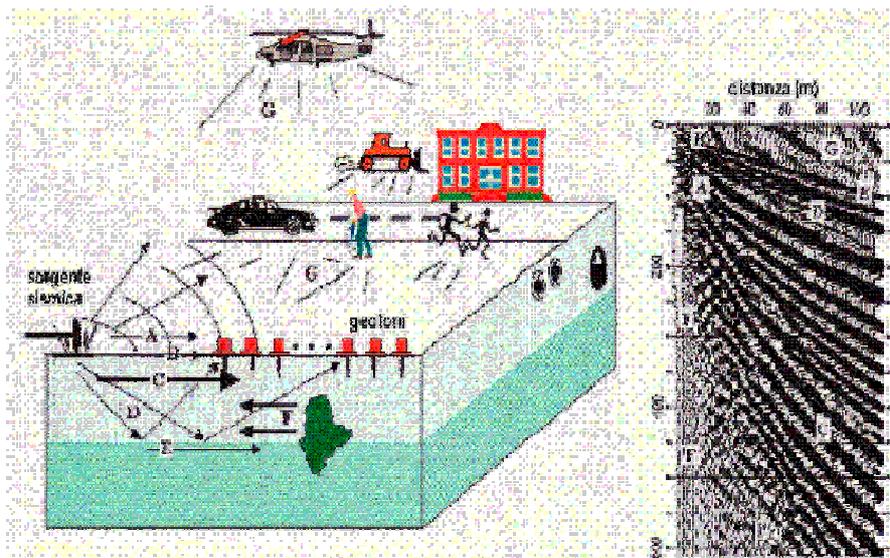
Le onde di superficie sono facilmente generate da una sorgente sismica quale, ad esempio, una mazza battente. La configurazione base di campo e la routine di acquisizione per la procedura MASW sono generalmente le stesse utilizzate in una convenzionale indagine a riflessione (CMP). Però alcune regole operative per MASW sono incompatibili con l'ottimizzazione della riflessione. Questa similitudine permette di ottenere, con la procedura MASW, delle sezioni superficiali di velocità che possono essere utilizzate per accurate correzioni statiche dei profili a riflessione. MASW può essere

efficace con anche solo dodici canali di registrazione collegati a geofoni singoli a bassa frequenza (<10Hz).



L'illustrazione mostra le proprietà di dispersione delle onde di superficie. Le componenti a bassa frequenza (lunghezze d'onda maggiori), sono caratterizzate da forte energia e grande capacità di penetrazione, mentre le componenti ad alta frequenza (lunghezze d'onda corte) hanno meno energia e una penetrazione superficiale. Grazie a queste proprietà, una metodologia che utilizzi le onde superficiali può fornire informazioni sulle variazioni delle proprietà elastiche dei materiali prossimi alla superficie al variare della profondità. La velocità delle onde S (V_s) è il fattore dominante che governa le caratteristiche della dispersione.

VANTAGGI DELLA REGISTRAZIONE MULTICANALE



A: onde in aria
B: onde dirette

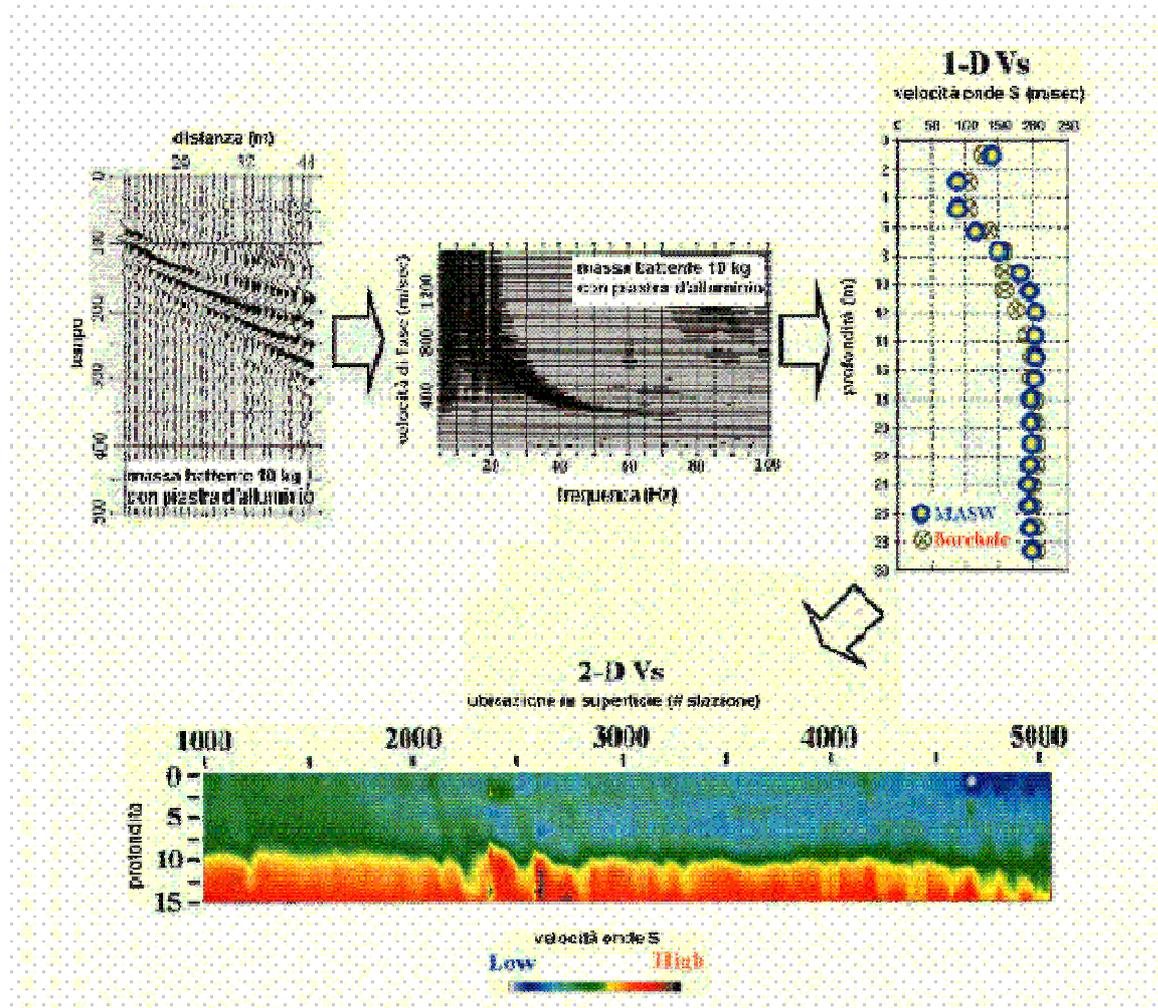
E: onde rifratte
F: onde riverberate

C: onde di superficie

G: rumore ambientale

D: onde riflesse

DESCRIZIONE GENERALE DELLA PROCEDURA MASW



La procedura MASW può sintetizzarsi in tre stadi distinti:

- acquisizione dei dati di campo;
- estrazione della curva di dispersione;
- inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle Vs (profilo 1-D) che descrive la variazione di Vs con la profondità

Una mappa bidimensionale (mappa 2-D) può essere costruita accostando e sovrapponendo più profili 1-D consecutivi ed utilizzando un contouring software.

Il principale vantaggio di un metodo di registrazione multicanale è la capacità di riconoscimento dei diversi comportamenti, che consente di identificare ed estrarre il segnale utile dall'insieme di varie e differenti tipi di onde sismiche. Quando un impatto è applicato sulla superficie del terreno, tutte queste onde vengono simultaneamente generate con differenti proprietà di attenuazione, velocità e contenuti spettrali. Queste proprietà sono individualmente identificabili in una registrazione multicanale e lo stadio successivo del processo fornisce grande versatilità nell'estrazione delle informazioni utili.

ANALISI DI RSL - CENNI SUL METODO

La valutazione della risposta sismica locale (RSL) mediante analisi monodimensionale (approccio "rigoroso"), permette di definire una reale risposta sismica stratigrafica di terreni non affetti da problematiche bidimensionali (sia sepolte, sia topografiche). Quest'approccio è ritenuto la via ufficiale dalle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC2018) e consente, in determinati contesti sismo stratigrafici e mediante il confronto con la relativa categoria di sottosuolo, elementi di risparmio rispetto all'approccio semplificato di normativa (categorie di sottosuolo), poiché identifica amplificazione per intervalli di periodi solitamente più limitati rispetto a quelli di normativa; inoltre l'approccio semplificato spesso sottostima di molto l'azione sismica di progetto.

Il flusso di calcolo a seguire si compone dei seguenti passaggi dettagliati nei relativi paragrafi:

DEFINIZIONE DELL'INPUT SISMICO

- Determinazione dei parametri sismici (accelerazione attesa, tempi di ritorno, magnitudo, ...) si veda Relazione Geologica;
- Estrazione degli accelerogrammi naturali: secondo la normativa regionale si devono utilizzare i 5 accelerogrammi messi a disposizione dalla Regione Lombardia relativi alla fascia in cui ricade il Comune¹;
- Definizione del modello sismostratigrafico del sito (profilo Vs, densità...): si veda relazione Geognostica e modello del sottosuolo e si veda elaborazione riportata di seguito;
- Calcolo dello spettro di risposta di input (utile per il confronto con l'analogo dato finale): si veda Relazione Geologica;
- Trasformazione del moto di input dal dominio del tempo al dominio delle frequenze (spettro di Fourier).

ESECUZIONE DELL'ANALISI

- Modifica dello spettro di input nell'attraversare il profilo locale (metodo iterativo), sulla base del modello sismostratigrafico definito dall'indagine in sito: si veda elaborazione riportata di seguito;
- Definizione dello spettro di output relativo alla modifica di quello di input. si veda elaborazione di seguito;
- Definizione dell'accelerogramma di output (anti trasformata di Fourier), tramite il quale il software andrà a calcolare il risultato voluto, in altre parole lo spettro di risposta di output: si veda elaborazione di seguito.

¹ Al fine di poter effettuare le analisi di 3° livello la Regione Lombardia ha predisposto due banche dati: 1. 475-codice provincia.zip contenente, per ogni comune, 7 diversi accelerogrammi attesi caratterizzati dal periodo di ritorno di 475 anni; 2. curve_lomb.xls contenente i valori del modulo di taglio normalizzato (G/G0) e del rapporto di smorzamento (D) in funzione della deformazione (γ), per diverse litologie.

DEFINIZIONE DELLA SISMOSTRATIGRAFIA DI INPUT

Avendo definito l'input degli eventi sismici da sottoporre a simulazione, bisogna determinare le caratteristiche sismo stratigrafiche del volume di terreno d'indagine ed oggetto di probabile amplificazione.

Per fare questo basta riprendere tutto quanto già detto per l'indagine sismica eseguita (si veda relazione Geologica e Allegati), riprendendo la medesima stratigrafia sismica definita come profilo delle Vs e attribuendo ad ogni sismostrato, sulla base delle conoscenze litologiche e stratigrafiche dell'area e dei rilievi eseguiti, una natura litologica (alla quale poi associare determinate caratteristiche di risposta a sollecitazione) e un peso di volume.

Nel report alle pagine successive è riportata la stratigrafia sismica utilizzata per la simulazione, che riproduce il profilo sismico registrato con le prospezioni di campo; per i moduli di taglio e le curve di dumping, sono stati utilizzati i valori forniti dalla Regione Lombardia già citati.

ESECUZIONE DELL'ANALISI

Per l'elaborazione dell'input sopra definito e per ottenere infine come risultato uno spettro di risposta al sito, è stato utilizzato il codice di calcolo STRATA² che consente l'inserimento delle serie temporali dei terremoti naturali (nel nostro caso i 5 eventi di riferimento) e del profilo sismostratigrafico, restituendo lo spettro di risposta di output (il risultato finale di riferimento, ovviamente, è ottenuto operando la media dei 5 output).

Gli accelerogrammi definiti e scelti secondo le modalità già commentate sono stati importati nel codice di calcolo normalizzandoli singolarmente all' a_g di progetto come definita prima (si ricorda che la pga per lo SLV al sito nel comune di Bregnano è pari a **0,041g**, in relazione anche alla classe dell'edificio e alla prevista vita nominale - si vedano parametri sismici alla Relazione Geologica), attraverso un opportuno fattore di scala come visibile nell'ultima tabella alla pagina seguente.

Dato che il codice consente di eseguire contemporaneamente i calcoli a differenti profondità, si è scelto di eseguire l'analisi, oltre che alla quota di progetto (quota piano fondazione), anche a piano campagna e in corrispondenza del bedrock, in modo da valutare il risultato ottenuto con quelle che sono le condizioni rispettivamente di amplificazione massima e nulla (output/input).

Il software procede per interazioni restituendo una serie di output utili alla definizione dell'impianto sismico locale; per quanto riguarda il caso in esame ci limiteremo ai soli spettri di risposta.

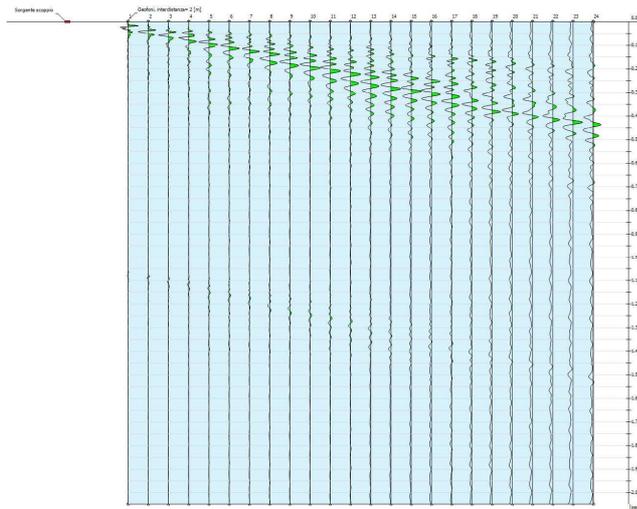
In pratica, gli spettri di input sono "filtrati" dal profilo sismico registrato in sito, ottenendo lo spettro di risposta elastico per ciascun accelerogramma inserito (si utilizzerà quindi lo spettro medio), nei casi imposti, ossia alla profondità del bedrock (spettro di input), del piano campagna (spettro di output), della quota di progetto

² Kottke Albert R. & Rathje Ellen M. (2008) v. 0.2.0, University of Texas at Austin

INDAGINE MASW E Analisi di RSL - AREA 1 -RSA

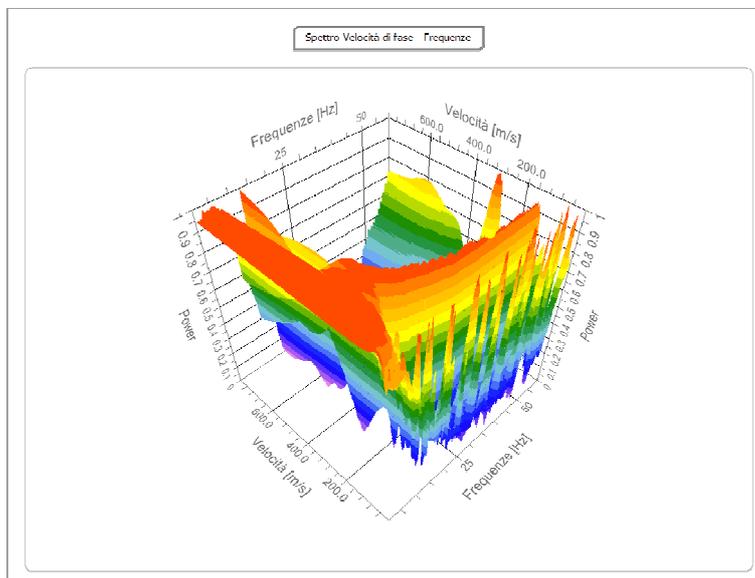
Tracce

N. tracce	24
Durata acquisizione [msec]	2048.0
Interdistanza geofoni [m]	2.0
Periodo di campionamento [msec]	0.50



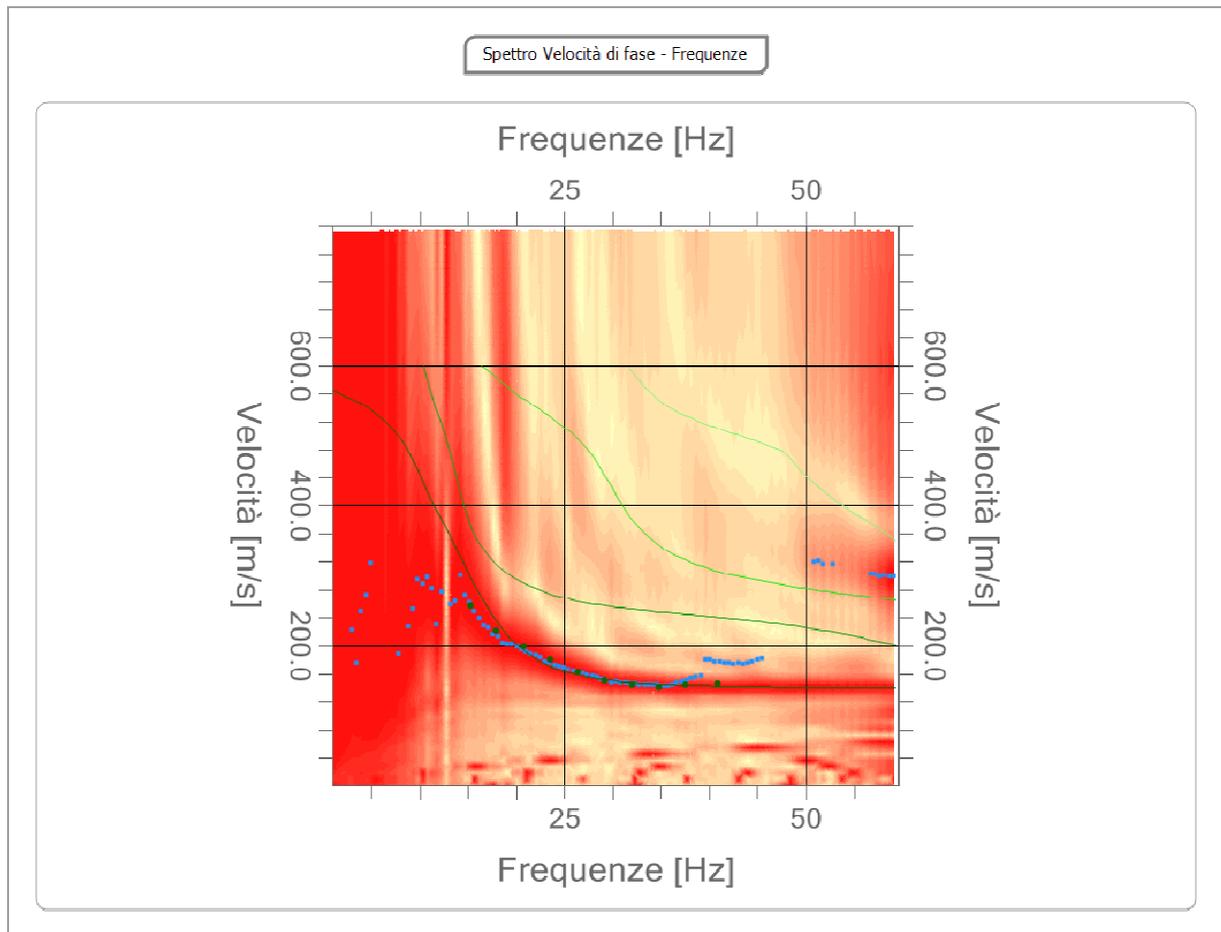
Analisi spettrale

Frequenza minima di elaborazione [Hz]	1
Frequenza massima di elaborazione [Hz]	60
Velocità minima di elaborazione [m/sec]	1
Velocità massima di elaborazione [m/sec]	800
Intervallo velocità [m/sec]	1



Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	15.3	257.5	0
2	17.9	221.2	0
3	20.7	199.7	0
4	23.5	180.3	0
5	26.3	163.9	0
6	29.2	151.4	0
7	32.0	143.6	0
8	34.8	142.0	0
9	37.6	145.0	0
10	40.9	146.4	0



Inversione

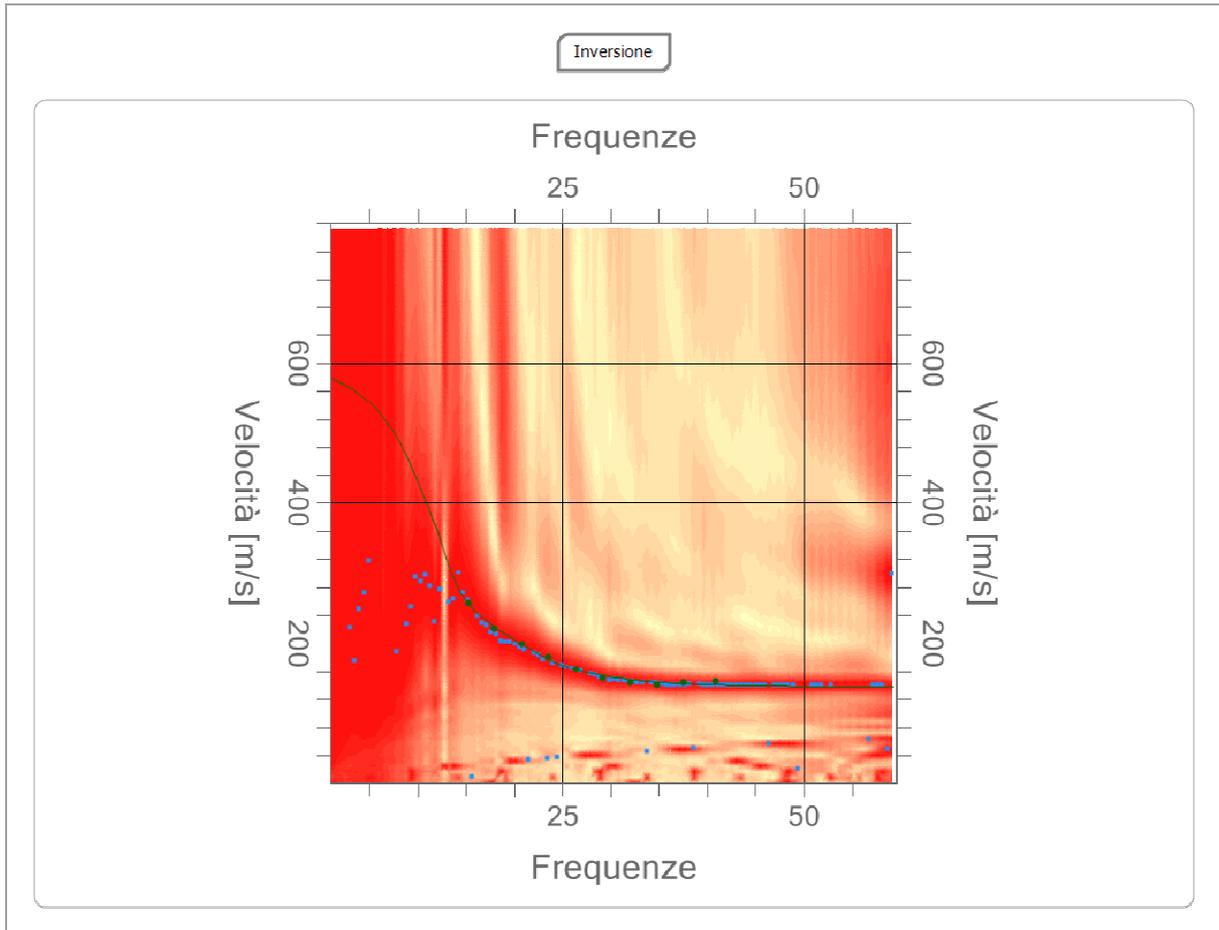
n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1		2.70	2.70	1600.0	0.30	No	276.7	147.9
2		8.90	6.19	1800.0	0.30	No	522.0	279.0
3		oo	oo	2000.0	0.45	Si	2042.2	615.7

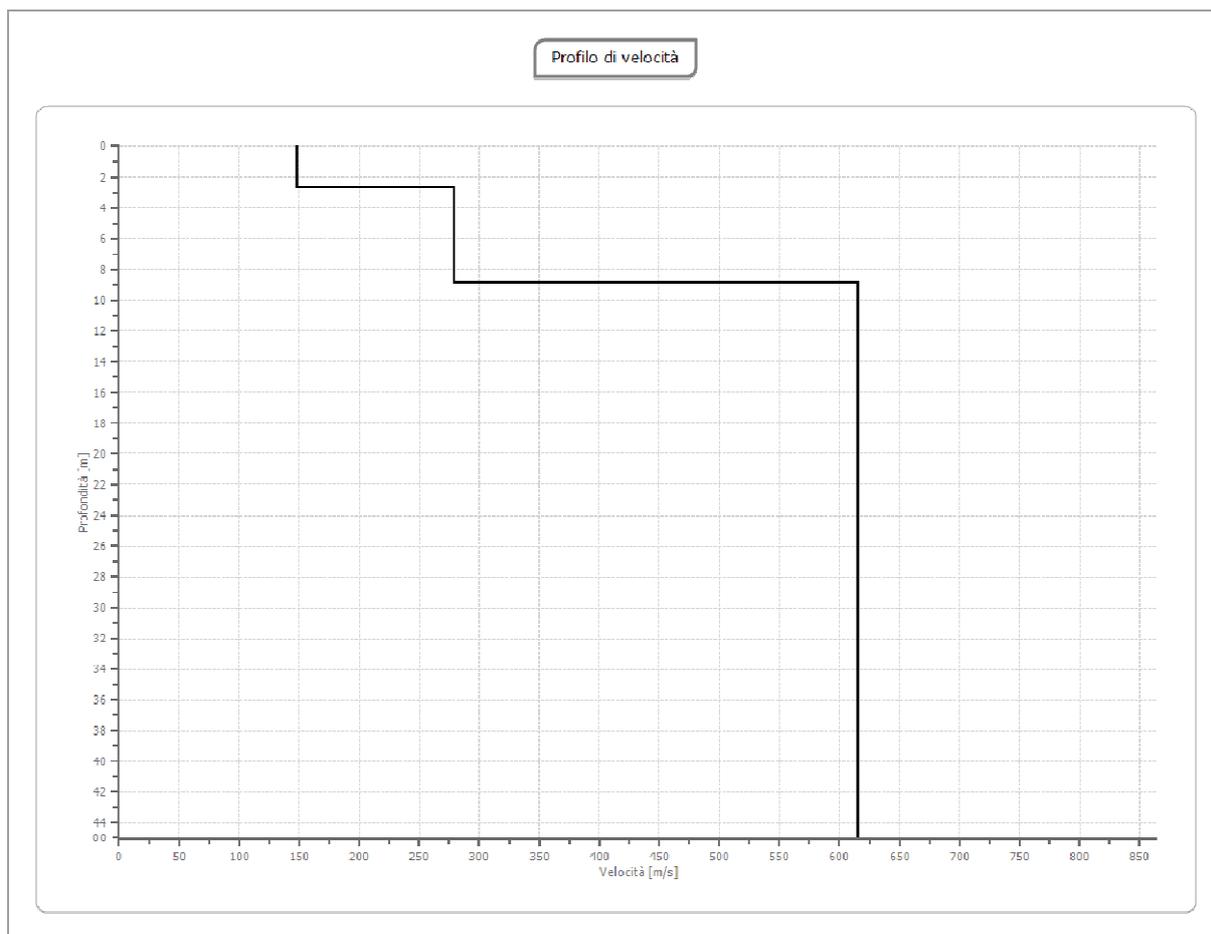
Percentuale di errore

0.028 %

Fattore di disadattamento della soluzione

0.020





Risultati

Profondità piano di posa	0.00
[m]	
Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)	401.35
Categoria del suolo	B

Suolo di tipo B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, 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.

Altri parametri geotecnici

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densità [kg/mc]	Coefficiente Poisson	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]	NSPT	Qc [kPa]
1	2.70	2.70	147.88	276.67	1600.00	0.30	34.99	122.47	75.81	90.98	62	166.82
2	8.90	6.19	279.01	521.98	1800.00	0.30	140.12	490.43	303.60	364.32	N/A	4051.93
3	oo	oo	615.74	2042.18	2100.00	0.45	796.18	8758.01	7696.43	2308.93	0	N/A

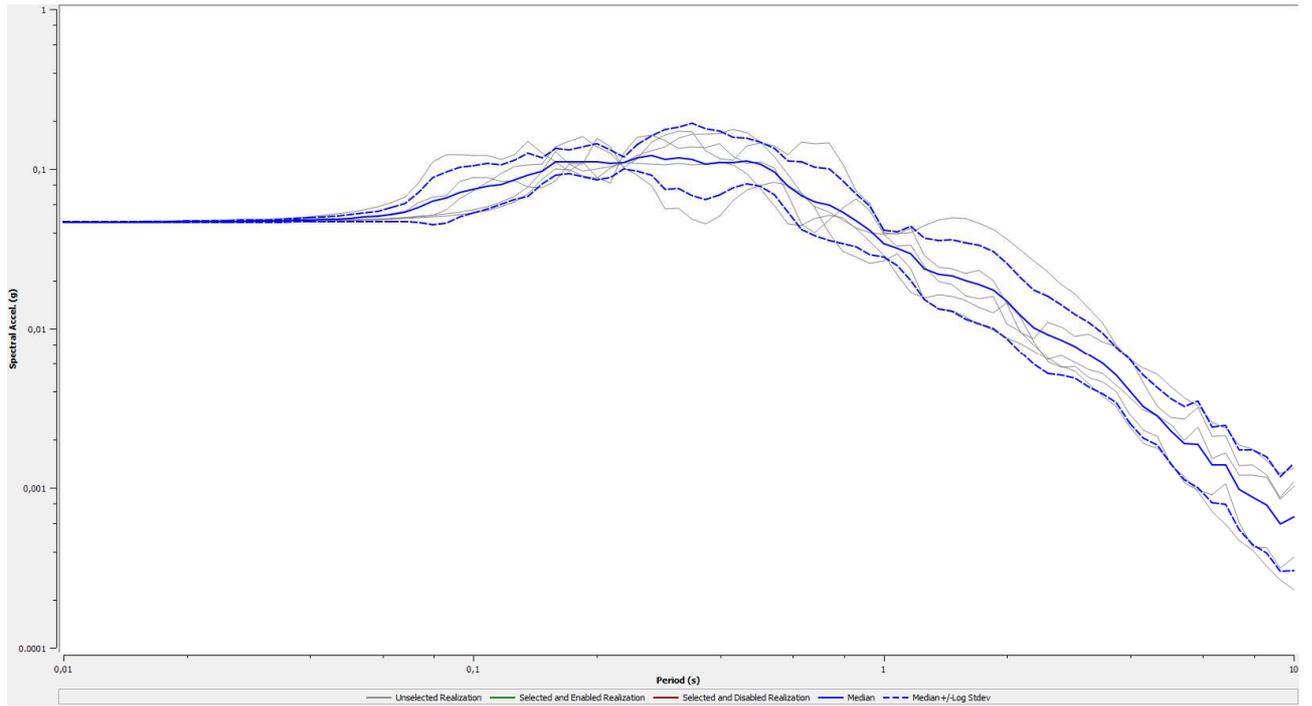
G0: Modulo di deformazione al taglio;

Ed: Modulo edometrico;

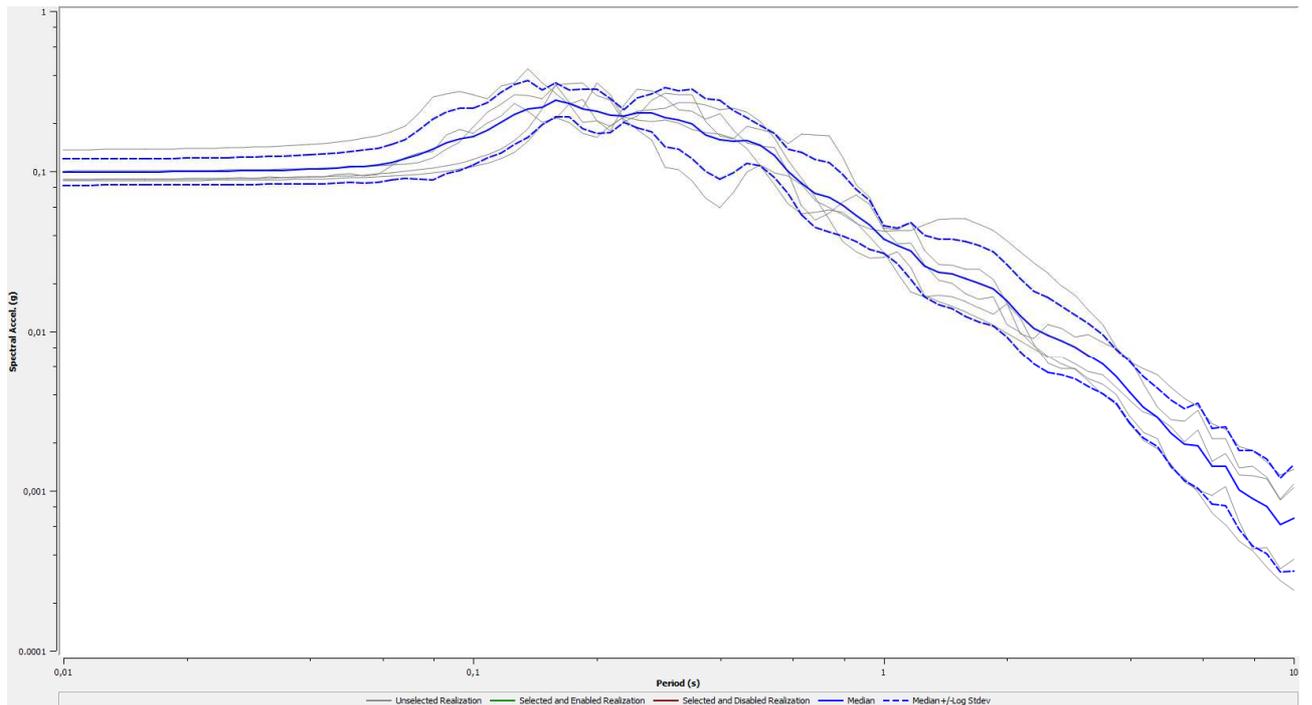
M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

Ey: Modulo di Young;

SPETTRO DI RISPOSTA AL BEDROCK



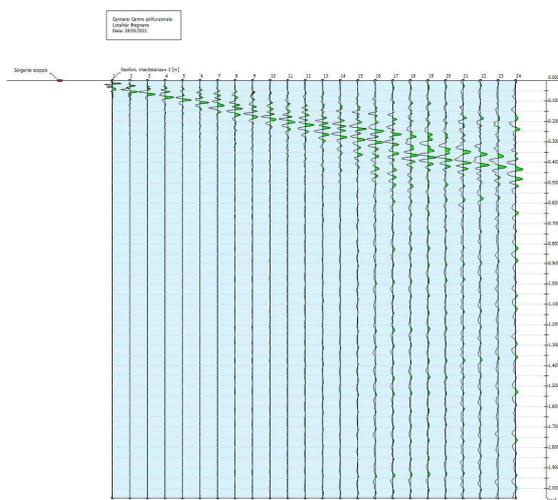
SPETTRO DI RISPOSTA AL P.C.



INDAGINE MASW E Analisi di RSL - AREA 2 -CENTRO POLIFUNZIONALE

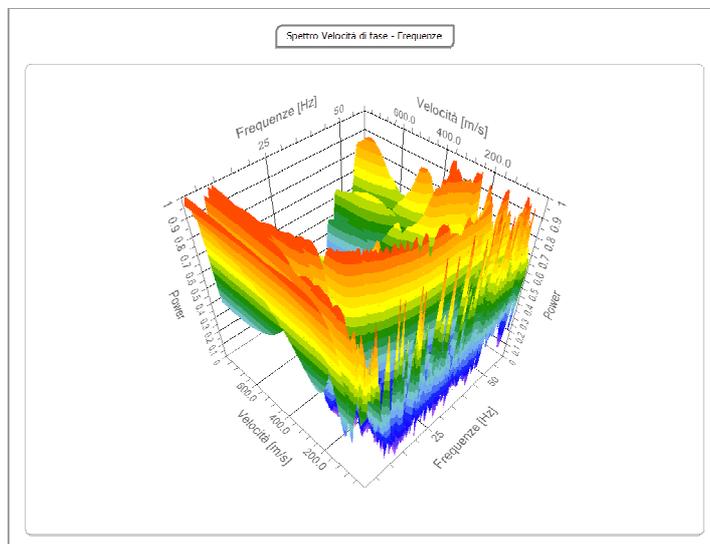
Tracce

N. tracce	24
Durata acquisizione [msec]	2048.0
Interdistanza geofoni [m]	2.0
Periodo di campionamento [msec]	0.50



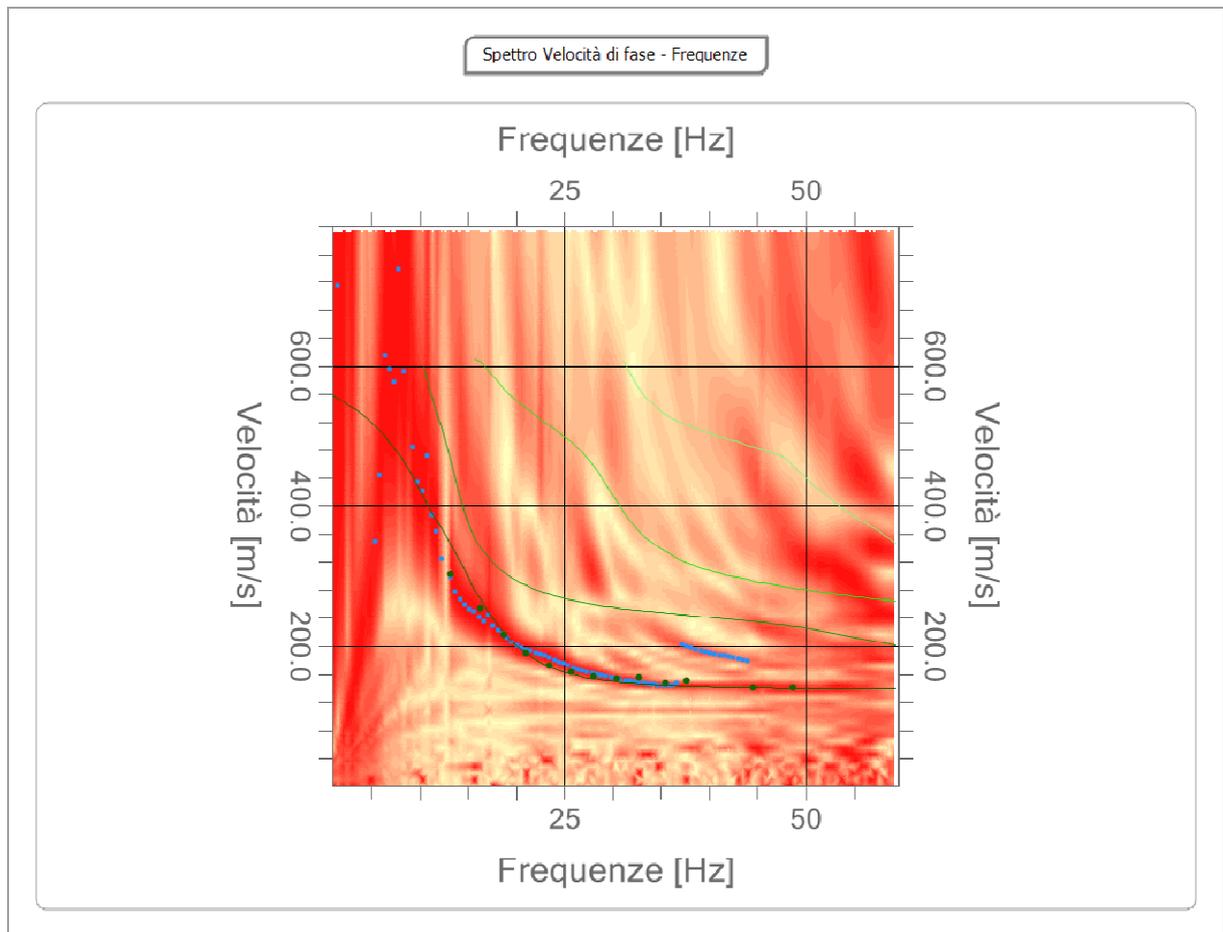
Analisi spettrale

Frequenza minima di elaborazione [Hz]	1
Frequenza massima di elaborazione [Hz]	60
Velocità minima di elaborazione [m/sec]	1
Velocità massima di elaborazione [m/sec]	800
Intervallo velocità [m/sec]	1



Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	13.1	303.3	0
2	16.3	254.2	0
3	18.7	215.9	0
4	21.0	190.1	0
5	23.4	173.3	0
6	25.7	162.8	0
7	28.1	156.8	0
8	30.4	154.5	0
9	32.7	155.3	0
10	35.5	148.1	0
11	37.6	151.3	0
12	44.6	141.5	0
13	48.7	141.5	0



Inversione

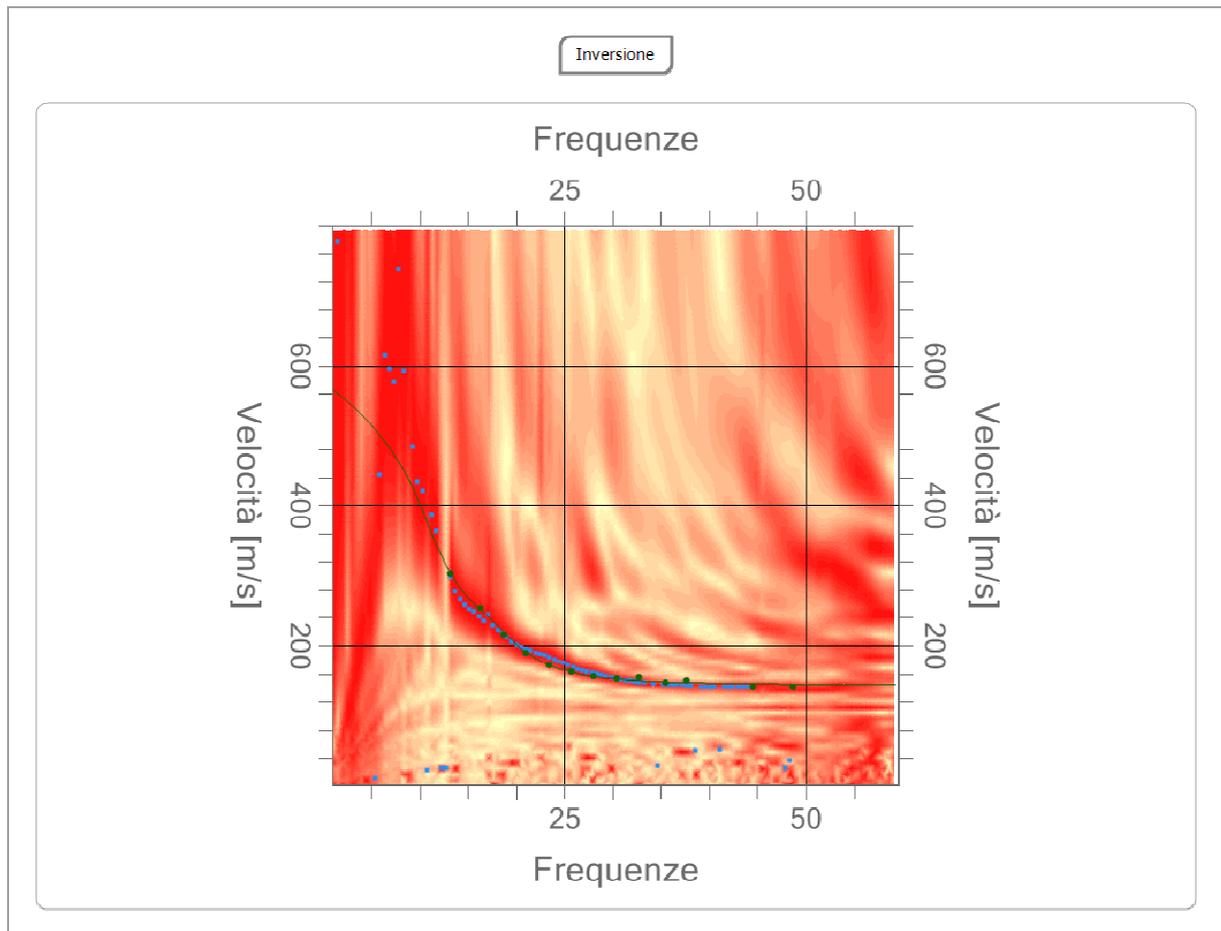
n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1		3.26	3.26	1600.0	0.30	No	290.7	155.4
2		10.89	7.63	1800.0	0.30	No	609.6	325.9
3		oo	oo	2000.0	0.30	No	1160.3	620.2

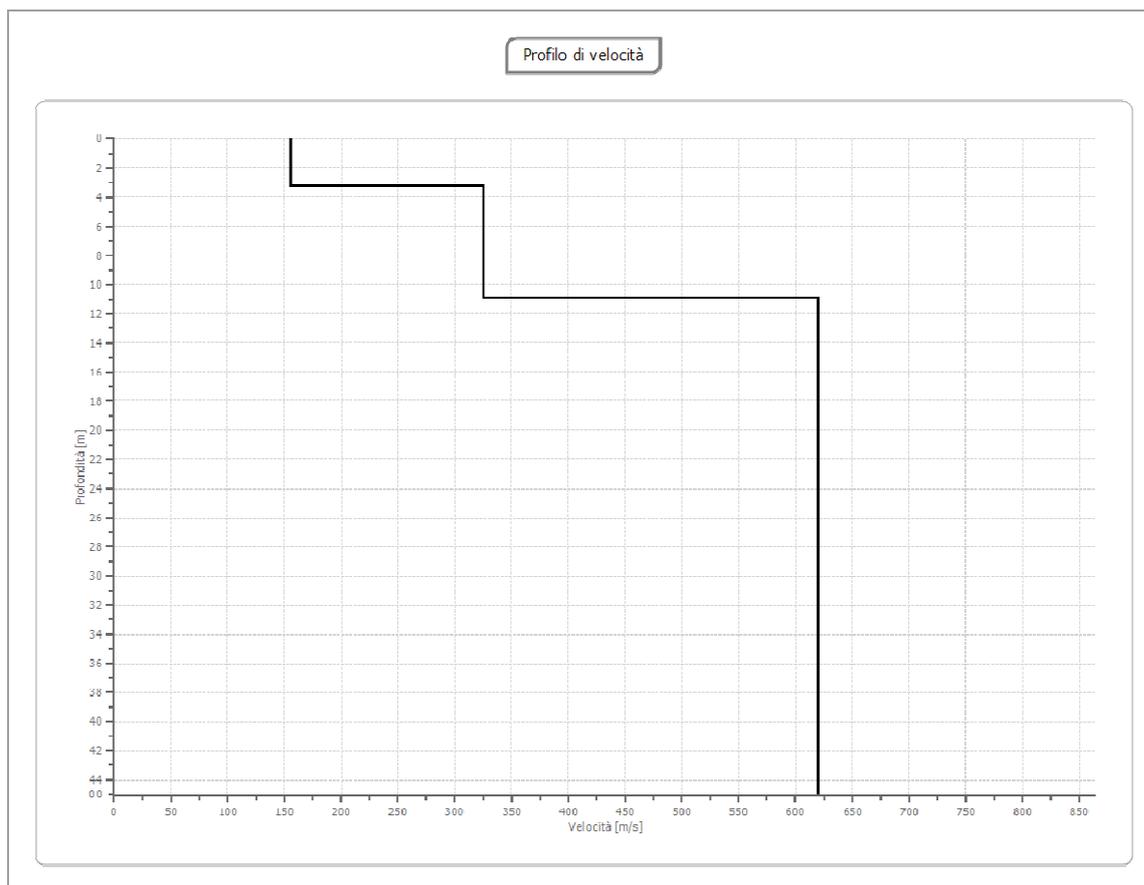
Percentuale di errore

0.021 %

Fattore di disadattamento della soluzione

0.017





Risultati

Profondità piano di posa [m]	0.00
Vs,eq [m/sec] (H=0.00 m)	409
Categoria del suolo	B

Suolo di tipo B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, 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.

Altri parametri geotecnici

n.	Profo ndità [m]	Spess ore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densi tà [kg/m c]	Coeffi ciente Poiss on	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]	NSPT	Qc [kPa]
1	3.26	3.26	155.3 9	290.7 1	1600. 00	0.30	38.63	135.2 2	83.71	100.4 5	67	213.9 5
2	10.89	7.63	325.8 6	609.6 2	1800. 00	0.30	191.1 3	668.9 5	414.1 1	496.9 3	N/A	N/A
3	oo	oo	620.1 9	1160. 27	2000. 00	0.30	769.2 7	2692. 45	1666. 75	2000. 10	0	N/A

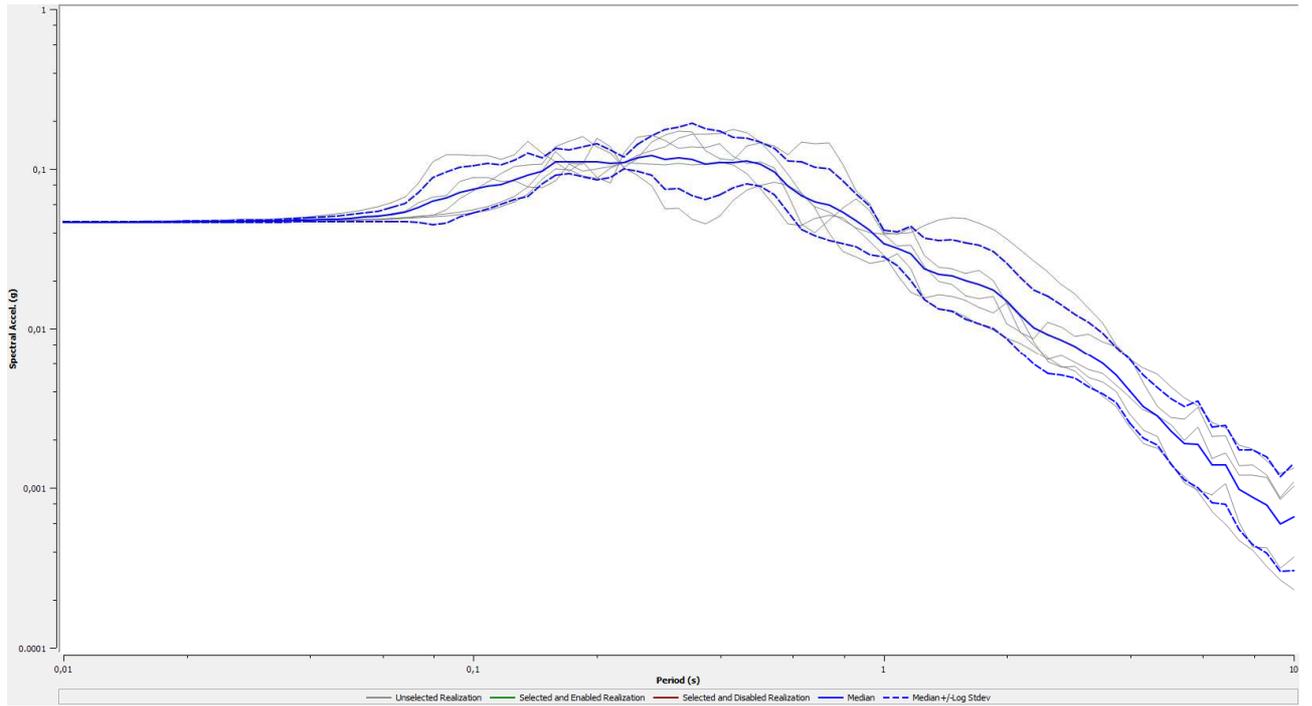
G0: Modulo di deformazione al taglio;

Ed: Modulo edometrico;

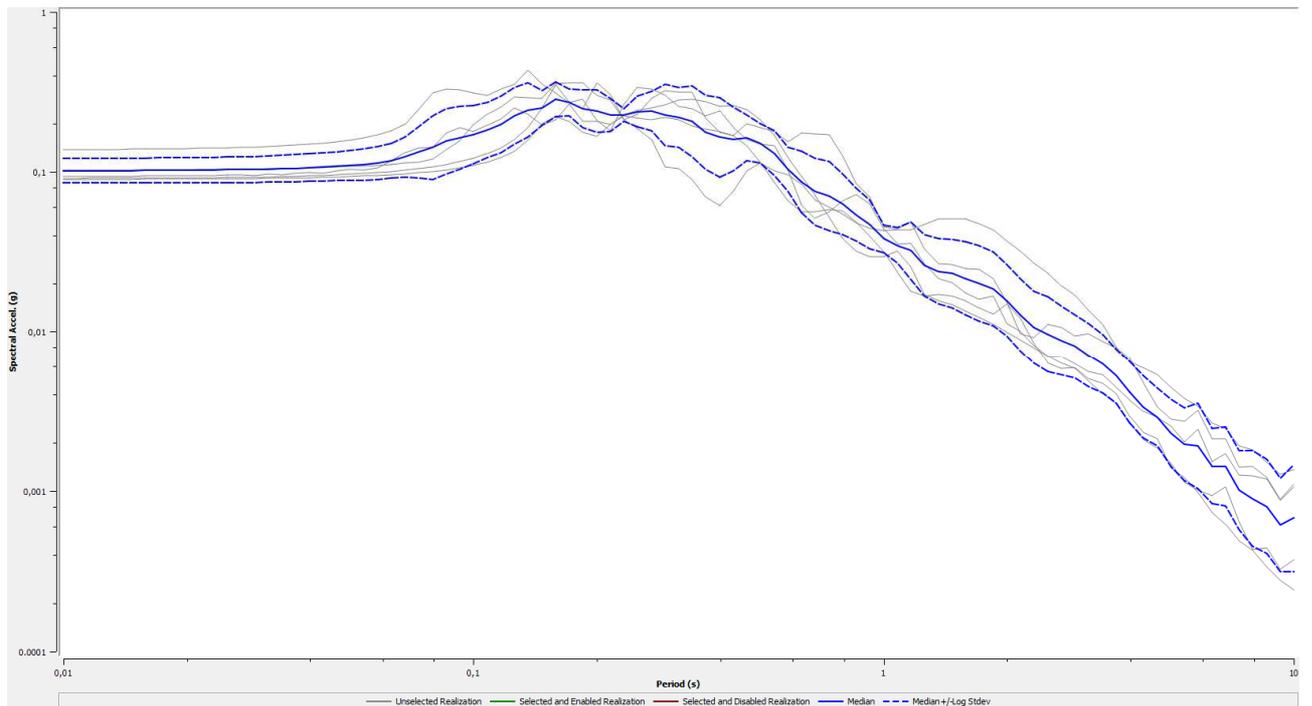
M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

Ey: Modulo di Young;

SPETTRO DI RISPOSTA AL BEDROCK



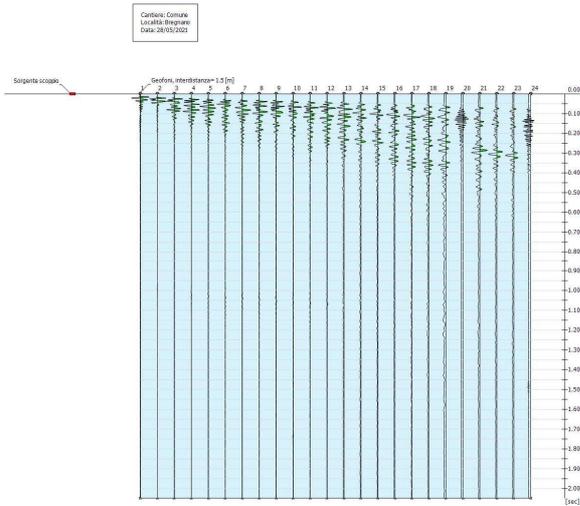
SPETTRO DI RISPOSTA AL P.C.



INDAGINE MASW E Analisi di RSL - AREA 3 - MUNICIPIO

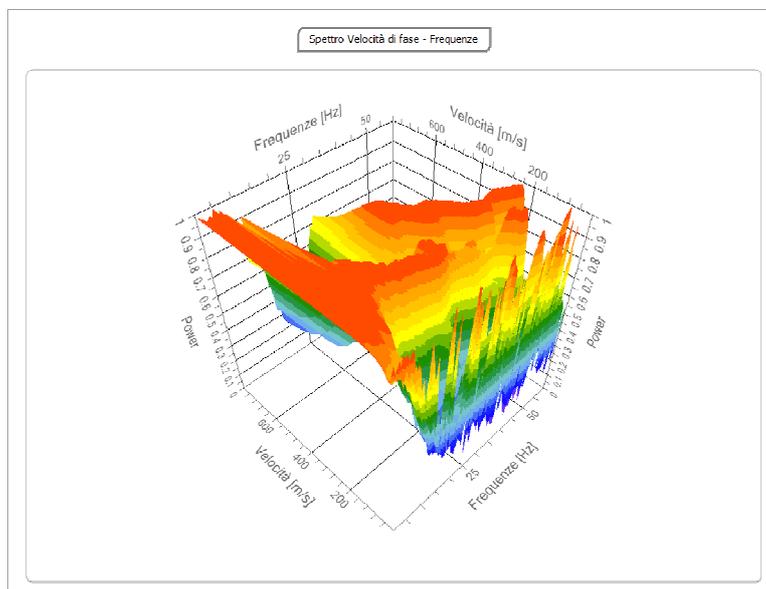
Tracce

N. tracce	24
Durata acquisizione [msec]	2048.0
Interdistanza geofoni [m]	1.5
Periodo di campionamento [msec]	0.50



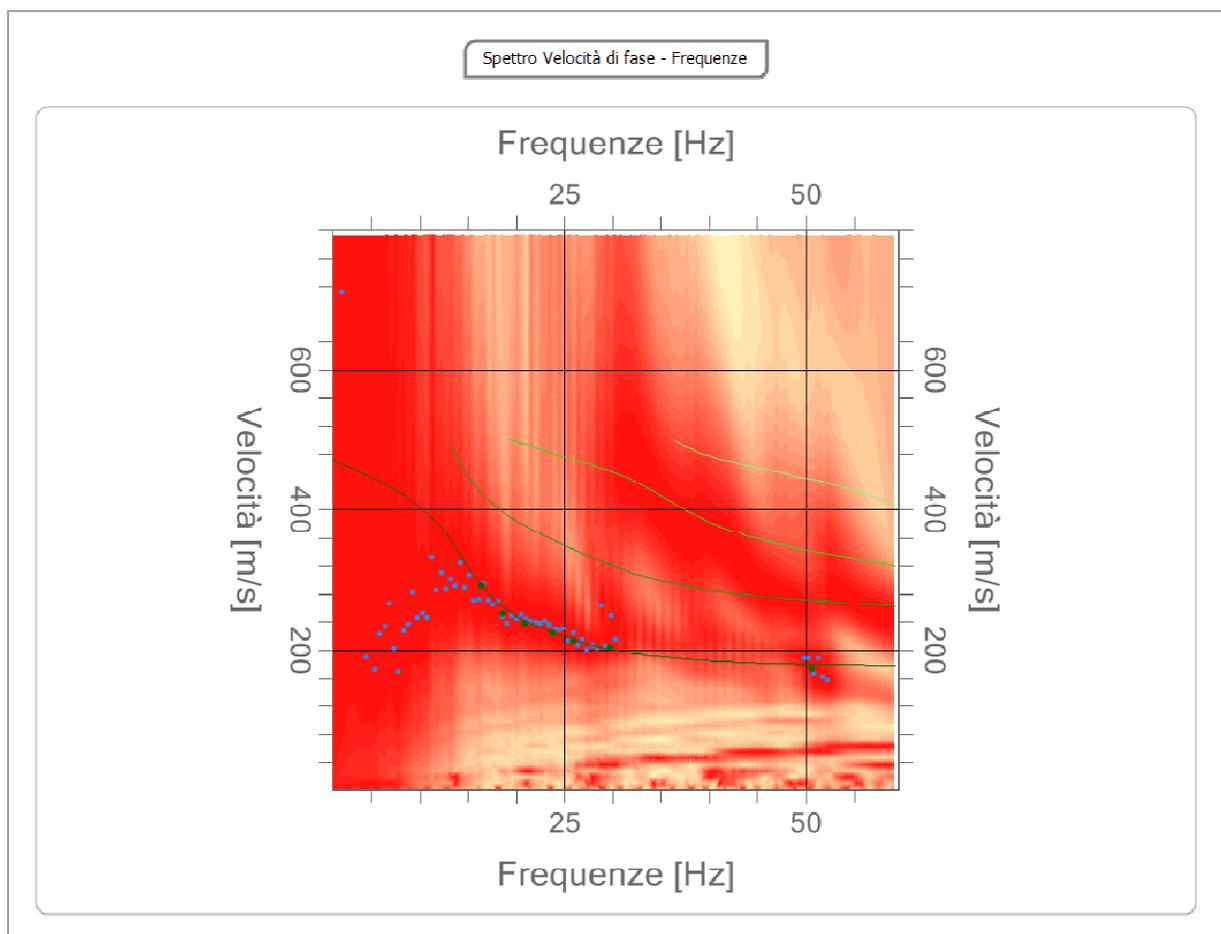
Analisi spettrale

Frequenza minima di elaborazione [Hz]	1
Frequenza massima di elaborazione [Hz]	60
Velocità minima di elaborazione [m/sec]	1
Velocità massima di elaborazione [m/sec]	800
Intervallo velocità [m/sec]	1



Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	16.4	291.8	0
2	18.5	252.6	0
3	20.9	237.9	0
4	23.7	224.9	0
5	26.0	213.4	0
6	29.7	203.6	0
7	50.6	173.4	0



Inversione

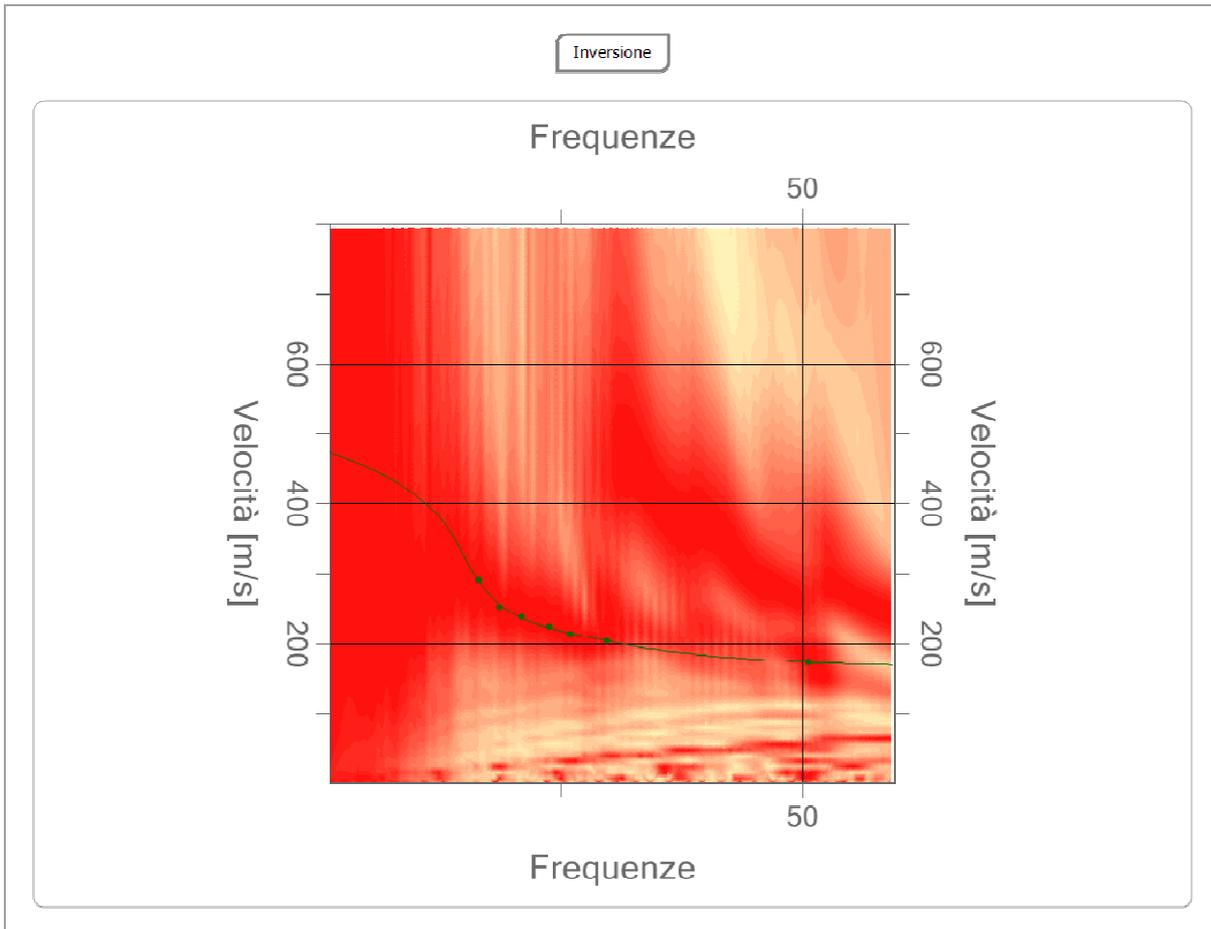
n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1		2.25	2.25	1600.0	0.30	No	336.0	179.6
2		6.99	4.74	1800.0	0.30	No	483.0	258.2
3		oo	oo	2000.0	0.45	Si	1669.3	503.3

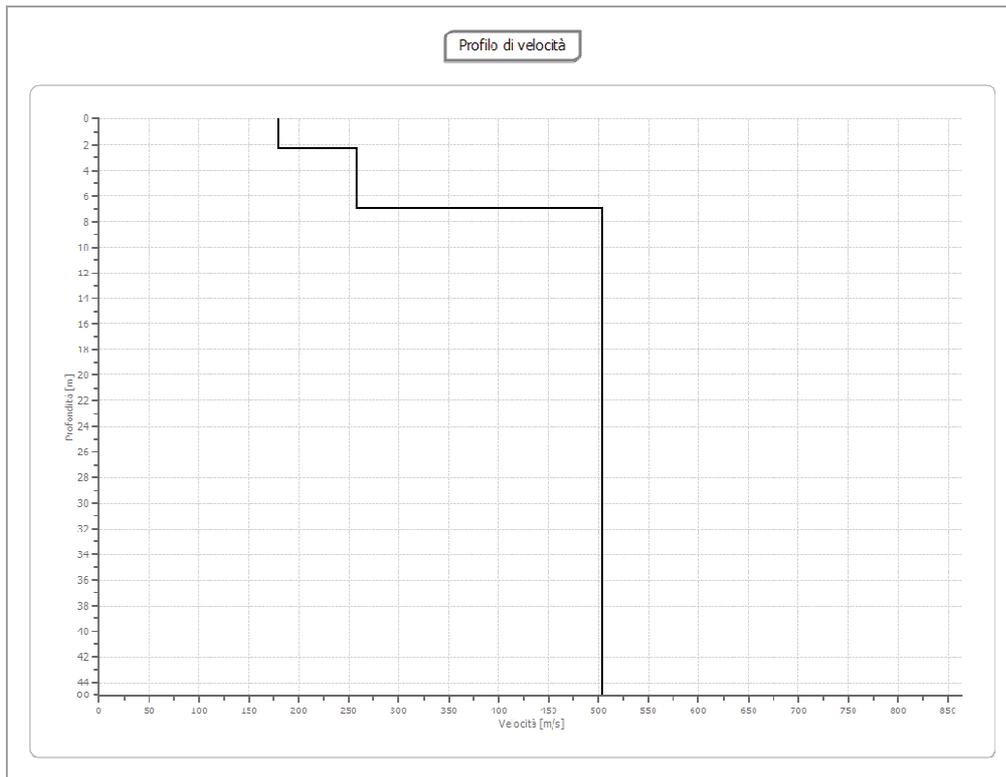
Percentuale di errore

0.007 %

Fattore di disadattamento della soluzione

0.008





Risultati

Profondità piano di posa [m]	0.00
Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)	391.62
Categoria del suolo	B

Suolo di tipo B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, 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.

Altri parametri geotecnici

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densità [kg/m ³]	Coefficiente Poisson	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]	NSPT	Qc [kPa]
1	2.25	2.25	179.62	336.03	1600.00	0.30	51.62	180.67	111.84	134.21	N/A	443.09
2	6.99	4.74	258.17	483.00	1800.00	0.30	119.97	419.91	259.95	311.93	N/A	2743.25
3	oo	oo	503.33	1669.35	2100.00	0.45	532.01	5852.10	5142.75	1542.83	0	N/A

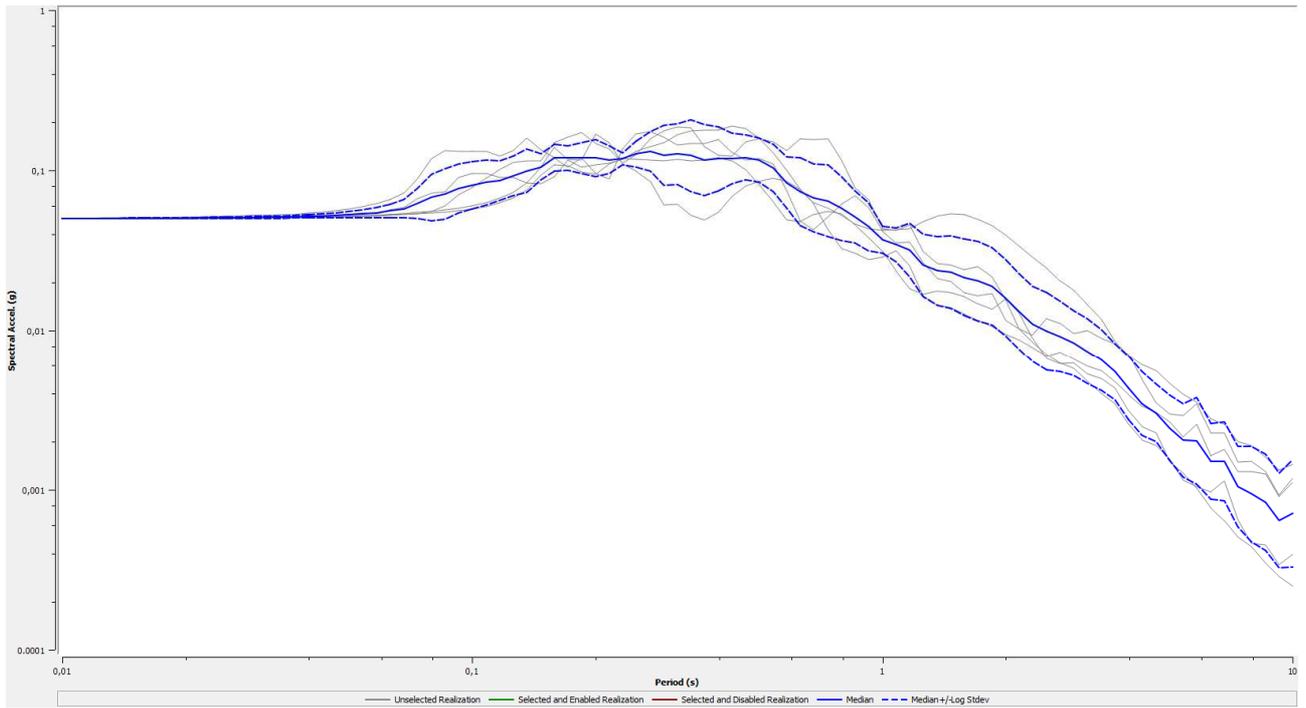
G0: Modulo di deformazione al taglio;

Ed: Modulo edometrico;

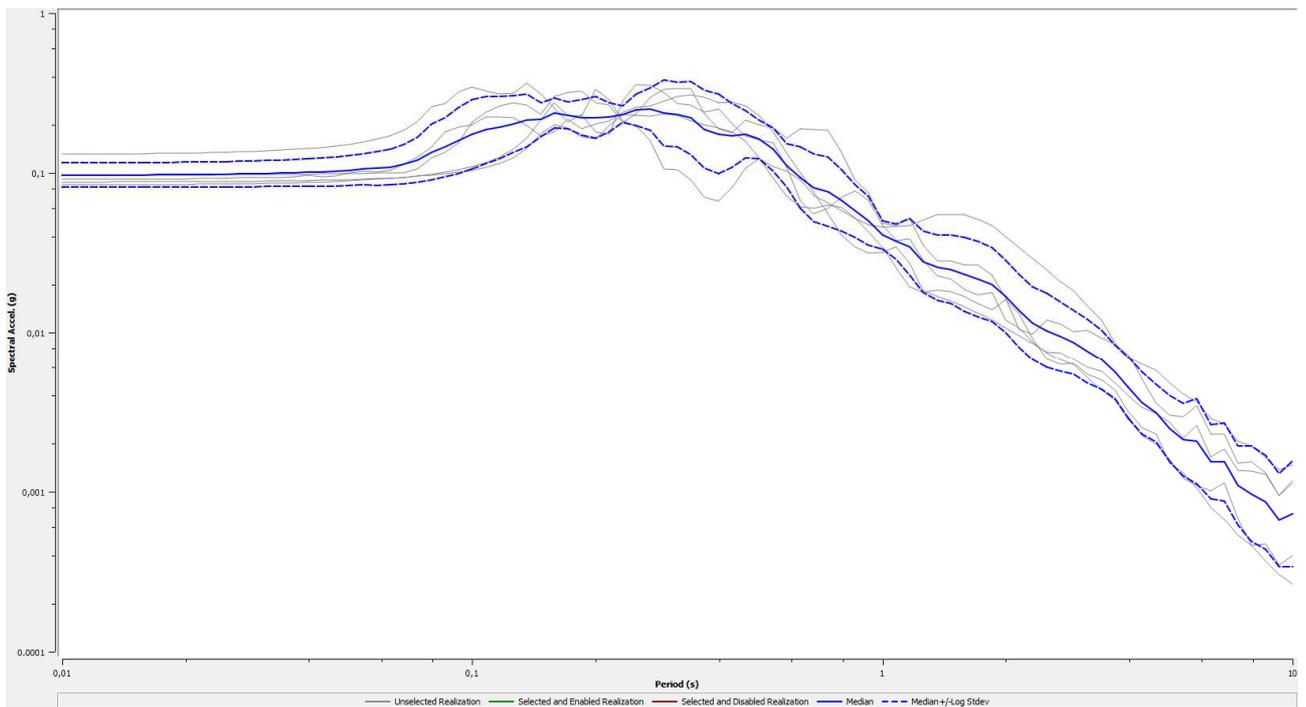
M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

Ey: Modulo di Young;

SPETTRO DI RISPOSTA AL BEDROCK



SPETTRO DI RISPOSTA AL P.C.



INDAGINE MASW E Analisi di RSL - AREA 4 - SCUOLE ELEMENTARI

DATI EVINTI DALLA RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA DEL DOTT. GEOL.SESANA DIC. 2016

DA	A	Vs	Hi	Vsi x Hi
0	1.1	485	1.1	533.5
1.1	5.2	222	4.1	910.2
5.2	7.7	265	2.5	662.5
7.7	15.2	431	7.5	3232.5
		Σ	14.1	4805.2

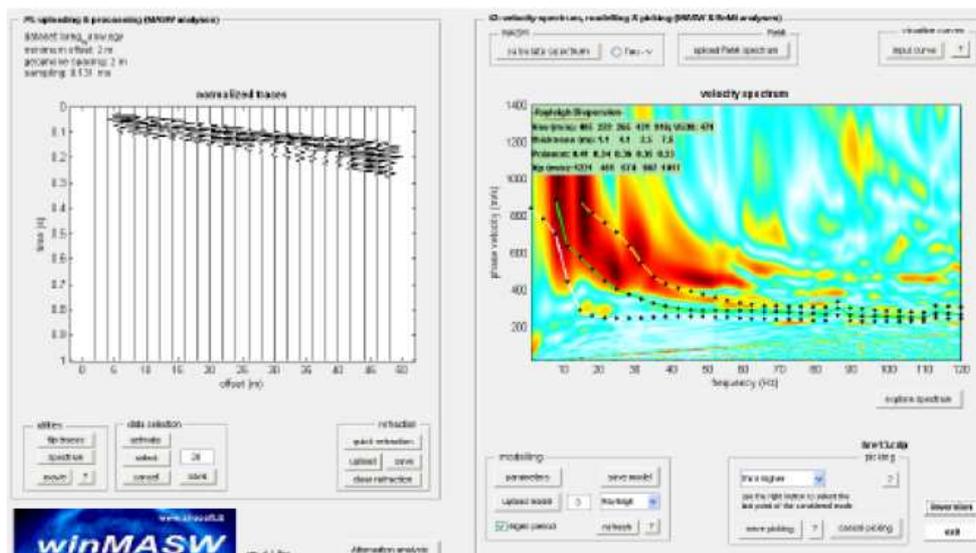
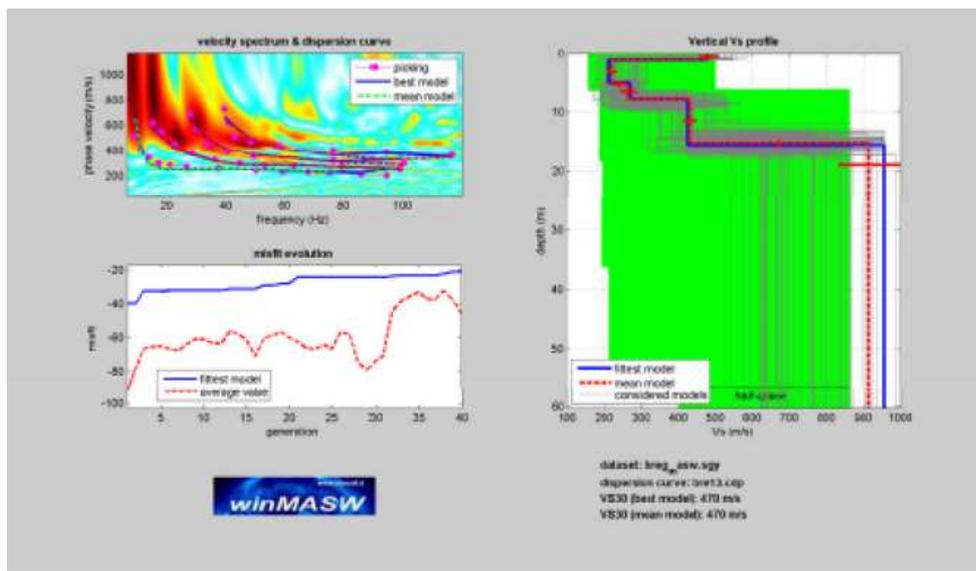
T	0.165496
----------	-----------------

LITOLOGIA
SCHEDA: SABBIOSA

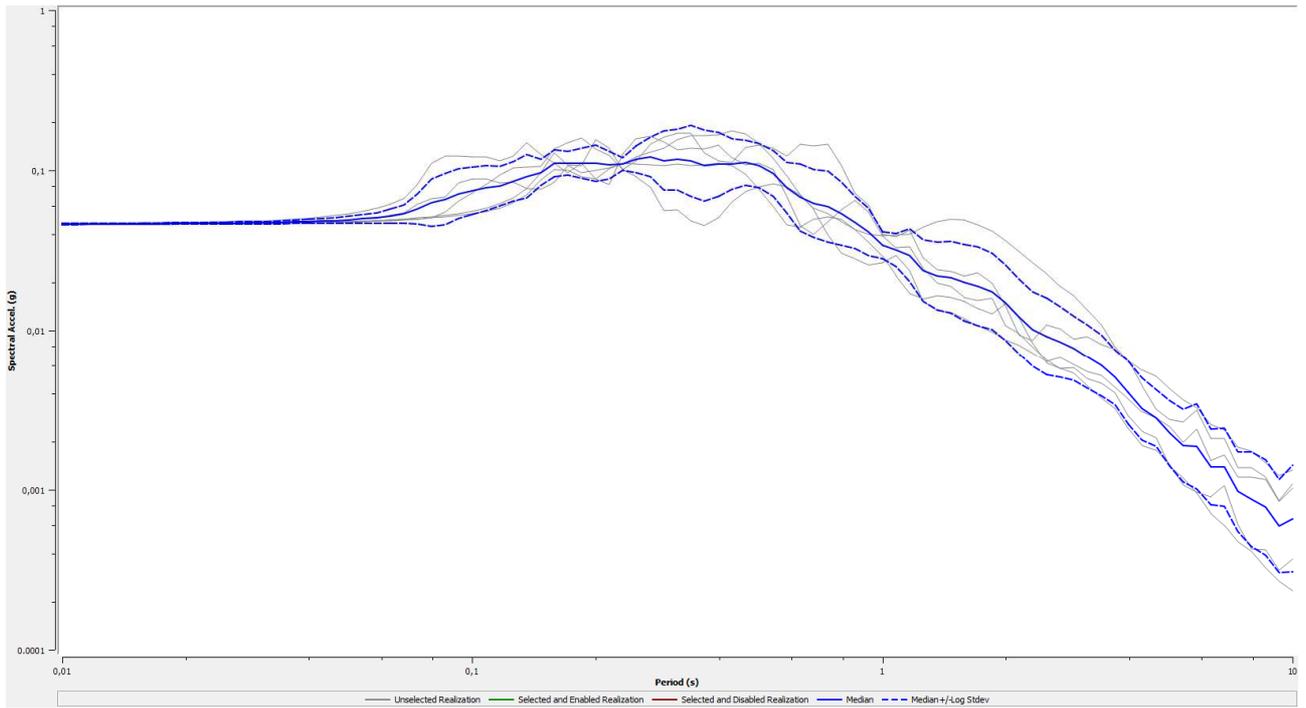
0.03<T<0.5	0.5<T<1	T>1.00
-------------------------	---------	--------

Fa 0.1-0.5	1.50	2.41	1.00
------------	------	------	------

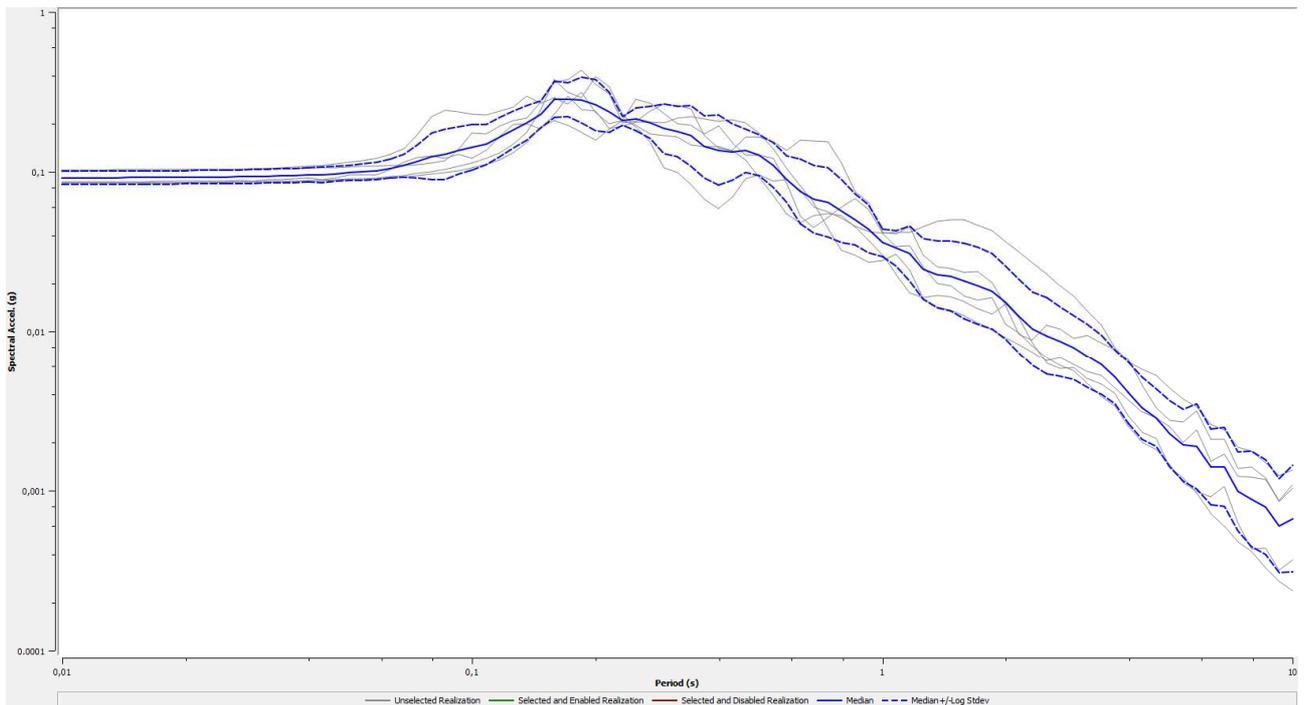
hi e Vsi sono lo spessore e la velocità dello strato i-esimo del modello, considerando tutta la stratigrafia fino alla profondità in cui il valore della velocità Vs è uguale o superiore a 800 m/s.



SPETTRO DI RISPOSTA AL BEDROCK



SPETTRO DI RISPOSTA AL P.C.



ANALISI DI RSL – CALCOLO DEI FATTORI DI AMPLIFICAZIONE (SECONDO LIVELLO)

Il valore di F_a viene calcolato relativamente a due intervalli di periodo (0,1 - 0,5 s e 0,5 - 1,5 s) in funzione del periodo proprio delle tipologie edilizie presenti più frequentemente nel territorio regionale, rispettivamente per strutture basse, regolari e piuttosto rigide, e per strutture più alte e più flessibili.

Nello specifico gli approfondimenti riguardano 3 aree che ospitano edifici rilevanti e 1 area che ospita un edificio strategico (Municipio), in scenario PSL Z4 (amplificazione litologica)

Il valore di F_a per le amplificazioni litologiche viene calcolato per entrambi gli intervalli 0,1-0,5 s e 0,5-1,5 s, e viene confrontato con i rispettivi valori di soglia comunali forniti dal Politecnico di Milano e messi a disposizione da Regione Lombardia.

VALORI DI SOGLIA PER IL COMUNE DI BREGNANO (estratto da soglie_lomb.xls diffuso da Regione Lombardia)				
	Suolo tipo B	Suolo tipo C	Suolo tipo D	Suolo tipo E
periodo 0,1-0,5 s	1,44	1,85	2,20	1,98
periodo 0,5-1,5 s	1,71	2,41	4,16	3,08

Ai fini della stesura della carta di Pericolosità Sismica locale di 2° livello, la valutazione dei fattori di amplificazione F_a per effetti litologici è stata effettuata tramite un'apposita campagna di indagini geofisiche e attraverso la rielaborazione di indagini pregresse effettuate all'interno del territorio comunale, utilizzando 4 profili sismici caratteristici ciascuno di una delle 4 aree analizzate.

Ai fini della determinazione del valore della V_{seq} , necessario per la definizione della categoria di sottosuolo, sono state considerate indagini "MASW" (Multichannel Analysis of Surface Waves) con tecnica "attiva" basata sulla misura delle onde superficiali (onde di Rayleigh).

Per maggiori dettagli sulla metodologia di acquisizione dei dati, e sulle singole elaborazioni locali si rimanda all'allegato 1 a fine testo.

Di seguito si riassumono i dati relativi alle indagini sismiche effettuate nel territorio di Bregnano.

Sito di indagine	Zona PSL	indagine	anno	V_s eq	Cat. Suolo
Area 1 - R.S.A. via Kennedy	Z4c	MASW	Luglio 2021	401 m/s	B
Area 2 – Centro Polifunzionale via Sauro	Z4c	MASW	Luglio 2021	409 m/s	B
Area 3 – Municipio via Roma	Z4c	MASW	Luglio 2021	476 m/s	B
Area 4 – Scuola elementare via Diaz*	Z4c	MASW	Dicembre 2016	319 m/s	E

* indagine recepita da relazione geologica a supporto della riqualificazione dell'edificio scolastico, a firma del Dott. Geol. Sesana.

Per ogni sito di indagine è stato ricostruito il modello sismo-stratigrafico, ovvero l'andamento della velocità delle onde sismiche di taglio V_s con la profondità, assumendo come quota di riferimento il piano campagna.

I dati sismici acquisiti ed elaborati hanno permesso di determinare i valori di V_{seq} , sulla base della quale ad ogni sito è stata assegnata la categoria di suolo sismico secondo le NTC 2018.

Successivamente è stato calcolato per ogni sito il periodo di oscillazione naturale (T_p) attraverso l'interpolazione o la conoscenza diretta della distribuzione in profondità delle V_s , fino alla profondità con $V_s \geq 800$ m/s.

Nel caso in esame i terreni di fondazione rientrerebbero in una Categoria B (o E per la scuola), ma la normativa regionale in materia sismica prescrive che si debba eseguire un approfondimento per valutare se lo spettro normativo è sufficientemente cautelativo nel tener conto degli effetti di amplificazione litologica locale.

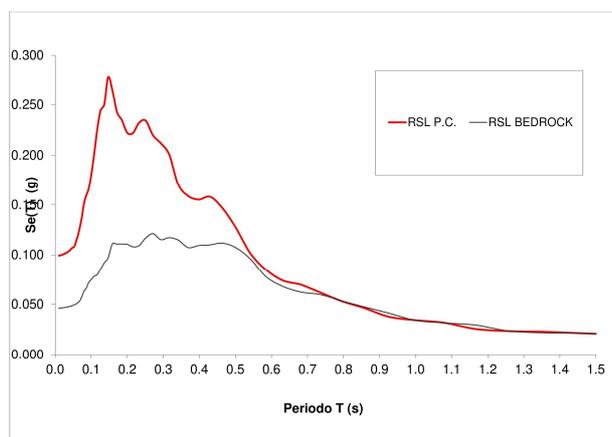
Dato che l'approfondimento di secondo livello comporta l'utilizzo di schede litologiche che si ritengono non adeguate e non applicabili alla stratigrafia locale, è stato eseguito direttamente un approfondimento di terzo livello secondo normativa.

E' stata eseguita, per ogni sito, quindi un'analisi di Risposta Sismica Locale (RSL), calcolo dello spettro elastico e del Fattore di Amplificazione (F_a), da mettere a confronto con i valori soglia tabellati per il Comune di Bregnano.

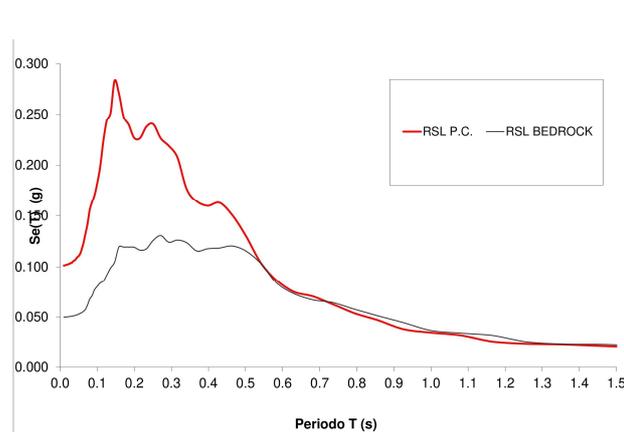
Il flusso di calcolo è riportato per esteso all'allegato a fine testo; in sintesi è stato utilizzato un codice di calcolo monodimensionale, inserendo parametri e accelerogrammi come rilasciati dalla struttura regionale lombarda³.

Gli spettri elastici ottenuti per i 4 siti con l'analisi di Risposta Sismica Locale (RSL), eseguito a quota piano campagna, risulta avere delle amplificazioni marcate per il periodo compreso fra 0,2s e 0,4 s.

Di seguito si riportano in forma grafica i risultati dell'elaborazione (per maggiori dettagli si veda l'allegato a fine testo)

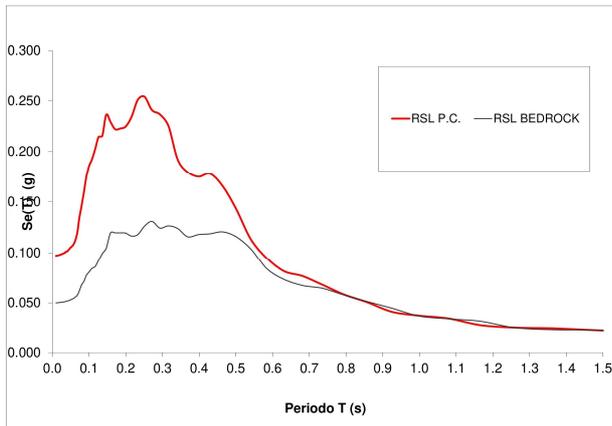


Spettro elastico R.S.A.

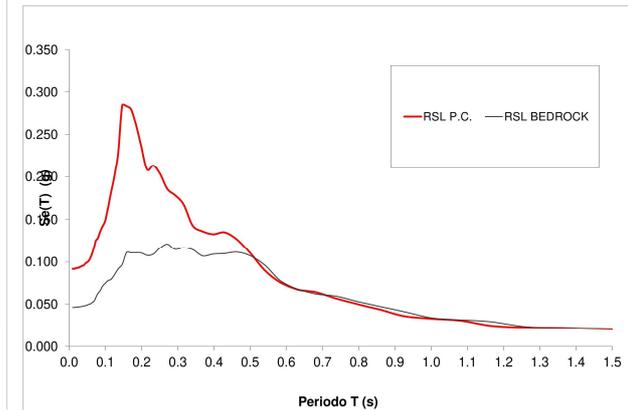


Spettro elastico Centro Polifunzionale

³ Al fine di poter effettuare le analisi di 3° livello la Regione Lombardia ha predisposto due banche dati: 1. 475-codice provincia.zip contenente, per ogni comune, 7 diversi accelerogrammi attesi caratterizzati dal periodo di ritorno di 475 anni; 2. curve_lomb.xls contenente i valori del modulo di taglio normalizzato (G/G_0) e del rapporto di smorzamento (D) in funzione della deformazione (γ), per diverse litologie.



Spettro elastico Municipio



Spettro elastico Scuola Elementare

La normativa regionale vigente, prevede si debbano individuare le aree in cui la normativa nazionale risulta insufficiente a salvaguardare dagli effetti di amplificazione sismica locale le strutture in progetto, ossia il fattore di amplificazione sismico (F_a) calcolato è superiore di quello di soglia comunale fornito dal Politecnico di Milano.

Per le aree con F_a superiore a quello della soglia dettata dalla normativa regionale (vedere tabella sotto riportata), si dovrà procedere a ulteriori approfondimenti o in alternativa utilizzare lo spettro di norma caratteristico della categoria di suolo superiore.

VALORI DI SOGLIA PER IL COMUNE DI LECCO (estratto da soglie_lomb.xls diffuso da regione Lombardia)				
	Valori soglia			
	Suolo tipo B	Suolo tipo C	Suolo tipo D	Suolo tipo E
periodo 0,1-0,5 s	1,44	1,85	2,20	1,98
periodo 0,5-1,5 s	1,71	2,41	4,16	3,08

Per il caso in esame si forniscono i risultati sia per il breve che per il lungo periodo, dato che la definizione del periodo dei fabbricati compete allo strutturista (si consideri comunque in linea generale che una struttura in c.a. passa da una vibrazione breve a una lunga per altezze da piano fondazione dell'ordine di almeno 10-15 m)

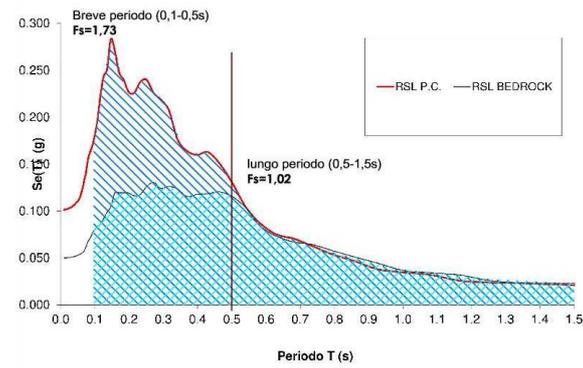
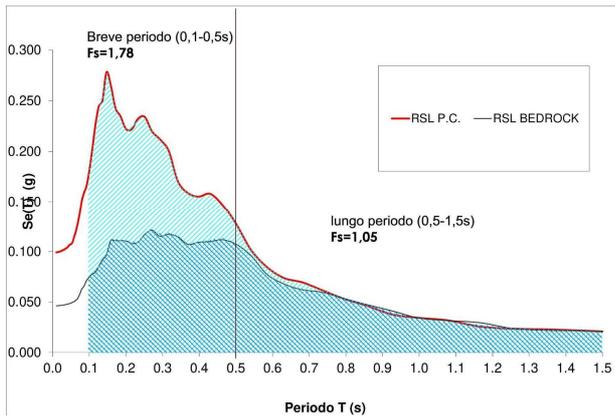
Il Fattore di Amplificazione si calcola come il rapporto fra l'integrale dello spettro elastico a piano fondazione (output) e quello al bedrock (input), definiti nell'intervallo 0,1-0,5 s (breve periodo) e 0,5-1,5 s (lungo periodo), nei casi in esame risultano:

R.S.A: $F_{a0,1-0,5} = 1,78$ (breve periodo) $F_{a0,5-1,5} = 1,05$ (lungo periodo)

Centro Polifunzionale: $F_{a0,1-0,5} = 1,73$ (breve periodo) $F_{a0,5-1,5} = 1,02$ (lungo periodo)

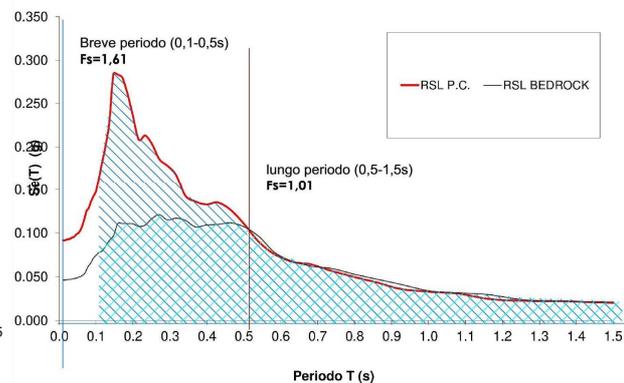
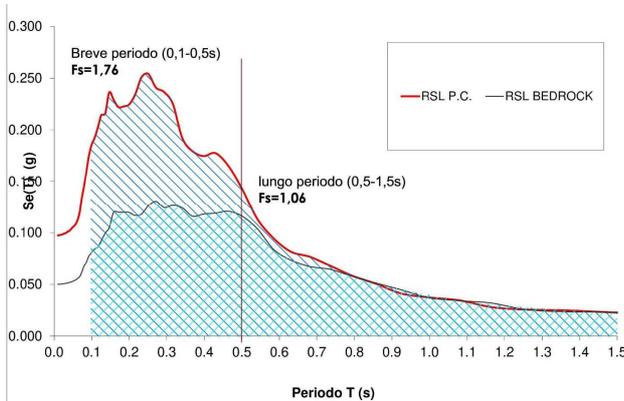
Municipio: $F_{a0,1-0,5} = 1,76$ (breve periodo) $F_{a0,5-1,5} = 1,06$ (lungo periodo)

Scuola Elementare: $F_{a0,1-0,5} = 1,61$ (breve periodo) $F_{a0,5-1,5} = 1,01$ (lungo periodo)



Calcolo fattore di amplificazione R.S.A.

Calcolo fattore di amplificazione Centro Polifunzionale



Calcolo fattore di amplificazione Municipio

Calcolo fattore di amplificazione Scuola Elementare

Come visibile dai valori soglia tabellati sopra, il valore del fattore d'amplificazione è superiore a quello per il suolo B ma inferiore a quello per il suolo di Categoria C ($F_{suoloC}=1,85$) per il breve periodo e inferiore alla soglia di quello del suolo B ($F_{suoloB}=1,71$) per il lungo periodo; è sempre inferiore a quello per la Categoria E.

Per tutti i calcoli geotecnici e strutturali in condizioni sismiche, pertanto, è possibile applicare lo spettro normativo di un suolo di Categoria C, se la struttura oscilla con periodo $<0,5s$, oppure considerare lo spettro normativo per un suolo di Categoria B, se la struttura oscilla con periodo $>0,5s$, per R.S.A., Centro Polifunzionale e Municipio. Per la Scuola Elementare è possibile applicare lo spettro di Categoria E. In alternativa è sempre possibile procedere con approfondimenti maggiori in sede progettuale (es. calcolo dello spettro di RSL o di progetto)

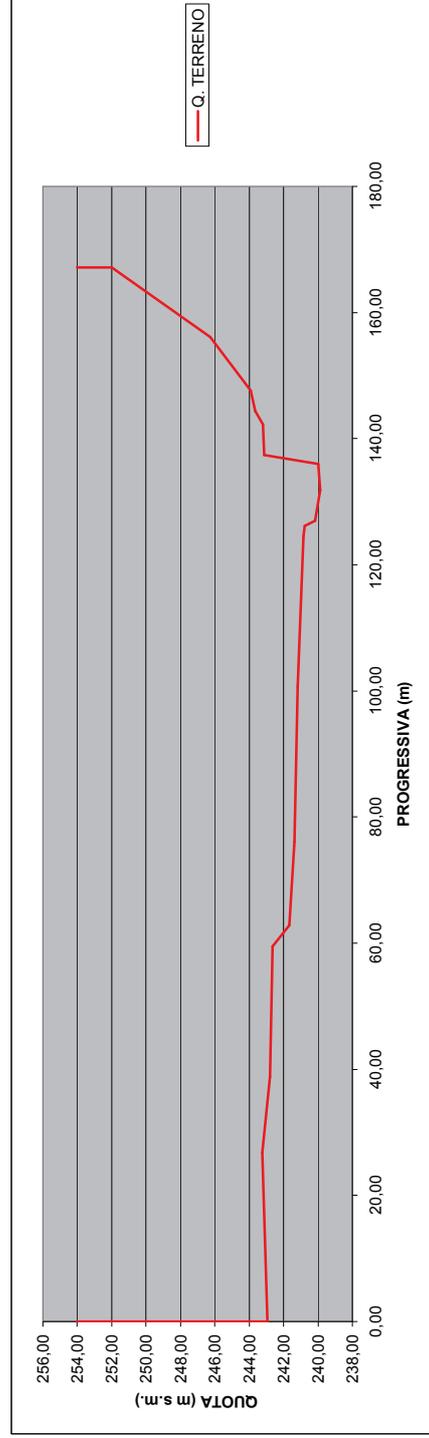
Si sottolinea che tutte le analisi sono state condotte considerando come quota di riferimento il piano campagna originario al momento dell'esecuzione delle indagini sismiche, e lo Stato Limite SLV; i valori di F_a ottenuti per i diversi siti potrebbero differire nel caso in cui si considerasse come piano di riferimento la quota del piano di imposta di eventuali fondazioni o stati limite differenti.

ALLEGATO 2
SEZIONI PAI -PGRA TORRENTE LURA

Rilievo	2002	21/05/2002	AdBPO	C. LOTTI
Corso d'acqua	10440020101	LU		
Progressiva chilometrica	25.556			
Coord. Intersezione Asse Fluviale (ED 50-UJM32)	503449,11			
Coord. Inters. Asse Fluviale (WGS 84-UJM 32)	503570,36	503416,65	5058516,25	
Coord. Vertici Sezione (ED 50-UJM 32)				
Coord. Vertici Sezione (WGS 84-UJM 32)				
Caposaldi Sezione Nome				
Coord. Caposaldi Sezione (Gauss-Boaga)				
Coord. Caposaldi Sezione (WGS 84-UJM 32)				
Sistema Riferimento Sezioni	ED 50			
Strumentazione Rilievo Sezione	GPS			
Toll. altimetrica punti (cm.)	±30			
Dati Rilievo	Sezione	Sub	PROGR.	Q. TERRENO

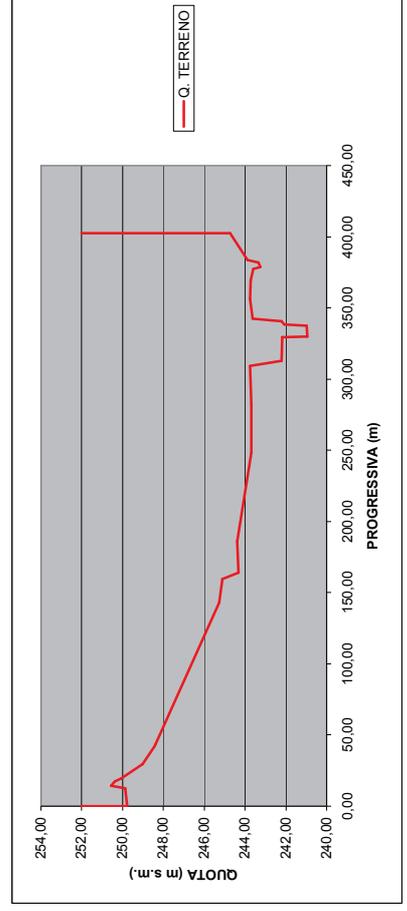
STAZ. TOTALE ECOSCAD.

COD P	PROGR.	Q. TERRENO
	0,00	254,00
LATSx	0,00	242,93
	26,79	243,25
	38,84	242,80
	59,49	242,63
	62,81	241,65
	76,05	241,36
	100,67	241,16
	124,55	240,86
	126,17	240,78
	126,99	240,15
TH	131,89	239,88
	135,95	239,97
Sadx	137,39	243,11
	142,23	243,19
CSS	144,37	243,67
CSS	147,58	243,90
	156,13	246,28
LATDx	167,20	251,99
	167,20	254,00



Rilievo	2002	21/05/2002	AdBPO	C.LOTTI	
Corso d'acqua	10440020101	LU			
Progressiva chilometrica	25.153	CTR 1:25.000			
Coord. Intersezione Asse Fluviale (ED 50-UTM32)	503566.67	5058805.65			
Coord. Inters. Asse Fluviale (WGS 84-UTM 32)	503865.32	5058656.92	503504.92	5058636.40	
Coord. Vertici Sezione (ED 50-UTM 32)					
Coord. Vertici Sezione (WGS 84-UTM 32)					
Caposaldi Sezione Nome					
Coord. Caposaldi Sezione (Gauss-Boaga)					
Coord. Caposaldi Sezione (WGS 84-UTM 32)					
Sistema Riferimento Sezioni	ED 50	m s.l.m.			
Strumentazione Rilievo Sezione	GPS				
Toll. altimetrica punti (cm.)	± 30				
Dati Rilievo	Sezione	Sub	COD P	PROGR.	Q. TERRENO

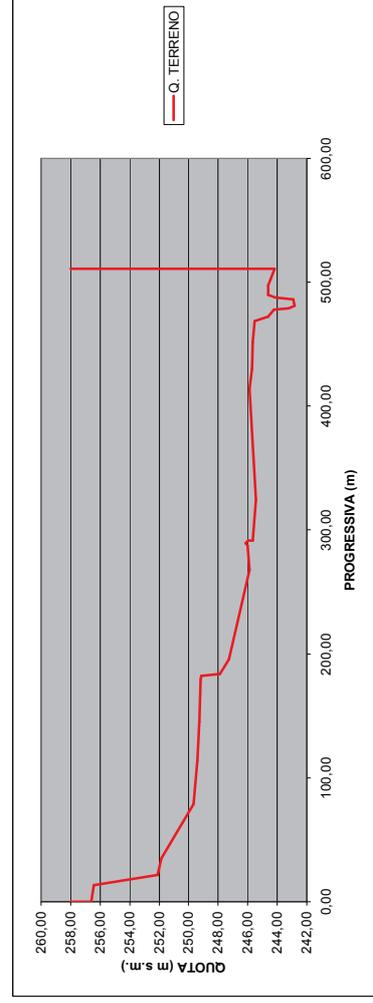
Sezione	Sub	COD P	PROGR.	Q. TERRENO
LUT9		LATSx	0,00	252,00
			0,00	249,78
			12,36	249,88
		CSS	14,32	250,58
		CSS	17,69	250,36
			19,33	250,08
			29,48	249,02
			41,61	248,46
			43,54	248,38
			142,90	245,25
			159,44	245,11
			163,87	244,33
			185,91	244,38
			248,48	243,69
			282,06	243,69
			309,46	243,75
			312,88	242,22
		SPsx	329,24	242,16
		TH	329,89	240,95
			337,38	240,97
		SPdx	338,43	242,07
			340,56	242,20
			342,39	243,62
			356,22	243,75
			369,32	243,71
			377,32	243,59
		CSS	378,84	243,26
		CSS	381,97	243,34
			383,72	243,89
		LATDx	402,62	244,73
			402,62	252,00



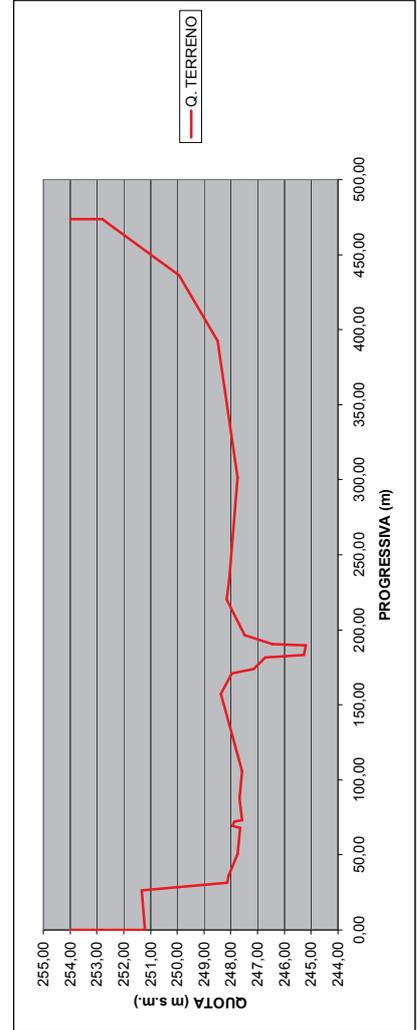
Rilievo		2002	21/05/2002	AdBPO	C.LOTTI
Corso d'acqua	10440020101	LURA	LU		
Progressiva chilometrica	24.835	CTR 1,25.000			
Coord. Intersezione Asse Fluviale (ED 50-UTM32)	503595.78	5059048.12			
Coord. Inters. Asse Fluviale (WGS 84-UTM 32)					
Coord. Vertici Sezione (ED 50-UTM 32)	504052.99	5058893.67	503569.16	5059057.11	
Coord. Vertici Sezione (WGS 84-UTM 32)					
Caposaldi Sezione Norme					
Coord. Caposaldi Sezione (Gauss-Boaga)					
Coord. Caposaldi Sezione (WGS 84-UTM 32)					
Sistema Riferimento Sezioni	ED 50	m.s.m.			
Strumentazione Rilievo Sezione	GPS				
Toll. altimetrica punti (cm.)	± 30				
Dati Rilievo	Sezione	Sub	COD P	PROGR.	Q. TERRENO
	LUR0				

STAZ. TOTALE ECOSCANID.

Sezione	Sub	COD P	PROGR.	Q. TERRENO
LATSx			0.00	258.00
			0.00	256.62
			13.39	256.42
CSS			21.78	252.12
			34.77	251.85
CSS			78.72	249.69
			114.14	249.42
			145.30	249.28
			178.98	249.20
			182.42	249.15
			183.92	247.89
			195.63	247.28
			268.01	245.90
			287.58	246.03
			289.24	246.15
			291.46	245.98
			291.72	245.64
			324.59	245.43
			413.96	245.89
			430.54	245.71
			451.62	245.66
			468.82	245.53
			472.16	244.61
SFpx			477.94	244.22
			478.95	243.22
TH			480.88	242.85
			486.24	242.93
			487.78	244.12
SPdx			489.92	244.61
			497.40	244.62
LATDx			510.69	244.20
			510.69	258.00

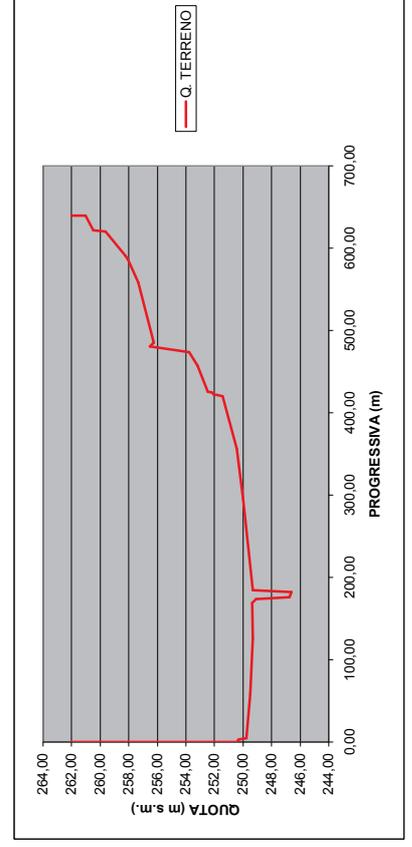


Rilievo	2002	21/05/2002	AdBPO	C.LOTTI
Corso d'acqua	10440020101	LU		
Progressiva chilometrica	24.330	CTR 1:25.000		
Coord. Intersezione Asse Fluviale (ED 50-UTM32)	503833,94	5059221,75		
Coord. Inters. Asse Fluviale (WGS 84-UTM 32)	503984,48	5059111,69	503602,15	5055391,22
Coord. Vertici Sezione (ED 50-UTM 32)				
Coord. Vertici Sezione (WGS 84-UTM 32)				
Caposaldi Sezione Nome				
Coord. Caposaldi Sezione (Gauss-Boaga)				
Coord. Caposaldi Sezione (WGS 84-UTM 32)				
Sistema Riferimento Sezioni	ED 50	m s.m.		
Strumentazione Rilievo Sezione	GPS	STAZ. TOTALE	ECOSCAND.	
Toll. altimetrica punti (cm.)	± 30			
Dati Rilievo	Sezione LU81	Sub	COD P	PROGR.
			LATSx	0,00
				254,00
				251,21
				26,32
				251,32
				31,33
				248,12
				36,25
				248,09
				50,65
				247,76
				68,19
				247,64
				69,21
				247,94
				72,13
				247,86
				72,93
				247,59
				87,65
				247,68
				105,84
				247,58
				157,28
				248,37
				170,83
				247,97
				174,08
				247,14
			SPsx	181,64
				246,72
				183,42
				245,27
			TH	189,54
				245,21
			SPdx	190,27
				246,46
				196,46
				247,49
				220,37
				248,15
				233,62
				248,05
				301,61
				247,74
				392,58
				248,49
				436,28
				249,92
			CSS	470,59
				252,58
			LATDx	473,62
				252,79
				473,62
				254,00



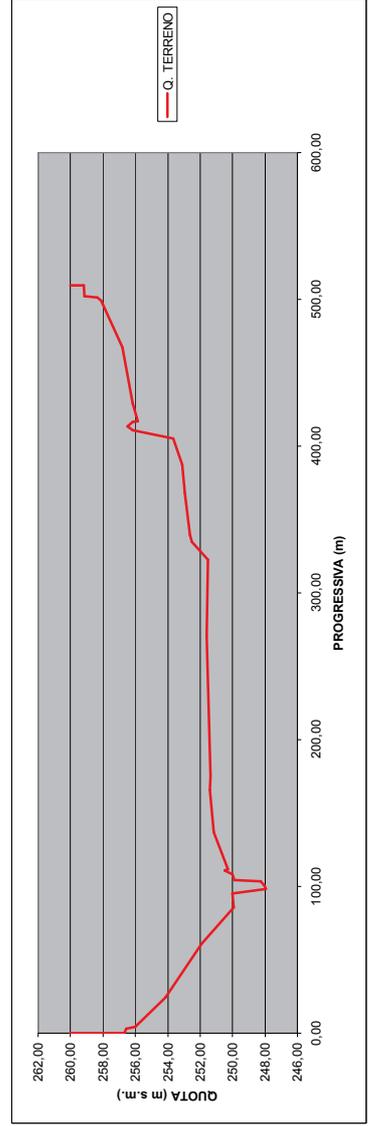
Rilievo		2002	2/105/2002	AdBPO	C.LOTTI
Corso d'acqua	10440020101	LURA	LU		
Progressiva chilometrica	23,995	CTR 125.000			
Coord. Intersezione Asse Fluviale (ED 50-UTM32)	503936,09	5059400,55			
Coord. Inters. Asse Fluviale (WGS 84-UTM 32)					
Coord. Vertici Sezione (ED 50-UTM32)	504070,54	5059286,70	503990,40	5059708,58	
Coord. Vertici Sezione (WGS 84-UTM32)					
Caposaldi Sezione Nome					
Coord. Caposaldi Sezione (Gauss-Boaga)					
Coord. Caposaldi Sezione (WGS 84-UTM 32)					
Sistema Riferimento Sezioni	ED 50	m.s.m.			
Strumentazione Rilievo Sezione	GPS				
Toll. altimetrica punti (cm.)	± 30				
Dati Rilievo	Sezione	Sub	COD P	PROGR.	Q. TERRENO
	LU82				

Sezione	Sub	COD P	PROGR.	Q. TERRENO
		LATSx	0,00	262,00
			0,00	250,45
			3,46	250,30
			4,44	249,75
			58,26	249,49
			126,03	249,33
			168,99	249,38
		SPsx	173,70	249,08
			175,90	246,73
		TH	182,06	246,61
			184,29	249,31
		SPdx	294,26	249,98
			356,90	250,42
			420,36	251,42
			421,53	251,83
			421,59	252,04
			424,58	252,20
			425,53	252,46
			457,57	253,17
			473,82	253,78
			480,24	256,54
			485,08	256,27
			558,48	257,33
			586,04	258,04
			590,56	258,22
			615,31	259,39
			619,79	259,63
			621,59	260,49
		LATDx	639,15	261,04
			639,15	262,00



Rilievo	2002	21/05/2002	AdBFO	C.LOTTI
Corso d'acqua	10440020101	LU		
Progressiva chilometrica	23.650	CTR 1,25.000		
Coord. Intersezione Asse Fluviale (ED 60-UTM32)	503996.92	50399655.96		
Coord. Inters. Asse Fluviale (WGS 84-UTM 32)	504094.54	50399679.40	503996.96	50399600.41
Coord. Vertici Sezione (ED 60-UTM 32)				
Coord. Vertici Sezione (WGS 84-UTM 32)				
Caposaldi Sezione Nome				
Coord. Caposaldi Sezione (Gauss-Boisap)				
Coord. Caposaldi Sezione (WGS 84-UTM 32)				
Sistema Riferimento Sezioni	ED 50	m.s.m.		
Strumentazione Rilievo Sezione	GPS			
Toll. allimetrica punti (cm.)	± 30			
Dati Rilievo	Sezione	Sub	COD P	PROGR.
	LUB3			

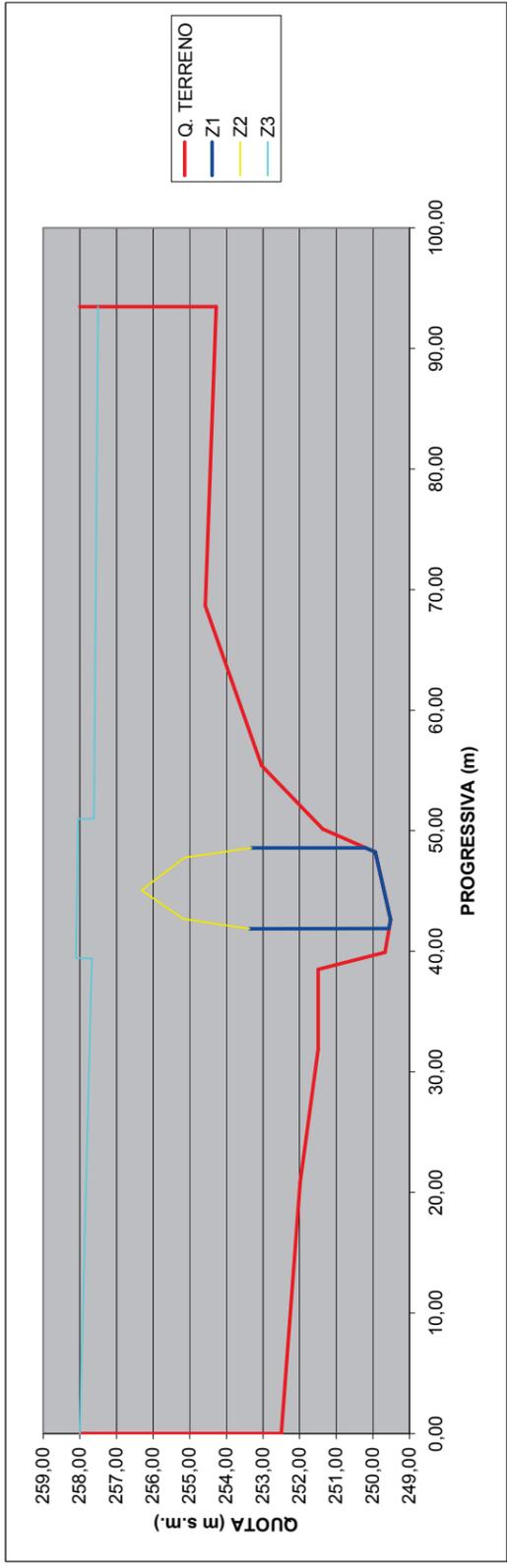
Sezione	Sub	COD P	PROGR.	Q. TERRENO
LATSx			0,00	260,00
			0,00	256,68
			3,13	256,55
			4,48	256,02
			24,33	254,16
			60,77	251,92
SPsx			85,73	249,95
			95,38	250,02
TH			98,12	247,96
			100,40	246,03
			103,28	248,28
SPdx			104,45	249,90
			108,34	250,00
			110,91	250,48
			111,76	250,28
			136,77	251,18
			165,62	251,42
			175,37	251,37
			270,29	251,58
			322,64	251,51
			334,65	252,50
			339,37	252,64
			368,08	252,95
			367,38	253,11
			405,41	253,68
			411,02	256,18
			413,62	256,46
			416,43	256,15
			416,74	255,86
			429,16	256,17
			467,31	256,78
			499,03	258,13
			501,34	258,36
			502,22	259,16
LATdx			509,67	259,16
			509,67	260,00



Rilievo	2002	20/05/2002	AdBPO	C.LOTTI
Corso d'acqua	LU84	LU		
Progressiva chilometrica	CTR 1:25.000			
Coord. Vertici Sezione (ED 50-UTM 32)	503875,69	503811,89	5059888,23	
Coord. Vertici Sezione (WGS 84-UTM 32)	503834,58			
Coord. Intersezione Asse Fluviale (ED 50-UTM 32)				
Coord. Intersezione Asse Fluviale (WGS 84-UTM 32)				
Caposaldi Sezione Nome	LU84SX	LU84DX		
Coord. Caposaldi Sezione (ED50-UTM 32)	503849,58	503838,17	5059880,74	
Coord. Caposaldi Sezione (WGS 84-UTM 32)				
Sistema Riferimento Rilievo Manufatto	ED 50	m s.m.		
Strumentazione	GPS	STAZ. TOTALE	ECOSCAND.	
Toll. altimetrica punti (cm.)	± 30			
Larghezza impalcato (m) (profondità)	14,0			
Angolo rispetto direzione principale di deflusso (°)	10°			
Larghezza plinto (m) (profondità)				
Forma plinto	RETTANGOLARE	CIRCOLARE	PRISMATICA	COMPOSTA
Larghezza pila (m) (profondità)				
Forma pila	RETTANGOLARE	CIRCOLARE	PRISMATICA	COMPOSTA
Altezza parapetto (m)	1			
Tipologia parapetto(TIPO 1 impermeabile, TIPO 2 permeabile)	TIPO 2			
Dati Rilievo	Sezione	Sub		
	LU84			

	COD P	PROGR.	Z1	Z2	Z3
		0,00	253,37		
		41,87	253,37	253,37	
		41,89	249,56	255,18	
		42,62	249,52	256,32	
		48,24	249,93	255,15	
		48,57	250,20	253,31	
		48,56	253,31		
		0,00			
		41,87			
		42,69			
		45,05			
		47,76			
		48,56			
		93,47			

	COD P	PROGR.	Q. TERRENO
		0,00	258,00
		0,00	252,50
		20,84	251,99
		31,86	251,49
		38,50	251,49
		39,91	249,66
		42,62	249,52
		48,24	249,93
		50,14	251,37
		55,39	253,04
		68,65	254,58
		93,47	254,28
		93,47	258,00

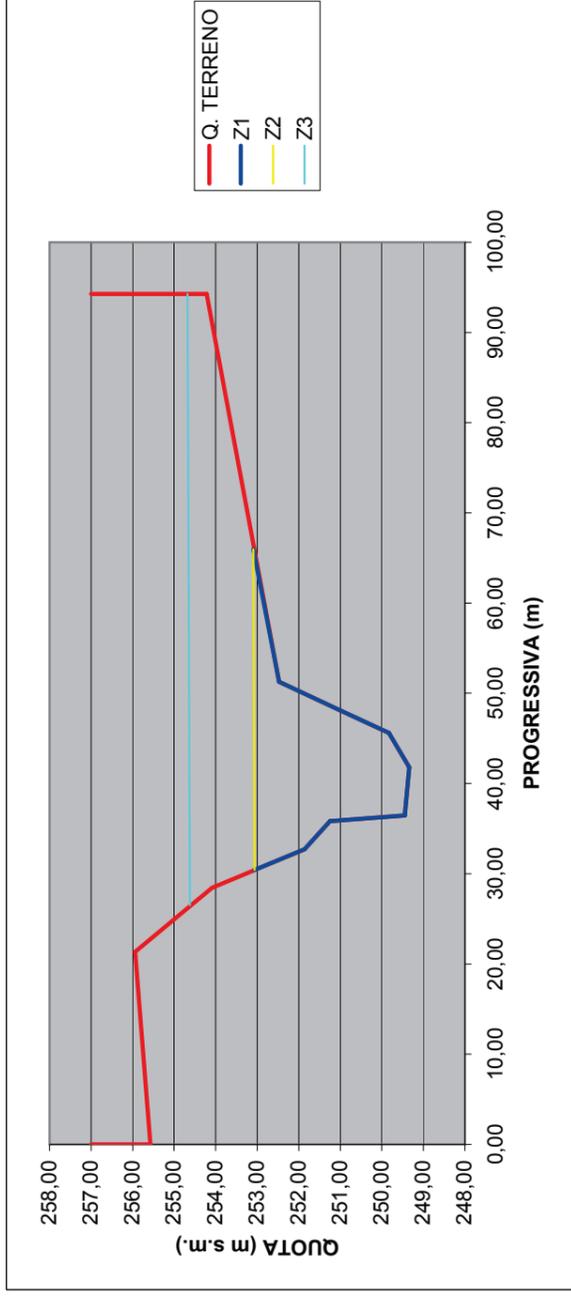


Rilievo	2002	20/05/2002	AdBPO	C.LOTTI
Corso d'acqua	10440020101	LU		
Progressiva chilometrica	23,388	CTR 1:25.000		
Coord. Vertici Sezione (ED 50-UTM 32)	503905,24	503811,72	5059852,46	
Coord. Vertici Sezione (WGS 84-UTM 32)				
Coord. Intersezione Asse Fluviale (ED 50-UTM 32)	503863,77	5059859,05		
Coord. Intersezione Asse Fluviale (WGS 84-UTM 32)				
Caposaldi Sezione Nome				
Coord. Caposaldi Sezione (ED50-UTM 32)				
Coord. Caposaldi Sezione (WGS 84-UTM 32)				
Sistema Riferimento Rilievo Manufatto	ED 50	m s.m.		
Strumentazione	GPS	STAZ. TOTALE	ECOSCAD.	
Toll. altimetrica punti (cm.)	± 30			
Larghezza impalcato (m) (profondità)	2,2			
Angolo rispetto direzione principale di deflusso (°)	10°			
Larghezza plinto (m) (profondità)				
Forma plinto	RETTANGOLARE	CIRCOLARE	PRISMATICA	COMPOSTA
Larghezza pila (m) (profondità)				
Forma pila	RETTANGOLARE	CIRCOLARE	PRISMATICA	COMPOSTA
Altezza parapetto (m)	1,2			
Tipologia parapetto(TIPO 1 impermeabile, TIPO 2 permeabile)	TIPO 2			
Dati Rilievo	Sezione	Sub	Q. TERRENO	
	LU84	bis		

COD P	PROGR.	Z1	Z2	Z3
	0,00			
	30,43	253,06		
	32,73	251,86		
	35,82	251,25		
	36,46	249,45		
	41,80	249,34		
	45,59	249,83		
	48,09	251,00		
	51,29	252,47		
	65,97	253,09		

COD P	PROGR.	Z1	Z2	Z3
	0,00			
	30,43	253,06		
	32,73	251,86		
	35,82	251,25		
	36,46	249,45		
	41,80	249,34		
	45,59	249,83		
	48,09	251,00		
	51,29	252,47		
	65,97	253,09		

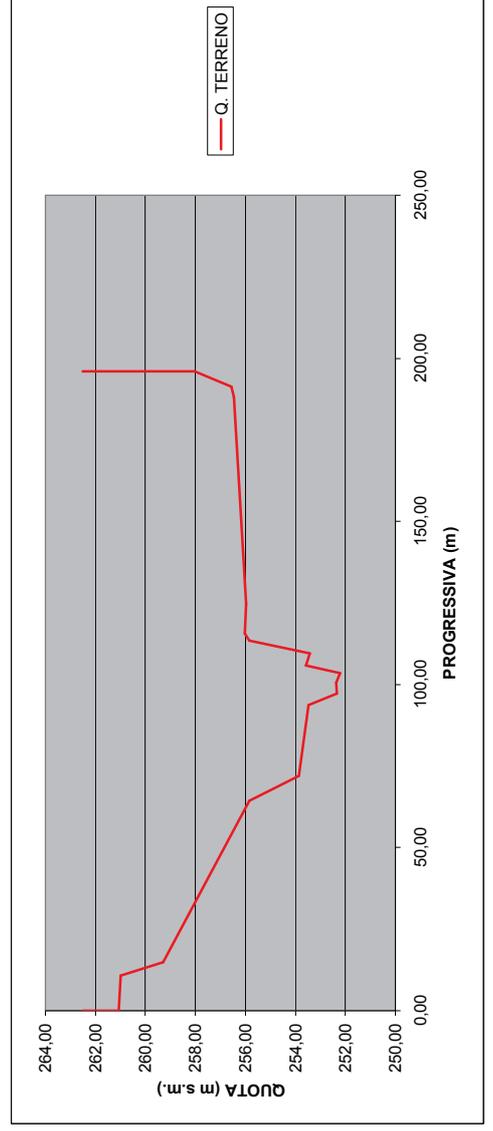
COD P	PROGR.	Q. TERRENO
LATSx	0,00	257,00
	0,00	255,57
	21,34	255,94
	28,45	254,09
	32,73	251,86
SPsx	35,82	251,25
	36,46	249,45
TH	41,80	249,34
	45,59	249,83
	48,09	251,00
SPsx	51,29	252,47
LATDx	94,26	254,22
	94,26	257,00



Rilievo	2002	20/05/2002	AdBPO	C.LOTTI
Corso d'acqua	10440020101	LU		
Progressiva chilometrica	22.775	LURA		
	503725.76	CTR 1:25.000		
Coord. Intersezione Asse Fluviale (ED 50-UTM 32)	503822.84	5060409.46		
Coord. Vertici Sezione (ED 50-UTM 32)		5060382.96	503633.66	5060434.61
Coord. Vertici Sezione (WGS 84-UTM 32)				
Caposaldi Sezione Nome				
Coord. Caposaldi Sezione (Gauss-Boaga)				
Coord. Caposaldi Sezione (WGS 84-UTM 32)				
Sistema Riferimento Sezioni	ED 50	m s.m.		
Strumentazione Rilievo Sezione	GPS			
Toll. altimetrica punti (cm.)	± 30			
Dati Rilievo	Sezione	Sub	COD P	PROGR.
	LU86			Q. TERRENO

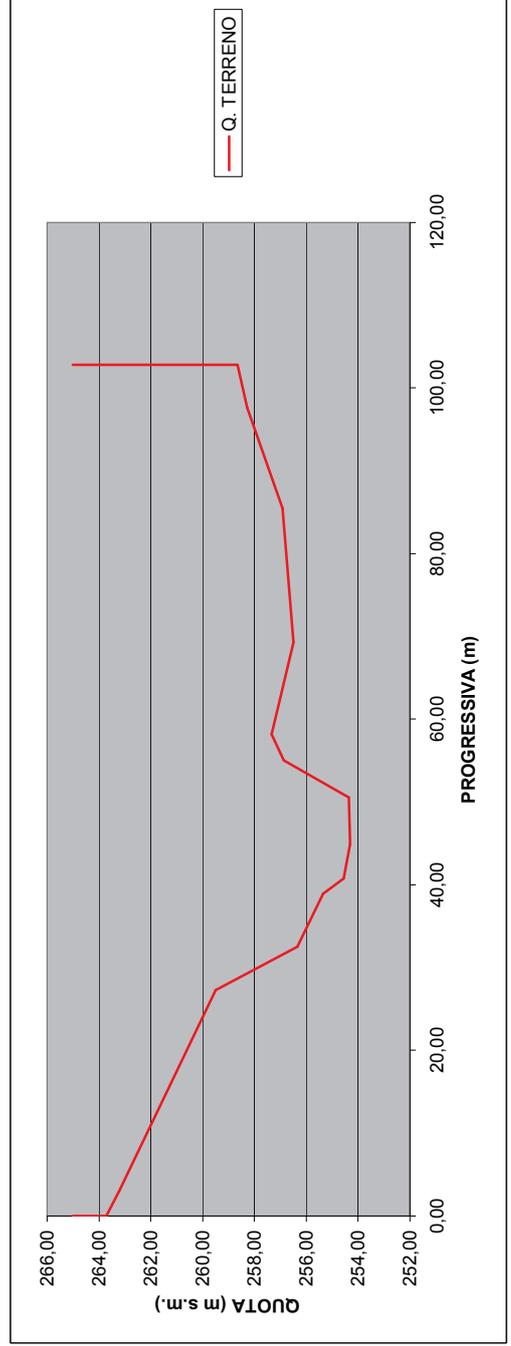
STAZ. TOTALE ECOSCAND.

COD P	PROGR.	Q. TERRENO
LATSx	0,00	262,50
	0,00	261,07
	10,76	260,98
	14,93	259,29
	64,31	255,84
	71,97	253,85
SPsx	93,73	253,48
	97,30	252,34
	100,63	252,38
TH	103,43	252,22
SPdx	105,90	253,57
	109,49	253,43
	113,52	255,85
	115,61	256,03
	124,84	255,98
CSS	188,18	256,47
CSS	191,26	256,57
LATDx	196,11	258,03
	196,11	262,50



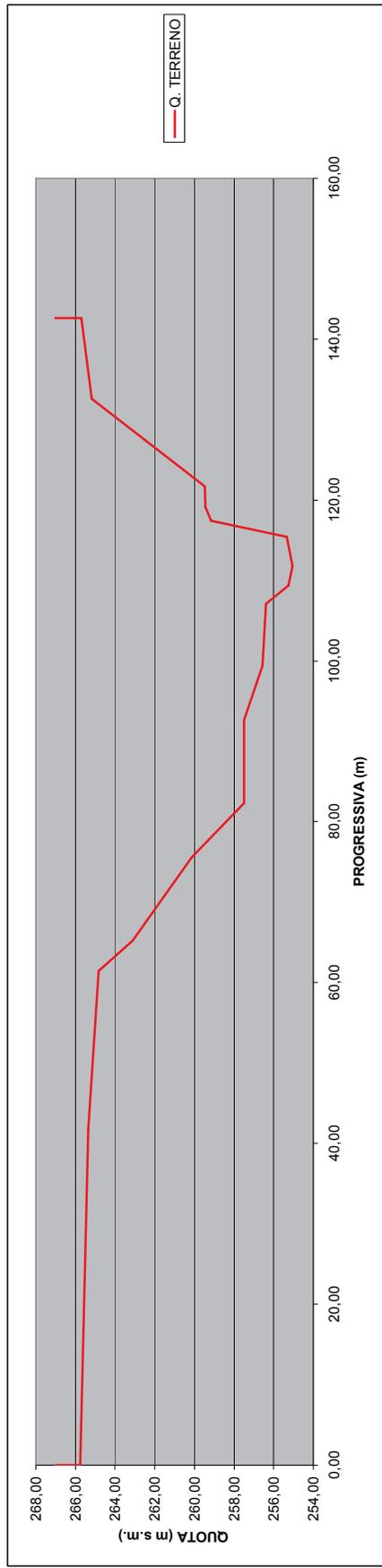
Rilievo	2002	20/05/2002	AdBPO	C.LOTTI
Corso d'acqua	10440020101	LU		
Progressiva chilometrica	22,385	LURA		
Coord. Intersezione Asse Fluviale (ED 50-UTM32)	503757,17	CTR 1:25.000		
Coord. Inters. Asse Fluviale (WGS 84-UTM 32)	503799,35	5060687,13		
Coord. Vertici Sezione (ED 50-UTM 32)	503702,68	5060702,68	503702,85	5060667,10
Coord. Vertici Sezione (WGS 84-UTM 32)				
Caposaldi Sezione Nome				
Coord. Caposaldi Sezione (Gauss-Bosga)				
Coord. Caposaldi Sezione (WGS 84-UTM 32)				
Sistema Riferimento Sezioni	ED 50	m s.m.		
Strumentazione Rilievo Sezione	GPS			
Toll. altimetrica punti (cm.)	± 30			
Dati Rilievo	Sezione	Sub	COD P	PROGR.
	LUB7			
			LATSx	0,00
				0,00
				3,00
				27,27
				32,55
				256,35
				38,95
				255,35
				40,76
				254,56
			TH	44,96
				254,32
				50,60
				254,36
				55,01
				256,86
				58,22
				257,34
				69,29
				256,49
				85,48
				256,91
				97,62
				258,28
			LATDx	102,85
				258,64
				102,85
				265,00

STAZ. TOTALE ECOSCAND.



Rilievo	2002	20/05/2002	AdBPO	C.LOTTI
Corso d'acqua	10440020101	LU		
Progressiva chilometrica	22,160	LURA		
Coord. Intersezione Asse Fluviale (ED 50-UTM32)	503611,97	CTR 1,25,000		
Coord. Inters. Asse Fluviale (WGS 84-UTM 32)	503644,69	5060831,65		
Coord. Vertici Sezione (ED 50-UTM 32)	503644,69	5060938,57	503602,95	5060802,17
Coord. Vertici Sezione (WGS 84-UTM 32)				
Caposaldi Sezione Nome				
Coord. Caposaldi Sezione (Gauss-Boaga)				
Coord. Caposaldi Sezione (WGS 84-UTM 32)				
Sistema Riferimento Sezioni	ED 50	m s.m.		
Strumentazione Rilievo Sezione	GPS			
Toll. altimetrica punti (cm.)	± 30			
Dati Rilievo	Sezione	Sub	COD P	PROGR.
	LUB8			0,00
			LATSx	0,00
				41,79
				61,43
				65,25
				75,53
				82,33
				92,64
				99,43
				107,11
			TH	109,37
				111,81
				115,44
				117,39
			CSS	119,10
				121,69
			CSS	128,06
				132,59
			LATSdx	142,64
				142,64
				267,00

STAZ. TOTALE ECOSCAND.



Rilievo	2002	20/05/2002	AdBPO	C. LOTTI
Corso d'acqua	10440020101	LU		
Progressiva chilometrica	21,935	CTR 1:25.000		
Coord. Vertici Sezione (ED 50-UTM 32)	503511,49	5061062,98	503391,73	5060900,76
Coord. Vertici Sezione (WGS 84-UTM 32)				
Coord. Intersezione Asse Fluviale (ED 50-UTM 32)	503421,40	5060935,32		
Coord. Intersezione Asse Fluviale (WGS 84-UTM 32)				
Caposaldi Sezione Nome				
Coord. Caposaldi Sezione (ED50-UTM 32)				
Coord. Caposaldi Sezione (WGS 84-UTM 32)				
Sistema Riferimento Rilievo Manufatto	ED 50	m s.m.		
Strumentazione	GPS	STAZ. TOTALE	ECOSCAND.	
Toll. altimetrica punti (cm.)	± 30			
Larghezza impalcato (m) (profondità)	4,5			
Angolo rispetto direzione principale di deflusso (°)	0°			
Larghezza plinto (m) (profondità)				
Forma plinto	RETTANGOLARE	CIRCOLARE	PRISMATICA	COMPOSTA
Larghezza pila (m) (profondità)				
Forma pila	RETTANGOLARE	CIRCOLARE	PRISMATICA	COMPOSTA
Altezza parapetto (m)	1,1			
Tipologia parapetto(TIPO 1 impermeabile, TIPO 2 permeabile)	TIPO 2			
Dati Rilievo	Sezione	Sub		
	LU89			

COD P	PROGR.	Z1	Z2	Z3
	0,00			
	155,17	259,37		
	155,17	256,36	150,36	259,62
	160,14	256,36	161,62	259,74
	161,19	257,86		
	161,62	258,22		
	161,62	259,35	163,70	259,77

COD P	PROGR.	Q. TERRENO
	0,00	272,00
LATSx	0,00	269,50
	20,00	269,01
	43,89	268,42
	57,99	268,20
CSS	58,24	265,71
CSS	69,61	265,19
	73,15	267,50
	83,85	266,54
	104,68	266,25
	123,71	266,11
	125,67	263,27
	133,32	262,56
	137,91	260,23
	143,67	260,08
SPsx	150,36	259,62
	151,38	258,81
	152,41	256,39
TH	160,14	256,36
	161,19	257,86
SPdx	165,14	260,87
CSS	194,66	261,92
CSS	197,73	261,81
	197,81	262,55
LATDx	201,63	266,05
	201,63	272,00

