

COMUNE DI ARCOLA
PROVINCIA DELLA SPEZIA

RELAZIONE GEOLOGICA

OGGETTO: Progetto per la delocalizzazione dell'impianto per la produzione di conglomerato bituminoso, sito in via bardiana, 1 nel comune di Arcola (SP), nel nuovo sito di via Montesagro s.n.c.

Committenti: Conglomerati Lucchesi

Progettisti: Architetti Stefano Seratini, Tatiana De Biasi

ELABORATI CARTOGRAFICI	IL TECNICO
• UBICAZIONE CARTOGRAFICA • CARTA GEOLOGICA • CARTA DELLA PERMEABILITÀ • STRALCIO CARTA PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA • SCHEMA CIRCOLAZIONE DELLE ACQUE • UBICAZIONE INTERVENTI E SEZIONI • SONDAGGI PENETROMETRICI ED ELABORAZIONE DATI • MASW • SEZIONI GEOLOGICO TECNICHE INTERPRETATIVE	

Villafranca, 24 ottobre '18

PREMESSE

Su incarico della committenza, è stata realizzata un'analisi geomeccanica e sismica nei terreni interessati dal Progetto per la delocalizzazione dell'impianto per la produzione di conglomerato bituminoso, sito in via bardiana, 1 nel comune di Arcola (SP), nel nuovo sito di via Montesagro s.n.c..

Insieme alle valutazioni geomorfologiche e idrogeologiche richieste nelle indagini preliminari, è stata svolta una analisi tramite rilevamento sul terreno e n° 4 sondaggi penetrometrici dinamici, n° 1 Masw e indagini da bibliografia attraverso le quali è stato possibile fornire valutazioni sulle caratteristiche geomeccaniche dei terreni sondati, la situazione del versante allo stato di fatto, la stabilità dei fronti di scavo a progetto e valutazioni sui parametri sismici e posizione rispetto ai vigenti vincoli normativi.

Il presente studio è redatto in conformità alla vigente normativa in materia, in particolare:

Legislazione nazionale

- L. 02/02/1974, n. 64: Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche
- D.M. LL. PP. 11/03/1988 e Circolare Ministero Lavori Pubblici, 24/09/1988, n. 30483: "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione",
- L. 11/02/1994, n. 109 e succ. mod. e int. - Regolamento di attuazione della legge quadro in materia di lavori pubblici,
- D.M. 16/01/1996: "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche",
- Testo unico per l'edilizia – d.p.r. 380/01 e sue successive modifiche ed integrazioni,
- Legge 23/03/2001, n° 93 "Disposizioni in campo ambientale"
- O.P.C.M. del 20/03/2003 n. 3274 e succ. mod. e int.: "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica",
- Eurocodice 8: "Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture";
- O.P.C.M. n. 3519 del 28 aprile 2006 "Criteri generali da utilizzare per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone".

Legislazione regionale

- DELIBERAZIONE DELLA GIUNTA REGIONALE 24.10.2008 N. 1308
- (O.P.C.M. 3519/2006. Nuova classificazione sismica del territorio della Regione Liguria.)

SITUAZIONE GEOLOGICA GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA

La zona oggetto del presente studio è situata all'estremità orientale della pia alluvionale di Arcola in sponda dx del F. Magra, ad una quota di circa 12 m s.l.m..

RILEVAMENTO GEOLOGICO

Il rilevamento geologico si è basato su criteri di distinzione litostratigrafica, cioè sulla distinzione dei corpi rocciosi in base a caratteristiche litologiche, sedimentologiche e morfologiche riconoscibili in superficie e distinguibili da quelle adiacenti (vd. allegato).

RILEVAMENTO GEOMORFOLOGICO

In questa area non sono stati registrati movimenti gravitativi in atto o quiescenti.

Idrografia superficiale

L'idrografia superficiale risulta regolare e priva di anomalie; l'area in esame è drenata dal F. Magra.

Idrogeologia

L'area investigata presenta tipologie litologiche raggruppabili in due classi di permeabilità:

- **litologie mediamente permeabili (MP):** *depositi alluvionali terrazzati* – all'interno dei depositi la permeabilità è determinata dalla percentuale, ampiezza e continuità dei pori; tali condizioni sono influenzate dalla frazione granulometrica presente e dal grado di cementazione e/o compattazione dell'ammasso;
- **litologie altamente permeabili (AP):** *depositi alluvionali dei corsi d'acqua attuali.*

AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME MAGRA

I siti in esame non rientrano nelle *aree a pericolosità geomorfologia ed aree a pericolosità idraulica* del **Piano dell'Autorità di Bacino del Fiume Magra**.

I siti in esame rientrano nelle *aree a pericolosità idraulica molto elevata* del **Piano dell'Autorità di Bacino del Fiume Magra**.

CLASSIFICAZIONE SISMICA

In base alla Deliberazione Della Giunta Regionale del 19.11.2010 N. 1362 (Regione Liguria), il territorio del Comune di La Spezia viene inserito in zona 3.

CATEGORIE SOTTOSUOLO DI FONDAZIONE

Qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella tabella riportata di seguito, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della **velocità di propagazione delle onde di taglio, VS**.

I valori dei parametri meccanici necessari per le analisi di risposta sismica locale o delle velocità VS per l'approccio semplificato costituiscono parte integrante della caratterizzazione geotecnica dei terreni compresi nel volume significativo.

I valori di VS sono ottenuti mediante specifiche prove oppure, con giustificata motivazione e limitatamente all'approccio semplificato, sono valutati tramite relazioni empiriche di comprovata affidabilità con i risultati di altre prove in sito, quali ad esempio le prove penetrometriche dinamiche per i terreni a grana grossa e le prove penetrometriche statiche.

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{S,eq}$ (in m/s), definita dall'espressione:

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

con:

hi 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 VS non inferiore a 800 m/s.

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{S,eq}$ è definita dal parametro $V_{S,30}$, ottenuto ponendo $H=30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Le categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato sono definite in tabella

Categoria	Caratteristiche
A	<i>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</i>
B	<i>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</i>
C	<i>Depositi 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</i>
D	<i>Depositi 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</i>
E	<i>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</i>

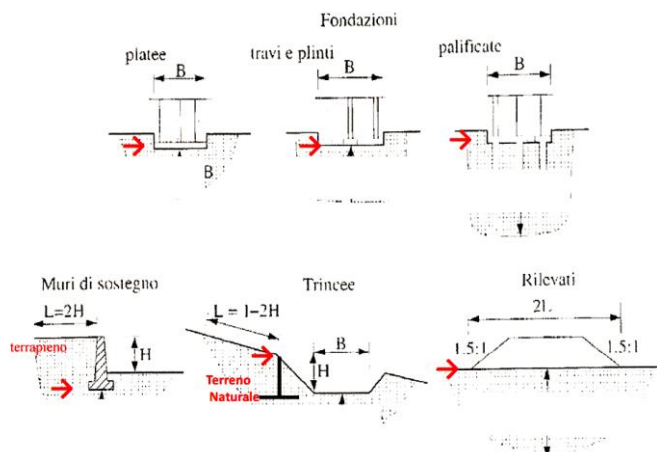
TIPO DI SUOLO

Dai rilevamenti effettuati e dalle indagini sismiche realizzate :

Profondità piano di posa [m]	1.00
$V_{S,eq} = V_{S,30}$ [m/sec]	380
Categoria del suolo	B

si assegna un tipo di **suolo B**.

Punto di partenza di VS,eq



SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO IN ACCELERAZIONE

SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO IN ACCELERAZIONE DELLE COMPONENTI ORIZZONTALI

Amplificazione stratigrafica

Per sottosuolo di categoria **A** i coefficienti S_s e C_c valgono 1.

Per le categorie di sottosuolo **B**, **C**, **D** ed **E** i coefficienti S_s e C_c possono essere calcolati, in funzione dei valori di F_0 e T_c^* relativi al sottosuolo di categoria **A**, mediante le espressioni fornite nella tabella, nelle quali g è l'accelerazione di gravità ed il tempo è espresso in secondi.

CATEGORIA SOTTOSUOLO	S_s	C_c
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot a_g / g \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_c^*)^{0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot a_g / g \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_c^*)^{0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot a_g / g \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_c^*)^{0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot a_g / g \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_c^*)^{0,40}$

F_0 fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido orizzontale, ed ha valore minimo pari a 2,2;
 T_c^* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale;
 a_g accelerazione orizzontale massima al sito.

Amplificazione topografica

Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione:

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 $i > 30^\circ$*

Le suesposte **categorie topografiche** si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m.

Nel caso in esame il sito ricade nella categoria T1.

Fattore di amplificazione topografica (S_T)

Per tener conto delle condizioni topografiche e in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, si utilizzano i valori del coefficiente topografico S_T in funzione delle categorie topografiche definite e dell'ubicazione dell'opera o dell'intervento.

Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	<i>1,0</i>	<i>1,0</i>
T2	<i>In corrispondenza della sommità del pendio</i>	<i>1,2</i>
T3	<i>In corrispondenza della cresta del rilievo</i>	<i>1,2</i>
T4	<i>In corrispondenza della cresta del rilievo</i>	<i>1,4</i>

La variazione spaziale del coefficiente di amplificazione topografica è definita da un decremento lineare con l'altezza del pendio o rilievo, dalla sommità o cresta fino alla base dove S_T assume valore unitario.

Nel caso in esame non si dovrà incrementare l'azione sismica di progetto.

SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO IN ACCELERAZIONE DELLE COMPONENTI VERTICALI

Valori dei parametri dello spettro di risposta elastico della componente verticale

Categoria di sottosuolo	S_S	T_B	T_C	T_D
A, B, C, D, E	1,0	0,05 S	0,15 S	1,0 S

Per tener conto delle condizioni topografiche, in assenza di specifiche analisi si utilizzano i valori del **coefficiente topografico S_T** riportati nella relativa tabella.

MODIFICA DELLE CARATTERISTICHE DEL TERRENO

La propagazione delle onde sismiche attraverso il terreno ne modifica le caratteristiche; queste alterazioni possono essere di varia natura e gli aspetti maggiormente rilevanti sono legati a:

- **rottura di faglia in superficie:** non sono state evidenziate faglie nell'intorno del sito di progetto, ma va comunque considerato che l'intera area è sede di deformazioni legate alla tettonica appenninica
- **modifica della deformabilità e della resistenza del terreno:**

1. Le **rocce lapidee** non subiscono in genere variazioni apprezzabili. Fanno eccezione le formazioni molto fessurate e alterate nelle quali i fenomeni vibratorii possono favorire l'innescare di superfici di rottura..
2. I **terreni coesivi** manifestano alterazioni costitutive che frequentemente determinano una diminuzione della resistenza. I cedimenti causati dall'incremento di deformabilità sono comunque molto modesti.
3. I **terreni non coesivi** sono senza dubbio i più suscettibili a subire alterazioni di rilievo. Soprattutto se poco addensati, possono venire compattati dalle azioni cicliche del terremoto dando luogo a cedimenti spesso importanti.

Nel caso in esame le fondazioni poggiano su terreni poco coesivi.

- **liquefazione del terreno:** la natura dei terreni interessati dal progetto è tale da escludere tale fenomeno.
- **stabilità dei pendii:** il sito in esame è pianeggiante.

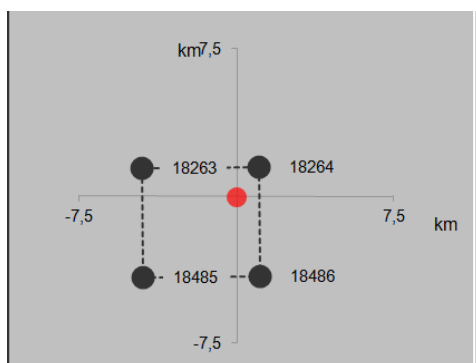
INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Si riportano le coordinate centrali del sito in esame per il calcolo degli spettri di risposta rappresentativi delle componenti (orizzontali e verticale) delle azioni sismiche di progetto.

COORDINATE CENTRALI DEL SITO:

N 44,117749– E 9,925150

Valori dei parametri a_g , F_o , T_c^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento



T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_c^* [s]
30	0,043	2,503	0,228
50	0,054	2,509	0,247
72	0,062	2,521	0,260
101	0,071	2,513	0,269
140	0,081	2,517	0,275
201	0,093	2,486	0,280
475	0,131	2,413	0,291
975	0,170	2,373	0,299
2475	0,226	2,388	0,315

STRATIGRAFIA

Gli affioramenti di substrato roccioso nell'area hanno consentito una costruzione molto precisa della stratigrafia evidenziando la presenza dei seguenti livelli:

- *Da 0.00 m fino a circa -1.20 – 1.40 m. dal p.c. terreno di riporto molto compatto,*
- *> 1,40 m ghiaie e sabbie (depositi alluvionali terrazzati).*

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

Di seguito vengono illustrate le caratteristiche geotecniche dei litotipi attraversati; si tenga comunque conto che tali indicazioni sono di massima in quanto data l'estensione areale della zona di studio

intervengono fattori quali il grado di alterazione e/o fratturazione degli ammassi lapidei o la variazione di spessore delle coltri detritiche che possono far variare i valori a loro attribuiti.

Le profondità indicate sono da considerarsi orientative e dovranno essere verificate durante la fase di scavo.

>1,00 m. Ghiaie e Sabbie

angolo di attrito interno caratteristico $\phi_k = 29^\circ$

coesione efficace caratteristica $c_{ue} \text{ (kg/cm}^2\text{)} = 0.06$

peso di volume

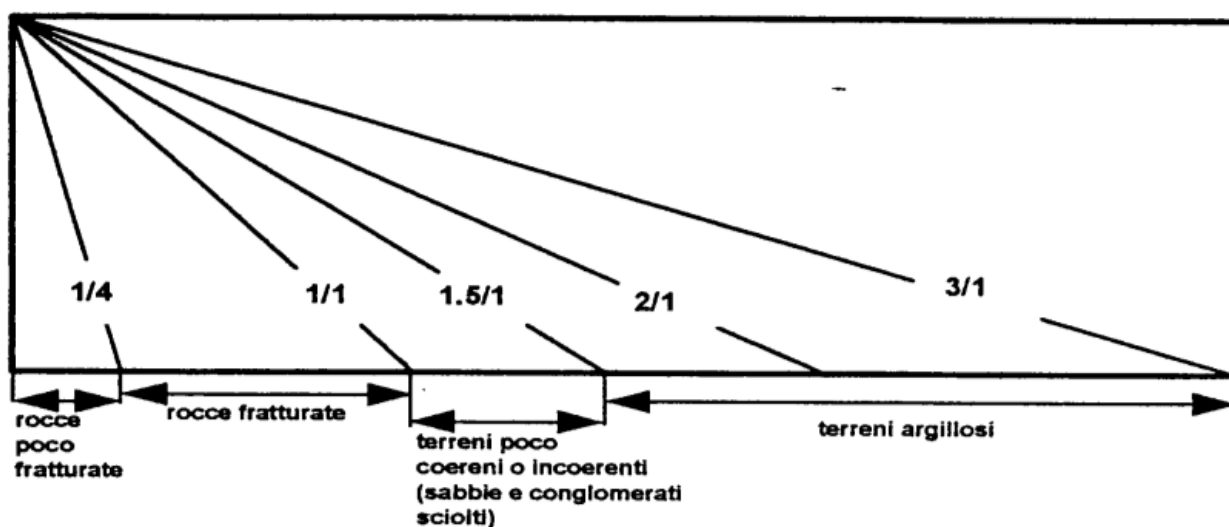
$\gamma_d = 1,72\text{t/mc}$

$\gamma_s = 1,92\text{t/mc}$

STABILITÀ DEI FRONTI DI SCAVO

Per eventuali sbancamenti di terreno si propongono, nella seguente figura, gli angoli di scarpa da conferire al fronte di scavo in funzione della tipologia del terreno per ottenere la sua stabilità.

Nel nostro caso i terreni di copertura possono essere assimilati a “terreni argillosi poco coerenti”, quindi la stabilità del fronte di scavo verrà raggiunta con una pendenza variabile da 25° a 30° .



CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

La presente indagine è stata redatta a corredo del progetto per la delocalizzazione dell'impianto per la produzione di conglomerato bituminoso, sito in via bardiana, 1 nel comune di Arcola (SP), nel nuovo sito di via Montesagro s.n.c.

Dalle indagini eseguite è stata rilevata la stratigrafia del terreno evidenziandone i parametri geotecnici; sarà compito del progettista studiare la tipologia di intervento in funzione di quanto esposto nella presente relazione.

La gestione di eventuale materiale di scavo dovrà essere eseguita nel rispetto del D. Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 “Norme in materia ambientale”, del D.M. 10 agosto 2012, n.161 “Regolamento recante la disciplina dell'utilizzazione delle terre e rocce da scavo” e successive modifiche e integrazioni. Durante le fasi di cantiere eventuali depositi temporanei di materiali terrosi e lapidei devono essere effettuati in modo da evitare fenomeni erosivi o di ristagno delle acque e non devono essere posti in prossimità di fronti di scavo, al fine di evitare sovraccarichi sui fronti stessi. Le eventuali opere di sbancamento per le fondazioni dovranno essere realizzate in periodo asciutto lasciando aperto il fronte di scavo il tempo strettamente necessario alla buona realizzazione dell'opera; in fase esecutiva dovrà inoltre essere valutata la possibilità di ricorrere all'utilizzo di opere di sostegno del terreno per garantire la stabilità del fronte di scavo e la sicurezza nell'ambito del cantiere.

Non si sono riscontrati elementi morfologici sia in cartografia che da rilevamento sul terreno che possano essere ricondotti a movimenti franosi attivi e/o quiescenti. Inoltre, considerata l'entità dell'intervento, si ritiene che intervento di progetto non determini situazioni di aumento di rischio e di pericolo per la pubblica e privata incolumità inoltre non pregiudica l'attuazione di eventuali interventi di sistemazione idraulica e idrogeologica.

In conclusione si ritiene che il progetto sia idoneo e consono alla natura geologica e geomorfologica dell'area in esame e che rispettando le indicazioni scaturite dalla presente relazione tecnica non vi siano, in seguito alla buona realizzazione delle opere, alterazioni significative dell'equilibrio idrogeologico né vi siano problemi per la stabilità dei siti interessati.

Villafranca, 24 ottobre '18

il tecnico



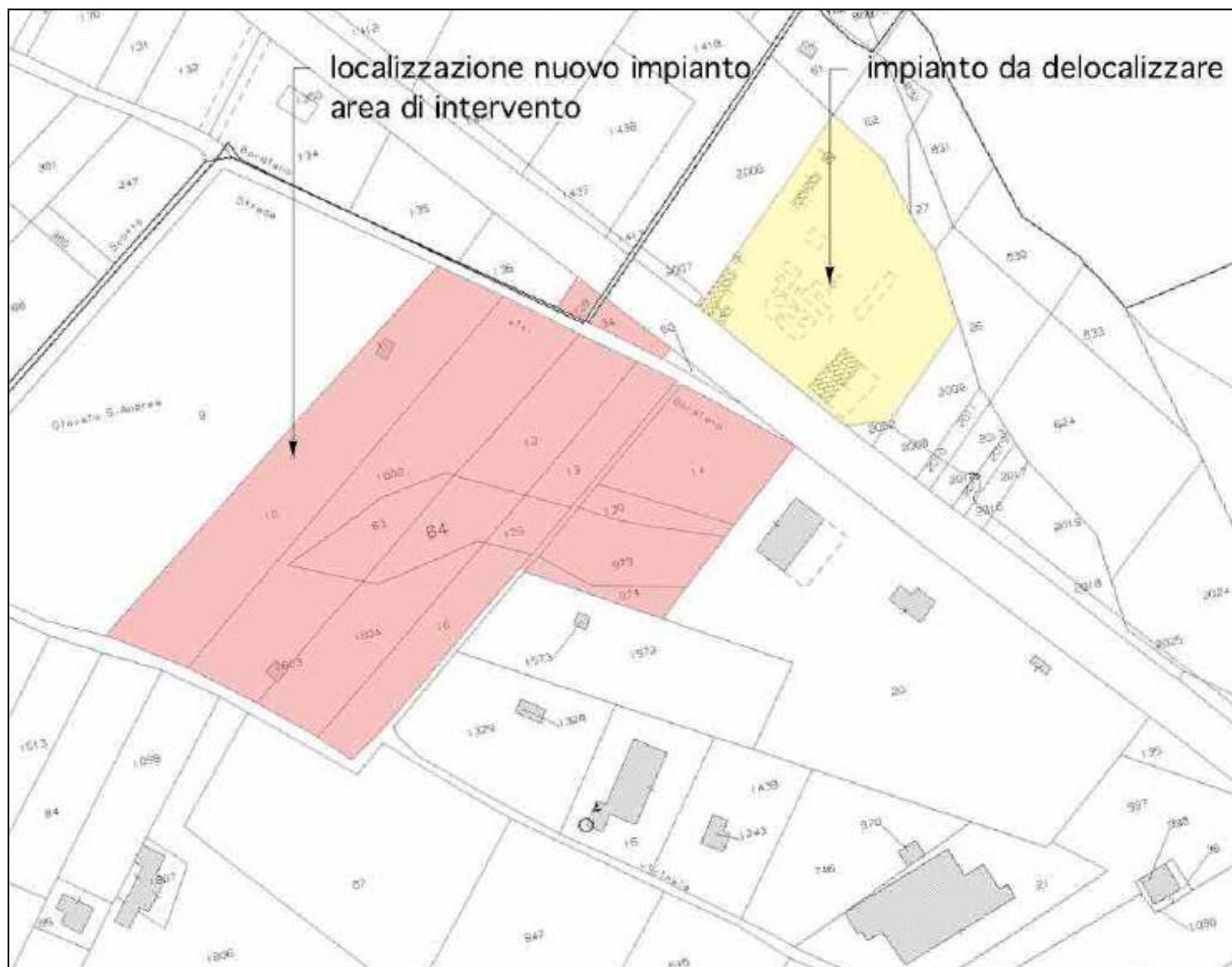
UBICAZIONE CARTOGRAFICA



carta tecnica regionale: scala 1:5.000

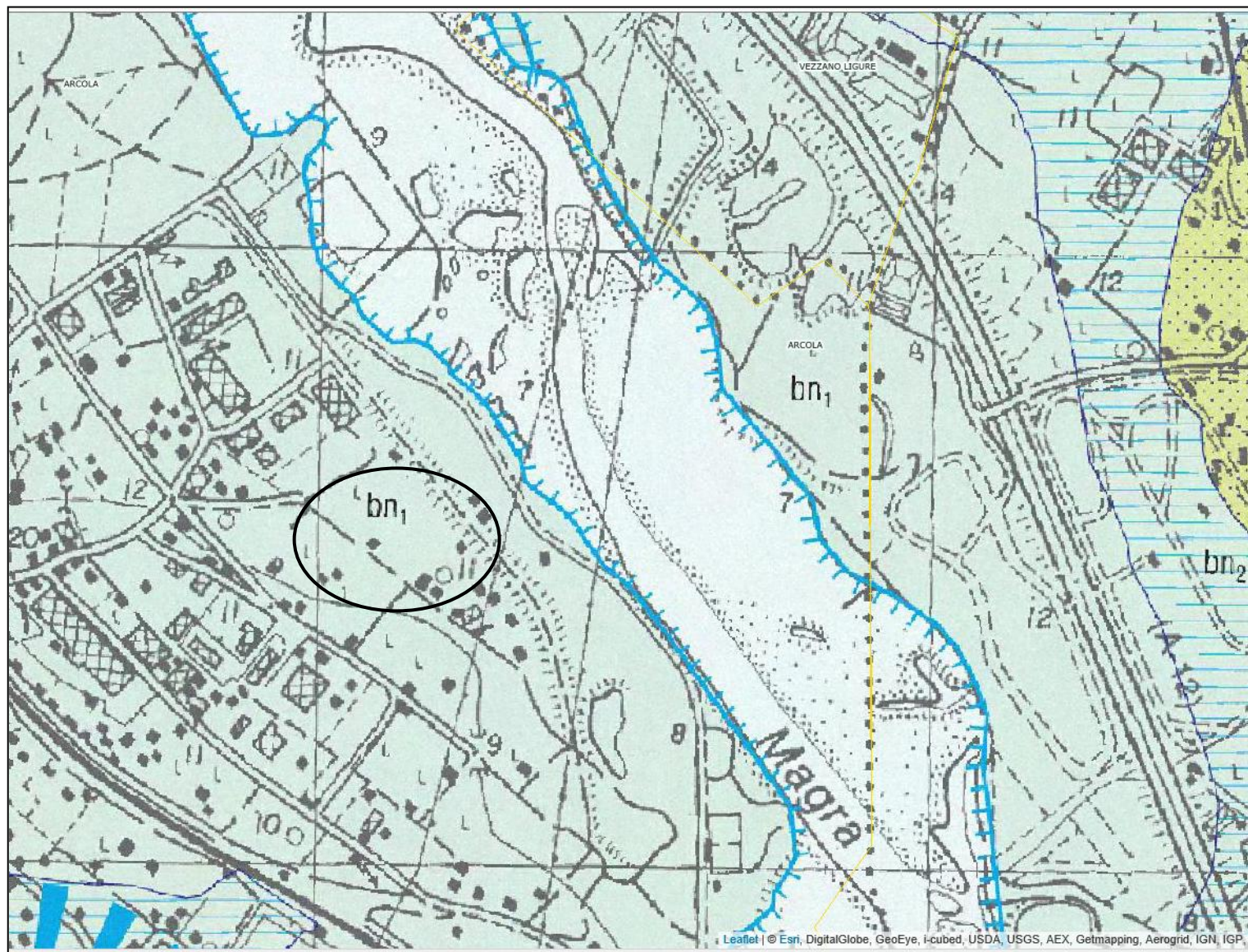


catastale scala 1:2.000



CARTA GEOLOGICA GEOMORFOLOGICA

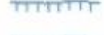
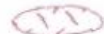
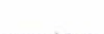
SCALA 1:5.000



LEGENDA

DEPOSITI OLOCENICI

- | | |
|---|--|
|  | a₁
Depositi di frana
Accumulo gravitativo di materiale eterogeneo ed eterometrico recente. |
|  | a_{1a}
Depositi di frana antica
Accumulo gravitativo di materiale eterogeneo ed eterometrico, antico. |
|  | a₂
Detriti di falda
Depositi di gravità costituiti da materiali eterometrici e spigolosi non cementati e con scarsa matrice. |
|  | b₁
Coltri eluvio colluviali
Coperture detritiche dovute ad alterazione in situ e, in seguito mobilizzate da processi di versante, costituite da clasti eterometrici di varia litologia in matrice pelitica e/o sabbiosa. |
|  | b
Depositi alluvionali dei corsi d'acqua attuali
Depositi ghiaiosi, sabbiosi e limosi accumulati lungo le principali aste fluviali o torrentizie, soggetti ad evoluzione degli ordinari processi fluviali. |
|  | b₁₋₄
Depositi alluvionali terrazzati
Depositi ghiaiosi, sabbiosi e limosi, fluviali. I terrazzi sono numerati, in ordine crescente, a partire dal più recente (b ₁). I depositi dei terrazzi più vecchi (b ₂ -b ₄) sono debolmente alterati. |

- | | | | | |
|---|-----|--|--|------------------------------|
|  | 30° | strati diritti |  | orlo di scarpata di frana |
| | 25° | strati a polarità incerta |  | orlo di terrazzo |
| | 15° | strati rovesciati |  | paleo alveo |
|  | | contatto stratigrafico |  | conoide alluvionale |
|  | | taglia |  | dolina |
|  | | faglia diretta |  | grotta |
|  | | faglia inversa |  | cataclasi |
|  | | sovrascorrimento principale |  | cava attiva e inattiva |
|  | | traccia di superficie assiale di anticlinale |  | struttura antropica |
|  | | traccia di superficie assiale di sinclinale |  | discarica |
| | | |  | traccia di sezione geologica |

Segni convenzionali della parte a mare

- | | |
|---|--|
| Faglie sepolte pre-quadernarie | Elementi geomorfologici in evoluzione |
|  faglia diretta |  testata di canyon in arretramento |
|  faglia diretta presunta |  ciglio della piattaforma in progradazione |
| Strutture sepolte che interessano la copertura pleistocenica |  canale di drenaggio |
|  faglia inversa |  asse di canyon |
|  faglia diretta |  conoide sottomarina |
|  faglia presunta |  zona d'instabilità gravitativa |
|  traccia di superficie assiale di antiforale | Spessore della coltre superficiale tardo quadernaria |
| Litologia della coltre superficiale |  linee isocronopache in millisecondi (tempi doppi) |
|  sabbia | Elementi diversi |
|  silt |  100 isobata in metri |
|  pelite |  prateria a Fanerogame |
|  sabbia siltosa |  area interdotta alle indagini |
|  sabbia pelitica | |

CARTA RETICOLO IDROGRAFICO IDROGEOLOGICA

SCALA 1:5.000

LEGENDA

RETICOLO PRINCIPALE

 tratti non studiati

 tratti studiati

RETICOLO SECONDARIO

 tratti non studiati

 tratti studiati

RETICOLO MINUTO

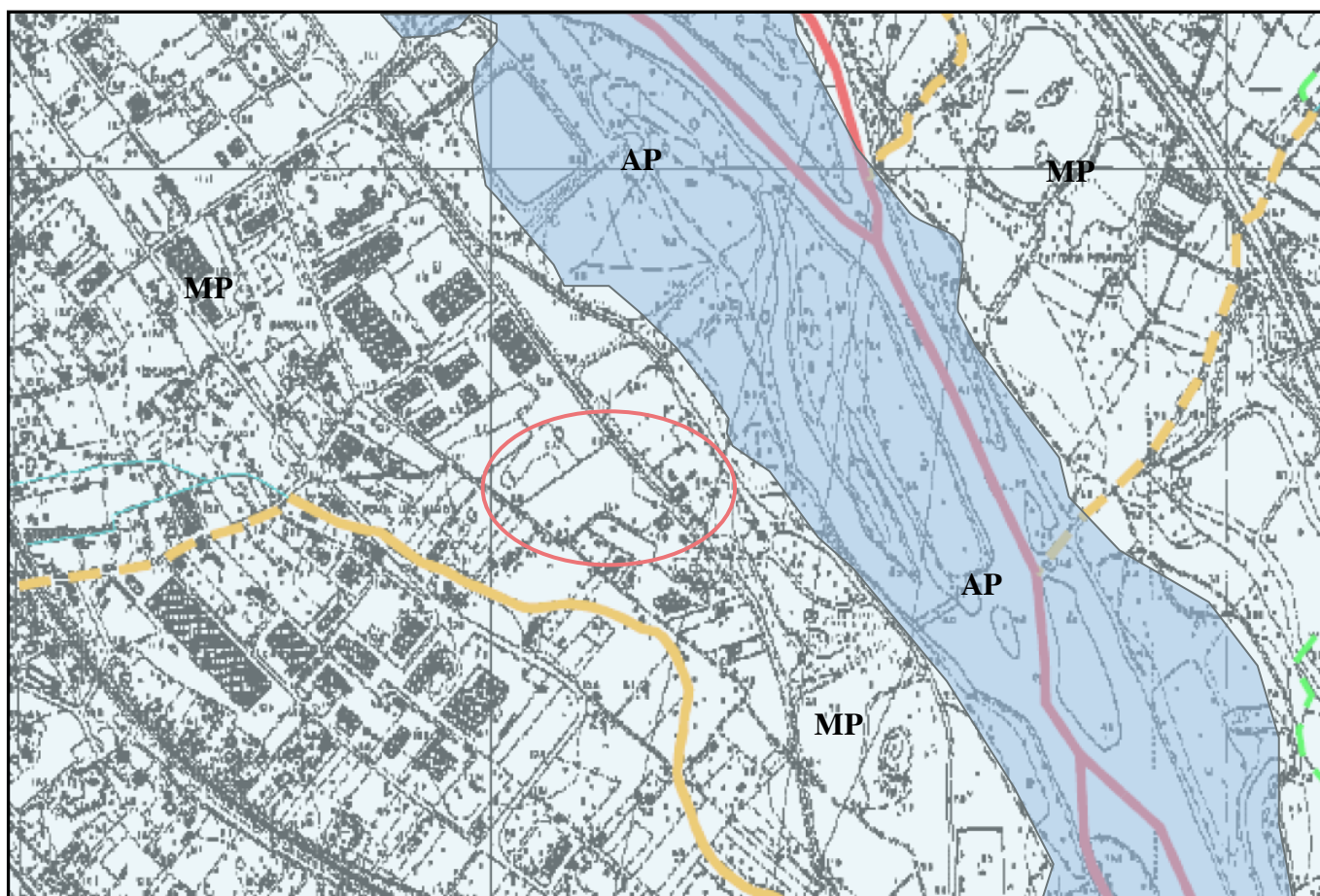
 non significativo

 significativo tratti non studiati

 significativo tratti studiati

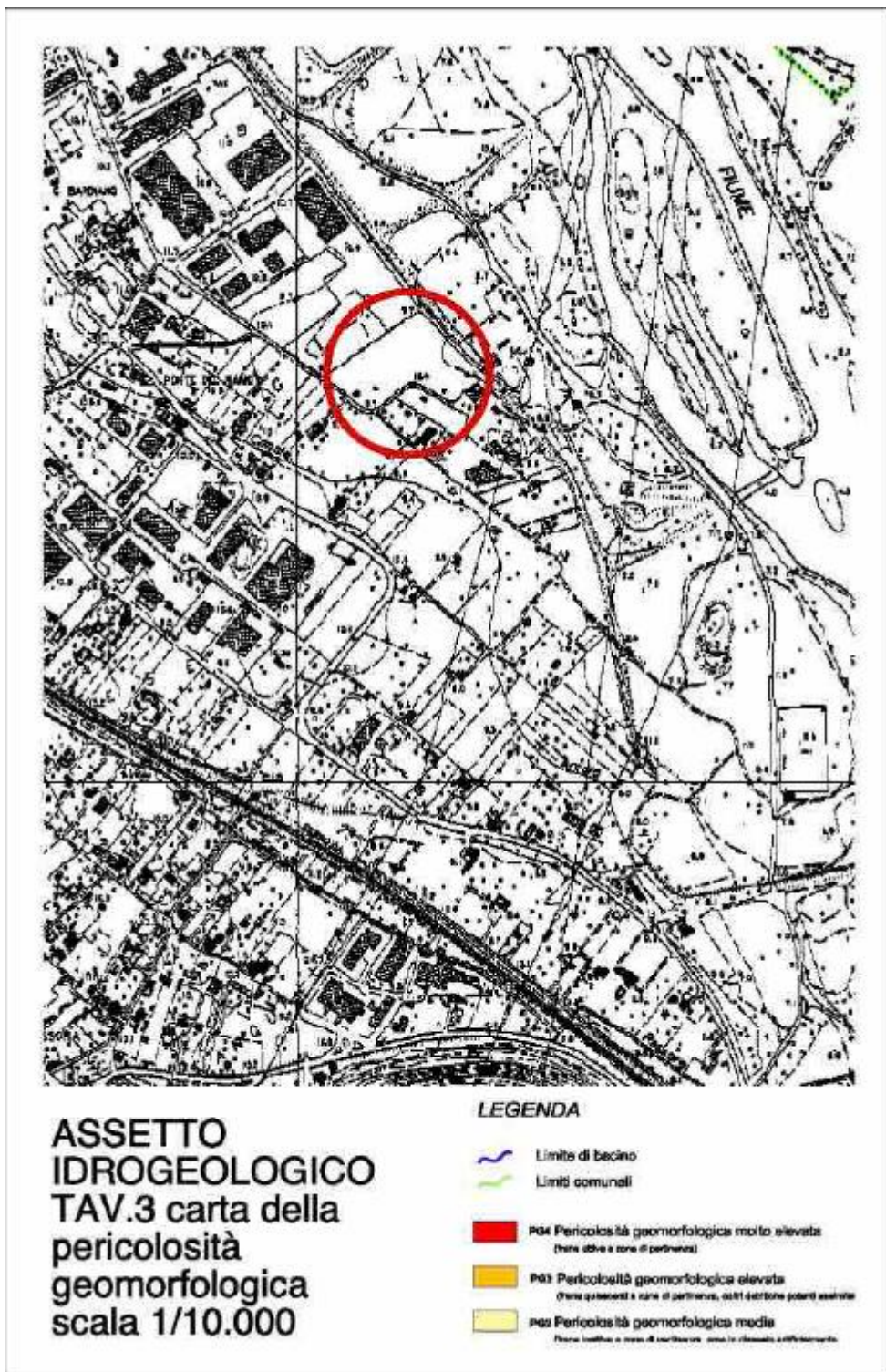
AP Altamente permeabile per porosità

MP Mediamente permeabile per porosità



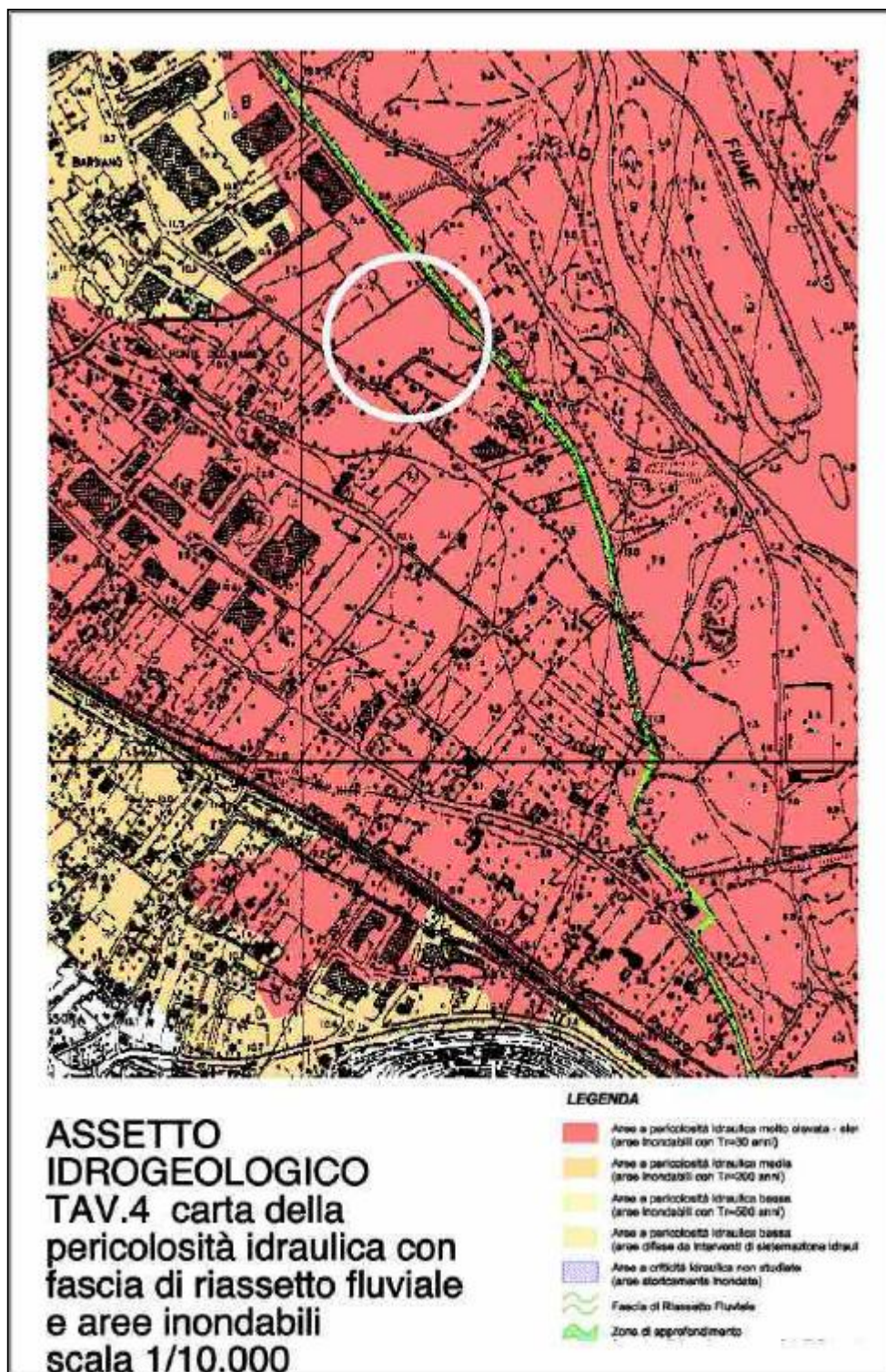
STRALCIO CARTA PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA

“AUTORITA’ DI BACINO DEL FIUME MAGRA”



STRALCIO CARTA PERICOLOSITA' IDRAULICA

“AUTORITA' DI BACINO DEL FIUME MAGRA”





Case Data	FBI - Phone	SCAL - Study	REF - Issue	SLIP STATUS (if applicable)
00000000		WARR	A	
ISSUANCE DATE	CONTROLLED DOCUMENT	APPROPRIATE APPROVAL	DATE EXPIRED (date/time)	PROCESSED BY - Project/Officer
	SST LOG		AGO 2018	

UBICAZIONE INTERVENTI e SEZIONI

SCALA 1:2.000

Stato di fatto



Legenda

S₁ ● Sondaggio penetrometrico dinamico

n - n Traccia sezione geologico tecnica interpretativa

- - - Traccia sezione MASW

Stato di progetto



PROVE PENETROMETRICHE

Classificazione ISSMFE (1988) dei penetrometri dinamici		
TIPO	Sigla riferimento	Peso Massa Battente M (kg)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$
Super pesante	DPSH (Super Heavy)	$M \geq 60$

PENETROMETRO DINAMICO IN USO: TG 63 – 100 ISM.C (DPSH)

CARATTERISTICHE TECNICHE

PESO MASSA BATTENTE	M = 63.50 kg
ALTEZZA CADUTA LIBERA	H = 0.75 m
PESO SISTEMA BATTUTA	Ms = 0.63 kg
DIAMETRO PUNTA CONICA	D = 51.00 mm
AREA BASE PUNTA CONICA	A = 20.43 cm ²
ANGOLO APERTURA PUNTA	$\alpha = 90^\circ$
LUNGHEZZA DELLE ASTE	La = 1.00 m
PESO ASTE PER METRO	Ma = 6.31 kg
PROF. GIUNZIONE 1° ASTA	P1 = 0.40 m
AVANZAMENTO PUNTA	$\delta = 0.20$ m
NUMERO COLPI DI PUNTA	N = N(20) $\Rightarrow$ Relativo ad un avanzamento di 20 cm
RIVESTIMENTO / FANGHI	NO
ENERGIA SPECIFICA PER COLPO 7.83 kg/cm ²)	Q = (MH)/(A δ) = 11.66 kg/cm ² (prova SPT: Q _{spt} =
COEFF. TEORICO DI ENERGIA	$\beta_t = q/Q_{spt} = 1.504$ (teoricamente: N _{spt} = $\beta_t N$)

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd in funzione del numero di colpi N (FORMULA OLANDESE)

$$R_{pd} = M^2 H / [A e (M + P)] = M^2 H N / [A \delta (M + P)]$$

Rpd = resistenza dinamica punta [area A]
 e = infissione per colpo = δ / N

M = peso massa battente (altezza caduta H)
 P = peso totale aste e sistema battuta

UNITÀ DI MISURA (conversioni)
1 kg/cm ² = 0.098067 Mpa
1 Mpa = 1 MN / m ² = 10.197 kg/cm ²
1 bar = 1.0197 kg/cm ² = 0.1 Mpa
1 kN = 0.001 MN = 101.97 kg

Per la valutazione dei parametri geotecnici si è proceduto alla elaborazione di un unico sondaggio (P3), in quanto sugli altri piazzamenti riportati in planimetria il penetrometro ha raggiunto il rifiuto all'avanzamento entro il 1° metro di profondità a causa di un riporto ghiaioso estremamente costipato.

S1



S2



S4



PROVA ... Nr.3

Profondità (m)	Nr. Colpi	Rpd (Kg/cm ²)	q _{amm} (Kg/cm ²)
0,20	1	9,72	0,49
0,40	1	9,72	0,49
0,60	1	9,72	0,49
0,80	1	9,72	0,49
1,00	1	8,99	0,45
1,20	1	8,99	0,45
1,40	2	17,98	0,90
1,60	4	35,96	1,80
1,80	11	98,89	4,94
2,00	16	133,81	6,69
2,20	8	66,91	3,35
2,40	7	58,54	2,93
2,60	7	58,54	2,93
2,80	18	150,54	7,53
3,00	18	140,73	7,04
3,20	19	148,55	7,43
3,40	16	125,10	6,25
3,60	21	164,19	8,21
3,80	24	187,64	9,38
4,00	20	146,81	7,34
4,20	13	95,42	4,77
4,40	14	102,76	5,14
4,60	9	66,06	3,30
4,80	9	66,06	3,30
5,00	11	76,09	3,80
5,20	13	89,92	4,50
5,40	10	69,17	3,46
5,60	11	76,09	3,80
5,80	13	89,92	4,50
6,00	18	117,72	5,89
6,20	9	58,86	2,94
6,40	22	143,88	7,19
6,60	23	150,42	7,52
6,80	23	150,42	7,52
7,00	29	179,86	8,99
7,20	25	155,05	7,75
7,40	13	80,63	4,03
7,60	10	62,02	3,10
7,80	13	80,63	4,03
8,00	19	112,05	5,60
8,20	9	53,08	2,65
8,40	6	35,38	1,77
8,60	3	17,69	0,88
8,80	8	47,18	2,36
9,00	11	61,83	3,09
9,20	18	101,18	5,06
9,40	15	84,32	4,22

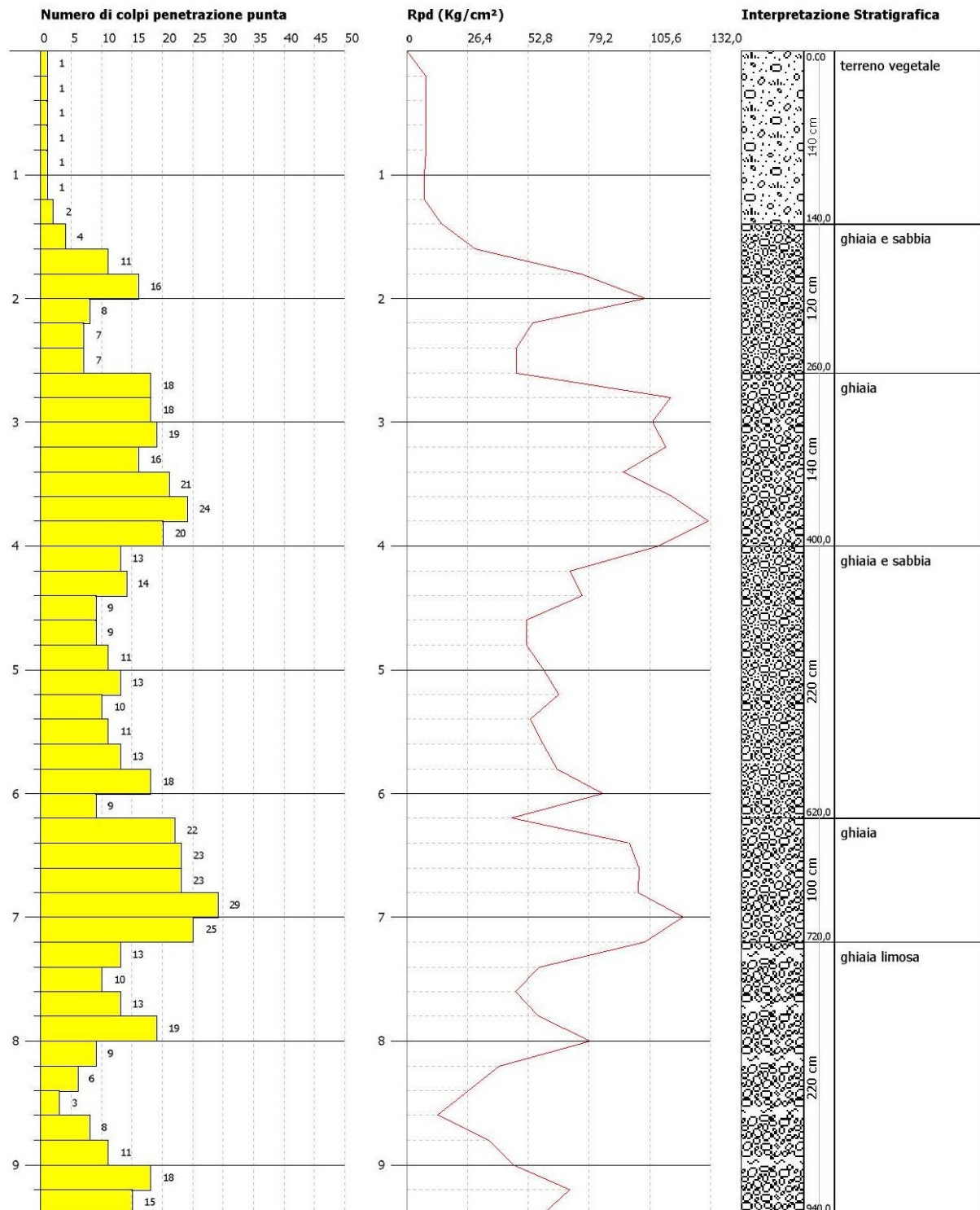


STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.3

Strato	Prof. (m)	Nspt	Rpd (Kg/cm ²)	Densità relativa (%)	Gamma (t/m ³)	Gamma Saturo (t/m ³)	Fi (°)	Cu (Kg/cm ²)	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)	Modulo Elastico (Kg/cm ²)	Modulo Poisson	Modulo G (Kg/cm ²)	Potenziale Liquefazione	Modulo di reazione Ko
1	1,4	1,61	9,8	28,19	1,38	1,87	27,46	0,10	30,77	12,88	0,35	101,70	< 0.04	0,17
2	2,6	9,66	55,7	60,94	1,72	1,92	29,76	0,65	47,31	77,28	0,33	548,01	< 0.04	2,03
3	4,0	26,64	138,5	87,34	2,10	2,27	34,61	1,80	82,18	213,12	0,3	1422,05	0.10-0.35	5,13
4	6,2	15,66	70,7	60,64	1,90	2,07	31,47	1,06	59,63	125,28	0,32	863,01	0.04-0.10	3,25
5	7,2	34,89	150,0	82,47	2,17	2,28	36,97	2,36	99,13	279,12	0,29	1832,53	0.10-0.35	6,26
6	9,4	10,80	42,3	44,98	1,76	1,99	30,09	0,73	49,65	86,40	0,33	608,60	< 0.04	2,27

Cantiere : Arcola
Località : Zona Industriale

Scala 1:50



MASW

Linea sismica onde superficiali (onde di Rayleigh)

Risultati delle analisi MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves)
 Redatto con software MASW(c) - ing. Vitantonio Roma - All rights reserved.

Sito: Arcola (SP)

Data: 12.10.2018

1 - Dati sperimentali

Nome del file delle tracceDOLANG_arcola3_A.TXT
 Numero di ricevitori..... 12
 Spaziatura tra i ricevitori.....1.5m
 Distanza shot - primo ricevitore.....1.5m
 Numero di campioni temporali 501
 Passo temporale di acquisizione 2ms
 Numero di ricevitori usati per l'analisi 12
 L'intervallo considerato per l'analisi comincia a 0ms
 L'intervallo considerato per l'analisi termina a 1000ms
 I ricevitori non sono invertiti (l'ultimo ricevitore è l'ultimo per l'analisi)

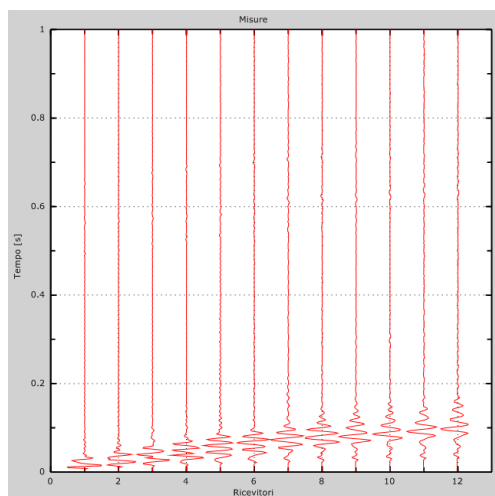


Figura 1: Tracce sperimentali

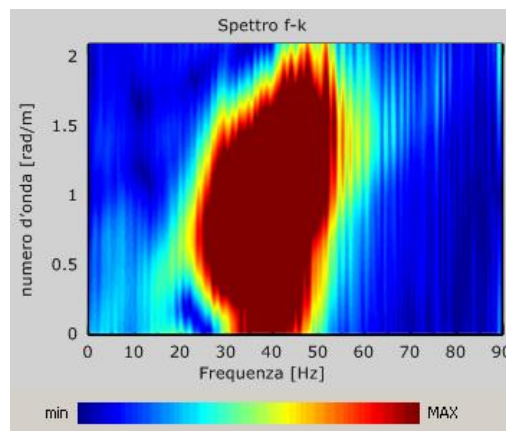


Figura 2: Spettro f-K

2 - Risultati delle analisi

Frequenza iniziale2Hz
 Frequenza finale70Hz

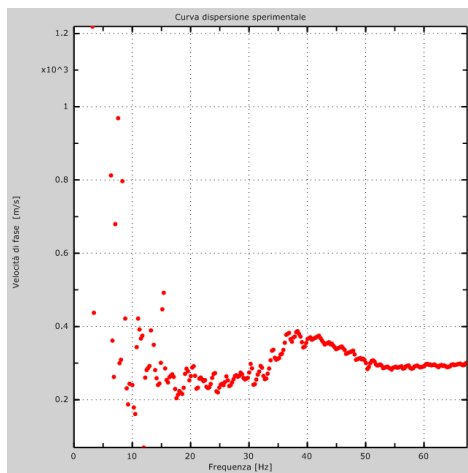


Figura 2: Curva di dispersione sperimentale

3 - Curva di dispersione

Tabella 1: Curva di dispersione

Freq. [Hz]	V. fase [m/s]	V. fase min [m/s]	V. fase Max [m/s]
8.78906	421.875	379.688	464.063
10.7789	342.569	285.862	399.277
12.207	260.417	234.375	286.458
15.625	285.714	257.143	314.286
19.043	270.833	243.75	297.917
22.4609	253.676	228.309	279.044
25.8789	248.438	223.594	273.281
29.2969	255.682	230.114	281.25
32.7148	256.378	230.74	282.015
34.3133	315.791	287.437	344.145
36.1328	355.769	320.192	391.346
39.5508	345.17	310.653	379.688
42.9688	351.064	315.957	386.17
46.3867	336.085	302.476	369.693
49.8047	308.468	277.621	339.315
53.2227	287.852	259.067	316.637

56.6406	286.184	257.566	314.803
60.0586	291.93	262.737	321.123
63.4766	293.675	264.307	323.042
66.8945	295.259	265.733	324.784

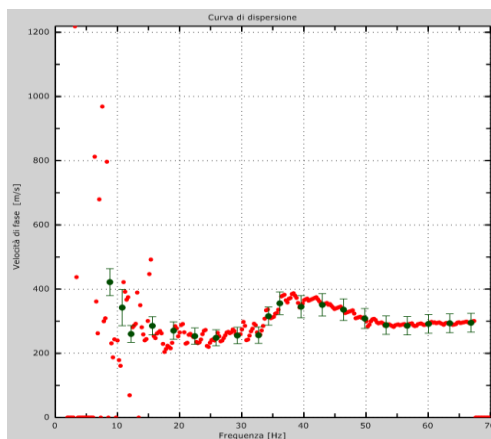


Figura 3: Curva di dispersione

4 - Profilo in sito

Numero di strati (escluso semispazio) 6
 Spaziatura ricevitori [m] 1.5m
 Numero ricevitori 12
 Numero modi 1
 Numero iterazioni 0
 Massimo errore [%] 13
 Evita forti contrasti di rigidezza tra 2 strati consecutivi

Strato 1: riporto costipato

h [m] 2
 z [m] -2
 Densità [kg/m³] 1670
 Poisson 0.35
 Vs [m/s] 328.07
 Vp [m/s] 682.93
 Vs min [m/s] 164.03
 Vs max [m/s] 656.13
 Falda non presente nello strato
 Strato alluvionale
 Vs fin.[m/s] 328.070

Strato 2: sabbia ghiaiosa

h [m] 7
 z [m] -9
 Densità [kg/m³] 1820
 Poisson 0.48
 Vs [m/s] 284.09
 Vp [m/s] 1448.58

Vs min [m/s] 142.05
 Vs max [m/s] 568.18
 Falda presente nello strato
 Strato alluvionale
 Vs fin.[m/s] 284.090

Strato 3: ghiaia e sabbia

h [m] 2
 z [m] -11
 Densità [kg/m³] 2100
 Poisson 0.48
 Vs [m/s] 300.93
 Vp [m/s] 1534.45
 Vs min [m/s] 150.46
 Vs max [m/s] 601.85
 Falda presente nello strato
 Strato alluvionale
 Vs fin.[m/s] 300.930

Strato 4:

h [m] 4
 z [m] -15
 Densità [kg/m³] 1800
 Poisson 0.48
 Vs [m/s] 289.35
 Vp [m/s] 1475.40
 Vs min [m/s] 144.68
 Vs max [m/s] 578.70
 Falda presente nello strato
 Strato alluvionale
 Vs fin.[m/s] 289.350

Strato 5:

h [m] 4
 z [m] -19
 Densità [kg/m³] 2000
 Poisson 0.48
 Vs [m/s] 380.63
 Vp [m/s] 1940.84
 Vs min [m/s] 190.32
 Vs max [m/s] 761.26
 Falda presente nello strato
 Strato alluvionale
 Vs fin.[m/s] 380.630

Strato 6:

h [m] 0
 z [m] -00
 Densità [kg/m³] 2200
 Poisson 0.48

V_s [m/s] 468.75
 V_p [m/s] 2390.17
 V_s min [m/s] 234.38
 V_s max [m/s] 937.50
 Falda presente nello strato
 Strato alluvionale
 V_s fin.[m/s] 468.750

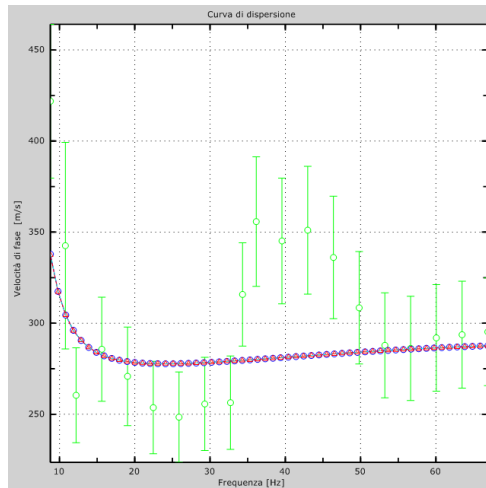


Figura 4: Velocità numeriche – punti sperimentali (verde), modi di Rayleigh (ciano), curva apparente(blu), curva numerica (rosso)

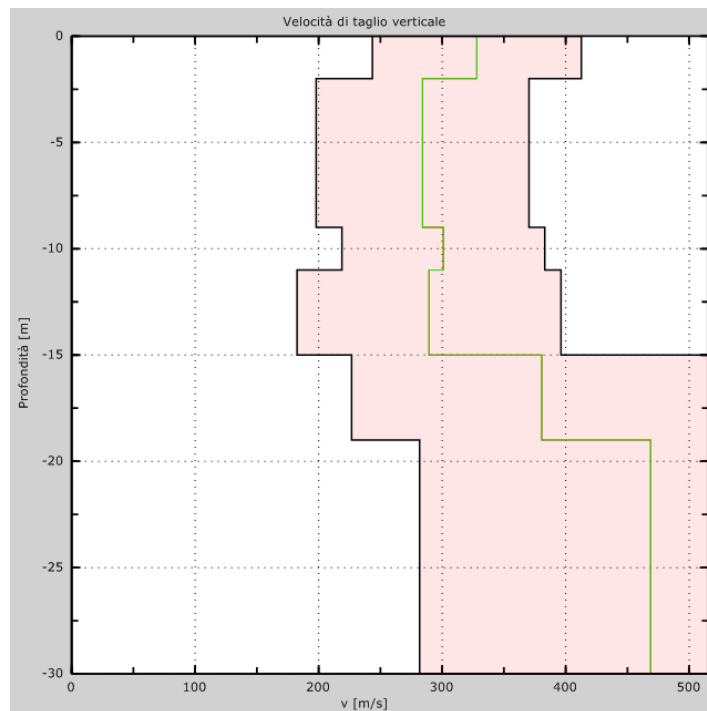


Figura 5:

Velocità Vs

5 - Risultati finali

Piano di riferimento $z=0$ [m] -1

Eq=Vs30 [m/s] 380

La normativa applicata è il DM 14 gennaio 2008

Il sito appartiene alle classi A, B, C, D, E o S1 (alluvionale, ghiaia, sabbia, limo, argilla, roccia).

Il sito non è suscettibile di liquefazione e non è argilla sensitiva.

L'unità geotecnica dello strato rigido è la numero 6

Tipo di suolo **B**

Appendice

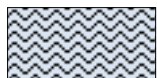
Tipo di suolo

Tipo A: Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di Vs30 superiori a 800m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3m.**Tipo B:** Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 360m/s e 800m/s (ovvero $NSPT_{30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $cu_{30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).**Tipo C:** Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o di terreni a grana fina mediamente consistenti, con spessori superiori a 30m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 180m/s e 360m/s (ovvero $15 < NSPT_{30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < cu_{30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).**Tipo D:** Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 inferiori a 180m/s (ovvero $NSPT_{30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $cu_{30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).**Tipo E:** Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).**Tipo S1:** Depositati di terreni caratterizzati da valori di Vs30 inferiori a 100m/s (ovvero $10 < cu_{30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3m di torba o di argille altamente organiche.**Tipo S2:** Depositati di terreno liquefacibile o argille sensitive o altri profili di terreno non inclusi nei tipi A, B, C, D, E o S1. Attenzione: la nuova norma classifica come S2 una serie di siti che prima erano classificati come B, C, D, E.

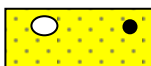
SEZIONI GEOLOGICO - TECNICHE INTERPRETATIVE

Scala : 1: 400

Legenda



Riporto



Sabbie e ghiaie

