

INDICE

INDICE.....	1
1 – INDAGINE GEOFISICA	2
1.1 – Attrezzatura utilizzata.....	2
1.2 - Acquisizione delle onde di taglio (onde S).....	2
1.3 Modalità interpretativa	3
2 - INTERPRETAZIONE QUALITATIVA DELLE INDAGINI GEOFISICHE.....	3
3 - RAPPRESENTAZIONE DEI DATI SISMICI CON METODO MASW	3
3.1 - Interpretazione dei dati	5
3.1.1. Ricostruzione del sottosuolo mediante le onde S.....	8

Documentazione fotografica

TAVOLE

TAV. 1 – Corografia generale e ubicazione delle basi sismiche

TAV. 1a – Planimetria di dettaglio e ubicazione delle basi sismiche

1 – INDAGINE GEOFISICA

In data 5 dicembre 2012 è stata effettuata una indagine geofisica sul territorio comunale di Castellar Guidobono (AL), al fine di fornire indicazioni sul comportamento del sottosuolo nell'ipotesi di un evento sismico relativamente alla micro zonazione sismica del territorio comunale. L'indagine è stata condotta mediante la realizzazione di 3 basi sismiche attrezzate con geofoni con registrazione verticale per la ricezione delle onde P (onde di compressione) mediante l'applicazione della metodologia MASW che consente, attraverso alcune trasformazioni, di risalire alla velocità delle onde S (onde di taglio).

1.1 – Attrezzatura utilizzata

L'attrezzatura utilizzata in campagna è costituita da un sismografo a 24 canali, 24 geofoni con frequenza pari a 4,5 Hz, cavi con take-out distanziati di 5 metri, mazza e piastra di battuta.

Il sismografo ha possibilità di stack degli impulsi sismici, filtraggio digitale programmabile (per la riduzione dei rumori) e guadagno verticale del segnale (in ampiezza) con sensibilità tra 1 e 100 decibel. La registrazione dei dati in digitale, con formato in uscita pari a 24 bit, viene effettuata su PC sul quale vengono successivamente elaborati i dati.

1.2 - Acquisizione delle onde di taglio (onde S)

L'acquisizione delle onde di taglio (V_s) avviene per mezzo di indagine sismica a rifrazione con metodo MASW mediante energizzazione del sottosuolo e registrazione degli arrivi delle onde rifrante in corrispondenza di *geofoni verticali*.

Questi sono stati disposti secondo un allineamento con interasse tra i geofoni di 3 metri, in questo modo la base sismica ha avuto una lunghezza pari a 69 m.

1.3 Modalità interpretativa

L'elaborazione dei dati sismici con metodo MASW è stata effettuata per mezzo del software SWAN che, mediante la trasformata di Fourier, è in grado di fornire indicazioni sulla suddivisione delle unità litologiche del sottosuolo mediante l'individuazione delle onde Vs.

2 - INTERPRETAZIONE QUALITATIVA DELLE INDAGINI GEOFISICHE

E' necessario sottolineare che l'interpretazione delle indagini geofisiche viene fatta nell'ipotesi che gli strati del sottosuolo siano omogenei, orizzontali e con superfici di separazione piano parallele.

Nell'area indagata le condizioni sopra riportate sono quasi del tutto rispettate. Si rammenta in ogni caso che la valutazione delle velocità e degli spessori dei singoli strati viene effettuata con un margine di incertezza, insita proprio nei metodi geofisici, che si aggira attorno al 10-15 %.

3 - RAPPRESENTAZIONE DEI DATI SISMICI CON METODO MASW

Al fine di fornire i valori delle V_s , necessarie per la caratterizzazione sismica del sito, sono state realizzate tre stese sismiche in diverse porzioni del territorio comunale (Tav1), di lunghezza pari a 69 m con distanza intergeofonica pari a 3,0 metri. L'energizzazione è stata effettuata ad una distanza di 6,0 m e di 3m dal primo

geofono e dal ventiquattresimo geofono mediante una mazza di 10 kg; eccezione va fatta per lo stendimento numero 2, dove l'energizzazione è stata effettuata ad una distanza di 6,0 m e di 3m dal primo geofono e a 3 m dal ventiquattresimo geofono.

Di seguito si riporta il sismogramma frutto della somma di ciascuna acquisizione per le differenti linee sismiche, filtrato di eventuali disturbi di fondo:

LINEA SISMICA L1

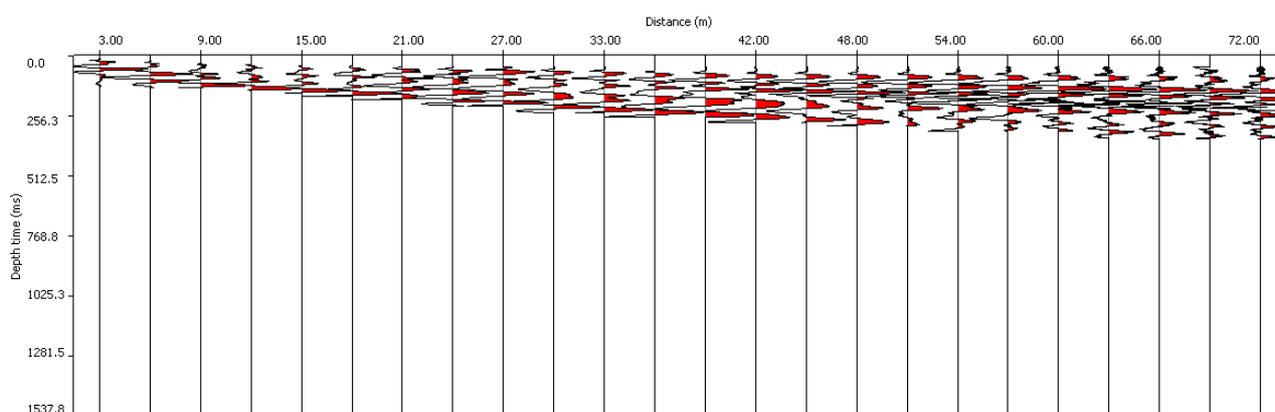


fig. 3.1 – Sismogramma della base sismica L1.

LINEA SISMICA L2

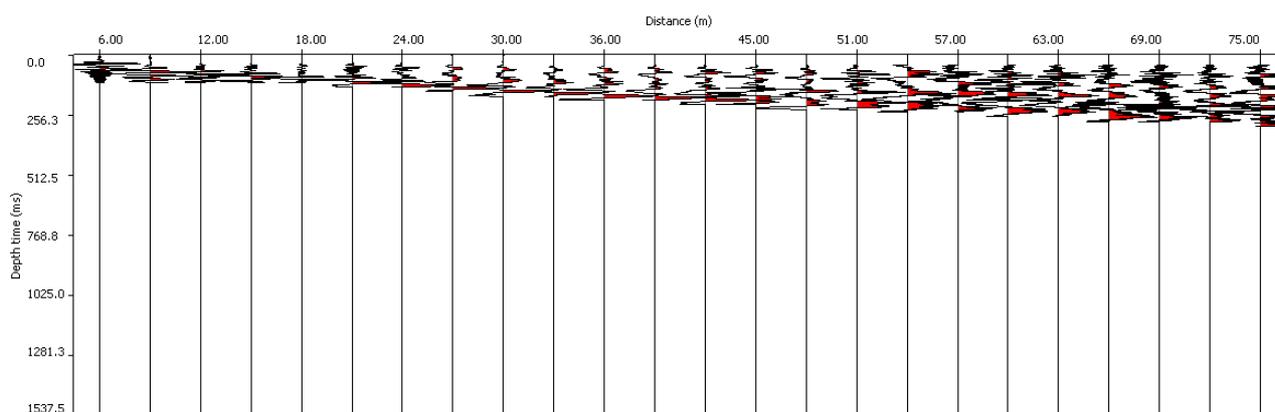


fig. 3.2 – Sismogramma della base sismica L2.

LINEA SISMICA L3

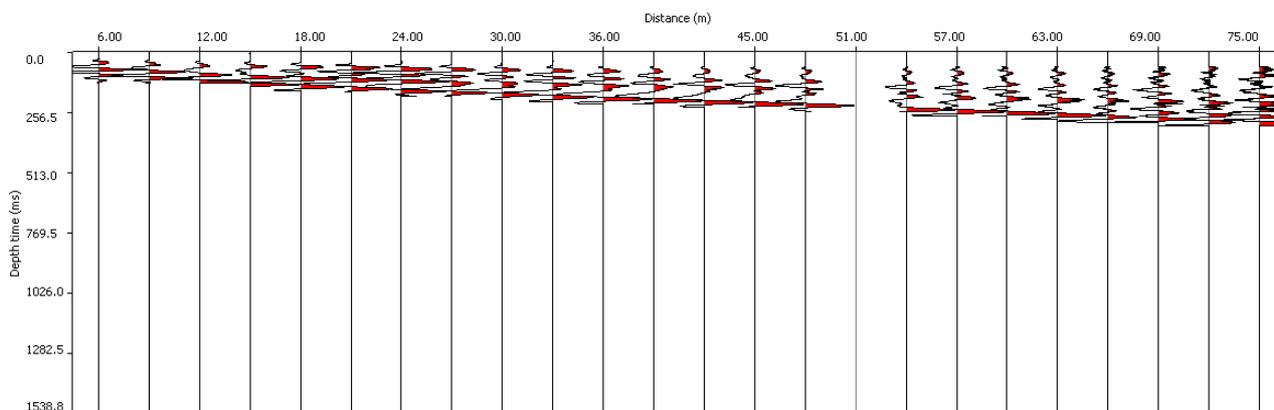


fig. 3.3 – Sismogramma della base sismica L3; si noti la mancanza di registrazione in corrispondenza del geofono 16: tale avaria non risulta comunque inficiare le procedure di analisi per la caratterizzazione sismica del sito)

3.1 - Interpretazione dei dati

L'elaborazione dei sismogrammi ha consentito di estrapolare la trasformata di Fourier, di seguito riportata; da questa si risale alla curva di dispersione che, confrontata, mediante sovrapposizione, con quella teorica consente di ottenere sia gli spessori dei vari strati che le rispettive velocità.

LINEA SISMICA L1

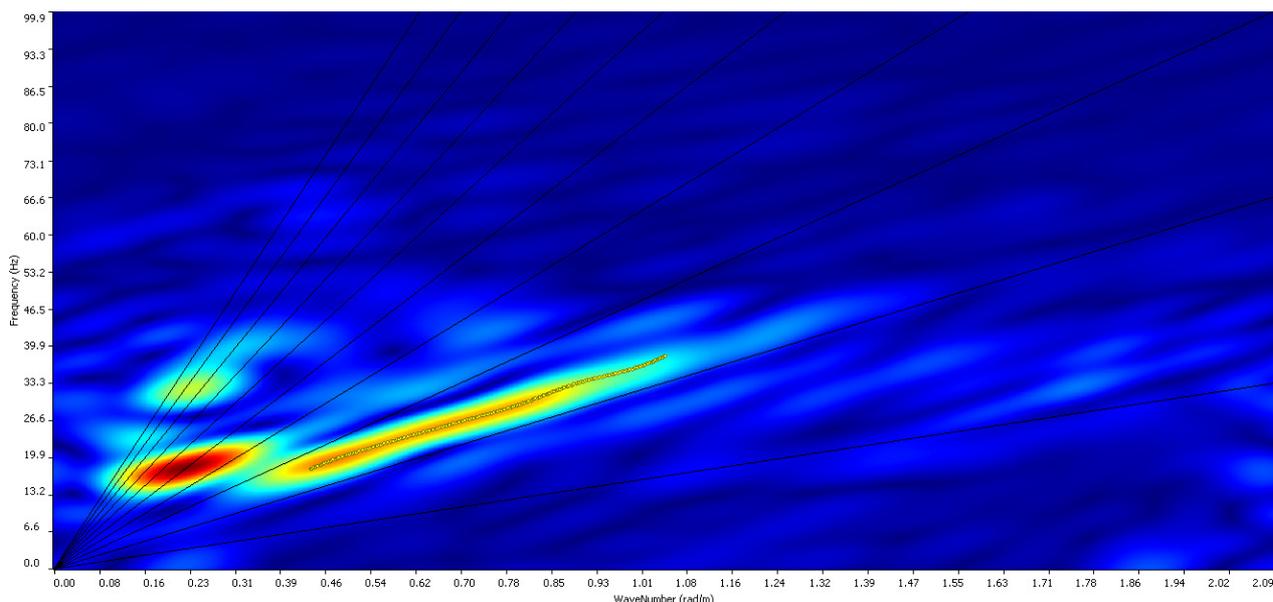


fig. 3.1.1 – Trasformata di Fourier della base sismica L1

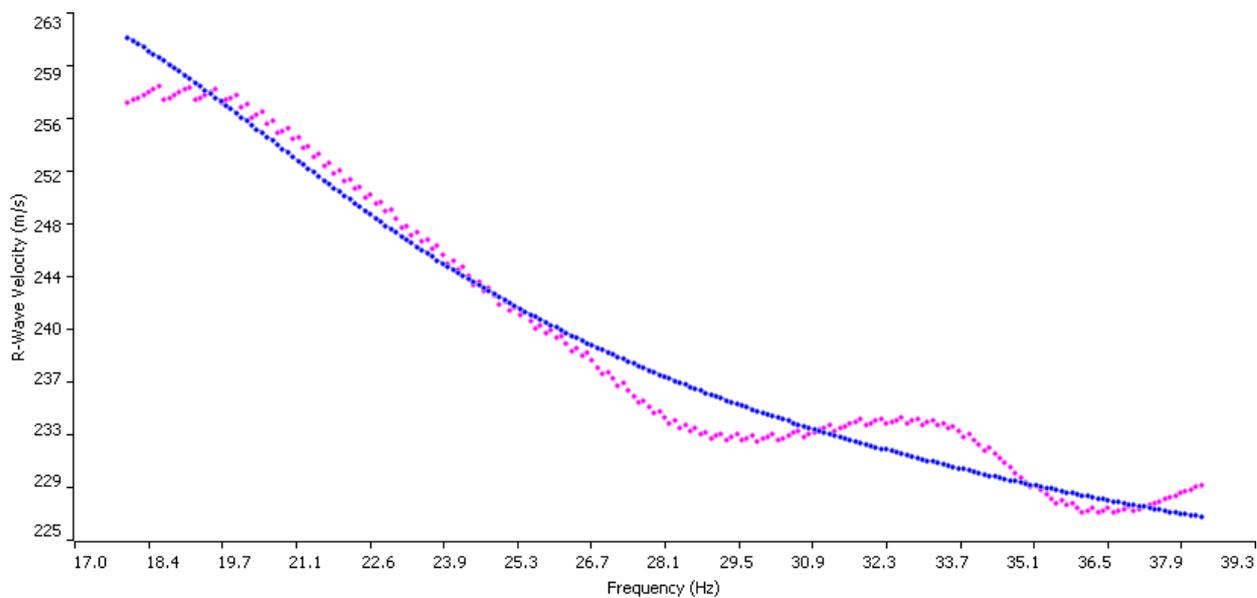


fig. 3.1.2 – Curva di dispersione della base sismica L1 (in magenta la curva di dispersione ottenuta, in bleu quella calcolata).

LINEA SISMICA L2

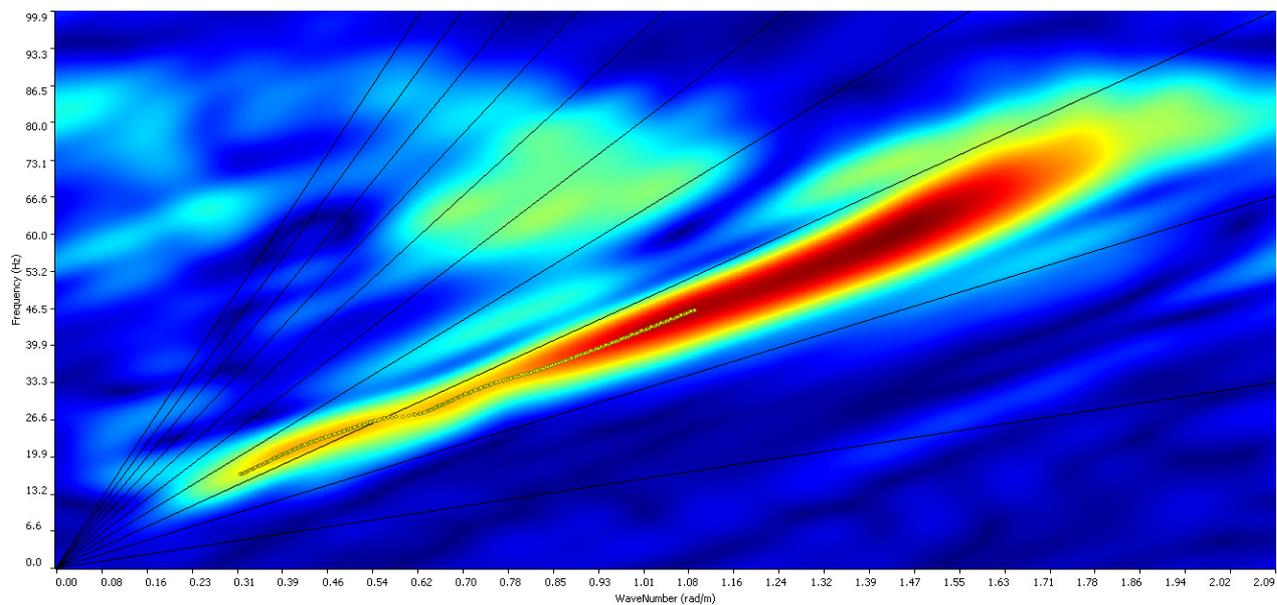


fig. 3.1.3 – Trasformata di Fourier della base sismica L2

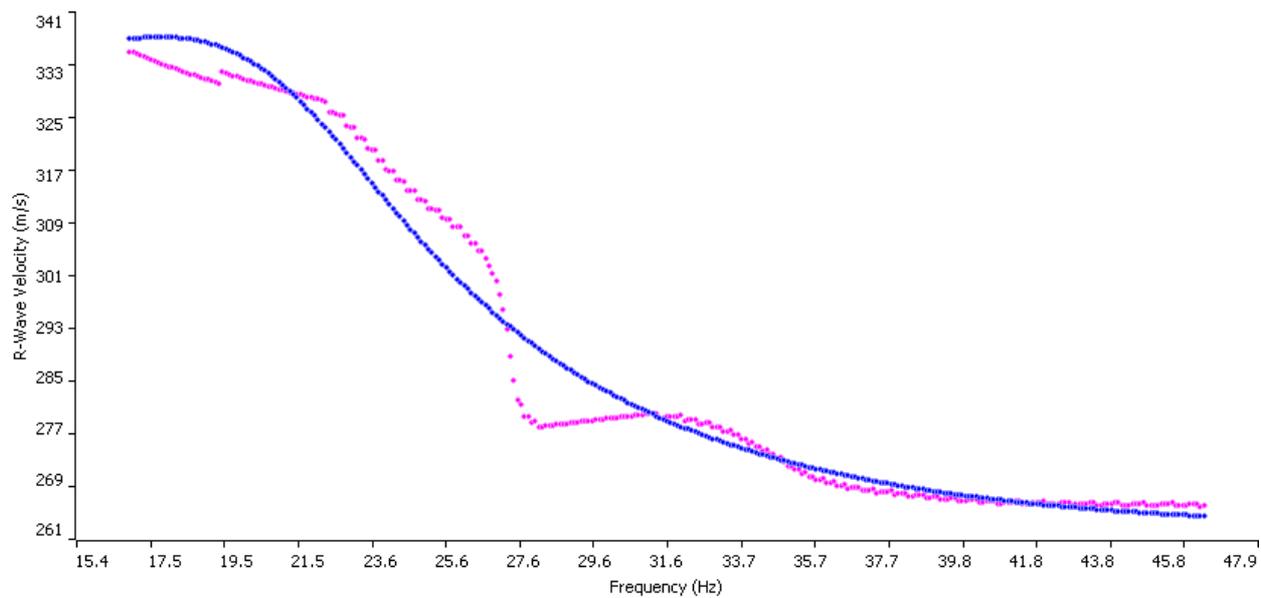


fig. 3.1.4 – Curva di dispersione della base sismica L2 (in magenta la curva di dispersione ottenuta, in bleu quella calcolata).

LINEA SISMICA L3

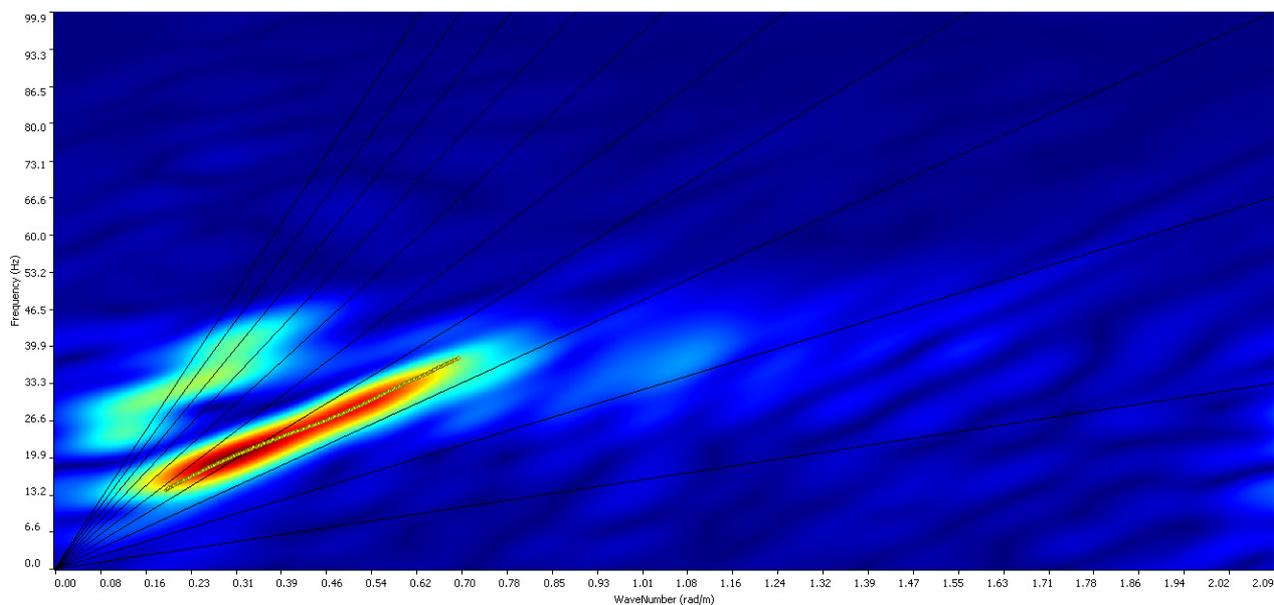


fig. 3.1.4 – Trasformata di Fourier della base sismica L3

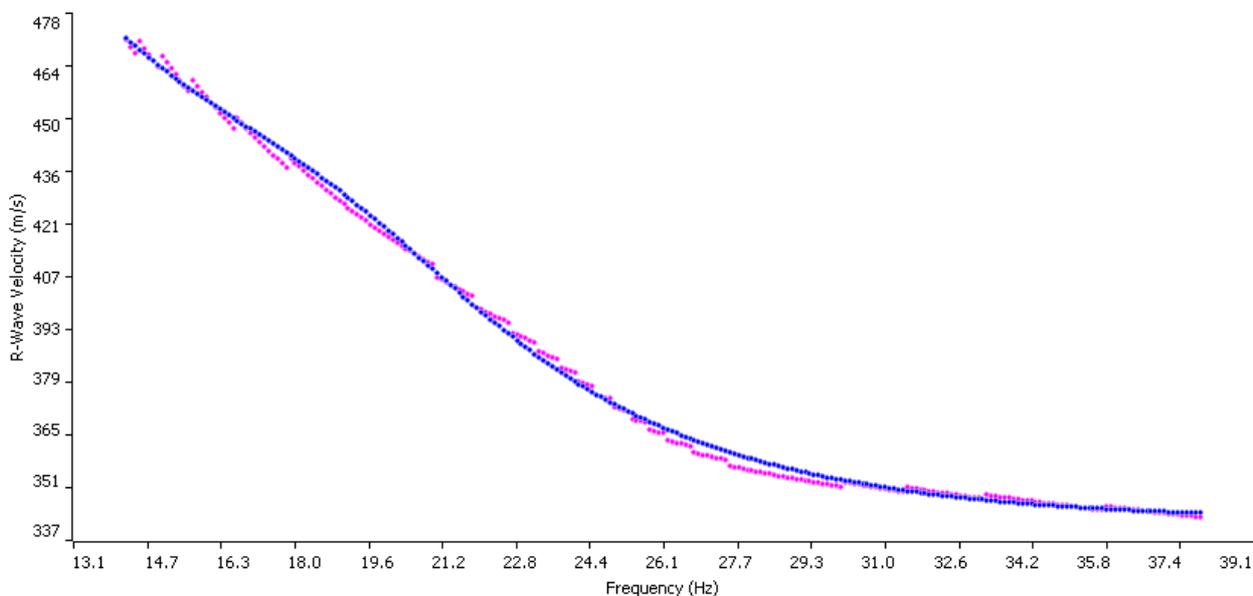


fig. 3.1.5 – Curva di dispersione della base sismica L3 (in magenta la curva di dispersione ottenuta, in bleu quella calcolata).

3.1.1. Ricostruzione del sottosuolo mediante le onde S

Dalla sovrapposizione delle curve di dispersione si è ottenuto la ricostruzione del sottosuolo in orizzonti aventi differenti spessori e valori di velocità come di seguito indicato e graficamente riportati in differenti diagrammi per ogni base sismica:

L1		
Spessore	Profondità	V_s (m/sec)
0,6	0,0-0,6	287
2,3	0,6-2,9	222
2,5	2,9-5,4	279
1,0	5,4-6,4	188
3,0	6,4-9,4	537
4,5	9,4-13,9	234
3,8	13,9-17,7	307
4,1	17,7-21,8	382
4,5	21,8-26,3	462
3,7	26,3-30,0	527

Tabella I - Valori delle V_s alla linea sismica L1

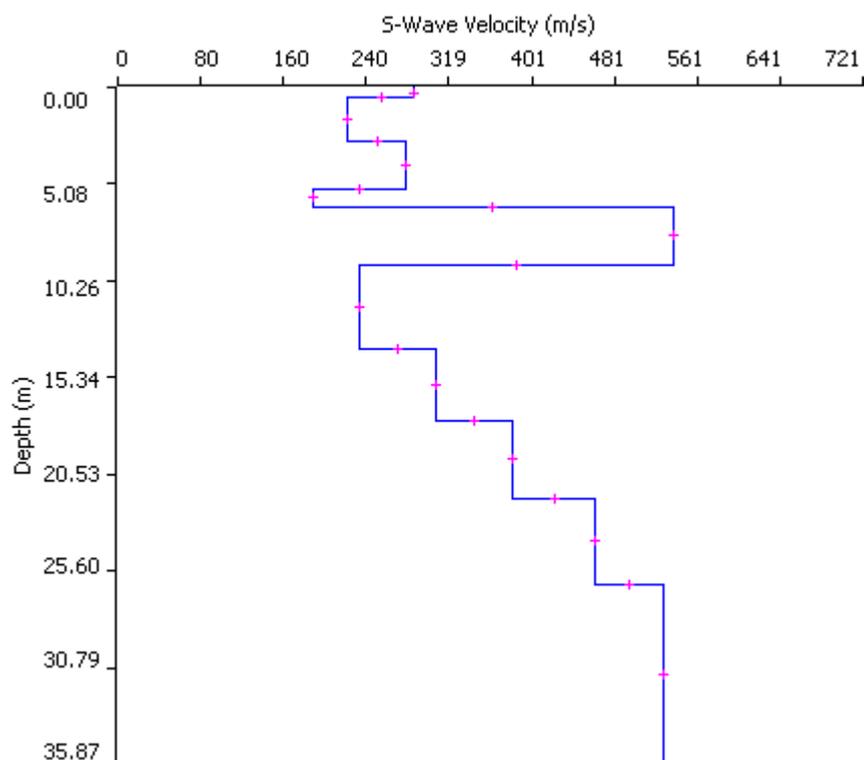


fig. 3.1.1.1 – Diagramma delle velocità Vs riferite ai vari strati intercettati nella base sismica L1

L2		
Spessore	Profondità	V_s (m/sec)
1,9	0,0-1,9	291
2,2	1,9-4,1	261
2,5	4,1-6,6	375
1,3	6,6-7,9	368
3,1	7,9-11,0	672
0,7	11,0-11,7	469
5,1	11,7-16,8	246
5,0	16,8-21,8	322
5,9	21,8-26,7	423
3,3	26,7-30,0	523

Tabella 2 - Valori delle Vs alla linea sismica L2

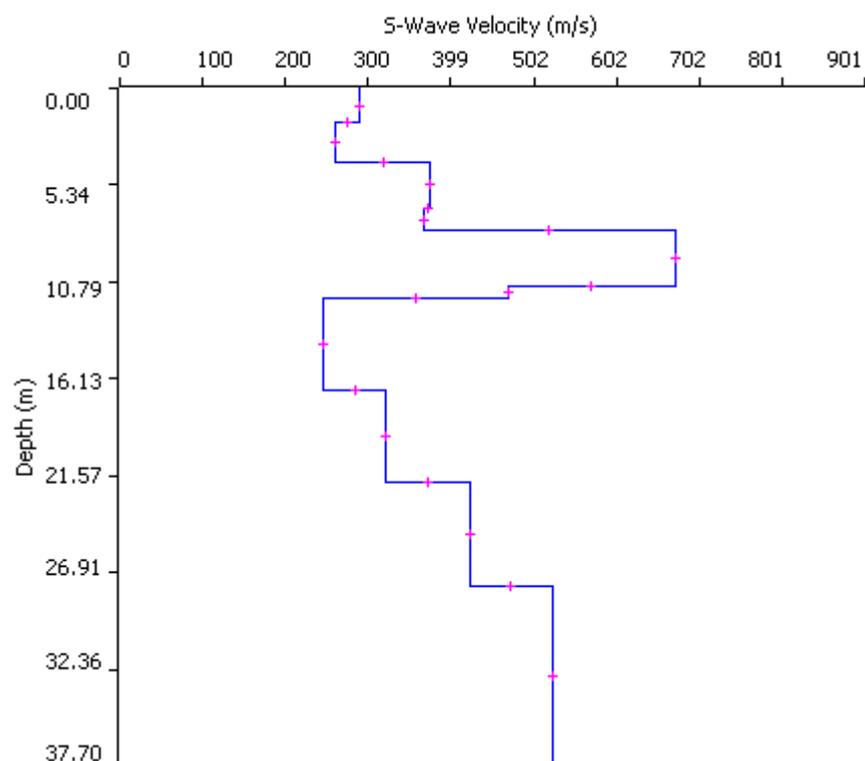


fig. 3.1.1.2 – Diagramma delle velocità V_s riferite ai vari strati intercettati nella base sismica L2

L3		
Spessore	Profondità	V_s (m/sec)
3,5	0,0-3,5	383
3,7	3,5-7,2	328
5,6	7,2-12,8	717
8,0	12,8-20,8	441
9,2	20,8-30,0	1129

Tabella 3 - Valori delle V_s alla linea sismica L3

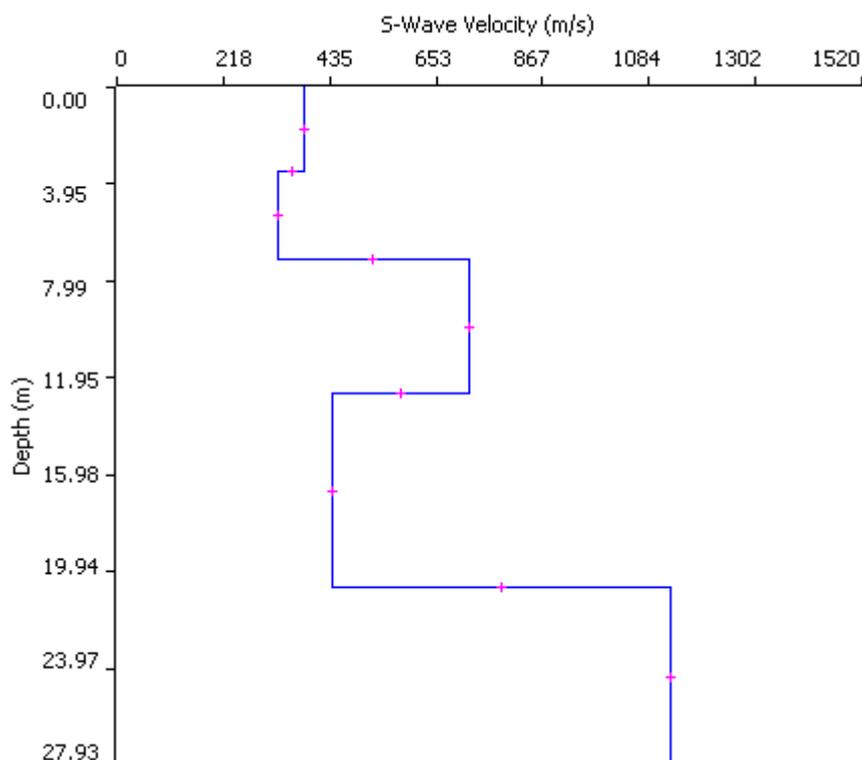


fig. 3.1.1.3 – Diagramma delle velocità Vs riferite ai vari strati intercettati nella base sismica L3

4 - APPLICAZIONE DELLE NORME TECNICHE

Con l'introduzione dell'O.P.C.M. n. 3274 del 20 Marzo 2003 e succ. modif. sono stati rivisti i criteri per l'individuazione delle zone sismiche. Inoltre, sono state definite le nuove norme tecniche per la progettazione di nuovi edifici, di nuovi ponti, per le opere di fondazione, per le strutture di sostegno, ecc.

La suddetta nuova norma sulle costruzioni (D.M. LL.PP. 14/01/2008) fornisce le nuove classificazioni sismiche individuate sulla base del documento "Proposta di riclassificazione sismica del territorio nazionale". In particolare, l'intero territorio nazionale è stato suddiviso in quattro livelli: da 1, più pericoloso, a 4 meno sensibile.

Nello specifico il territorio comunale di **Castellar Guidobono** ricade in **zona 4**.

Per quanto riguarda le normative precedenti si ha:

• Codice ISTAT 2001	01006046
• Categoria secondo la classificazione precedente (Decreti sino al 1998)	N.C.
• Categoria secondo la proposta del G.d.L. del 1998	N.C.
• <u>Zona ai sensi dell'O.P.C.M. 2003</u>	<u>4</u>

I suoli di fondazione sono suddivisi in cinque classi (A, B, C, D, E) più due speciali (S1 e S2), in base alle loro caratteristiche stratigrafiche ed alla velocità media delle onde sismiche di taglio (trasversali) entro 30 metri di profondità, ovvero alle V_{s30} :

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

h_i = Spessore in metri dello strato i -esimo

V_i = Velocità dell'onda di taglio i -esima

N = Numero di strati

Il terreno indagato, con la metodologia MASW, presenta per le diverse linee eseguite valori delle V_{s30} riferiti all'attuale piano campagna rispettivamente di:

LINEA 1 $V_{s30} = 329 \text{ m/s}$

LINEA 2 $V_{s30} = 350 \text{ m/s}$

LINEA 3 $V_{s30} = 553 \text{ m/s}$

Secondo lo schema presente nelle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. LL.PP. 14 Gennaio 2008- Tab. 3.2.II) in corrispondenza della **LINEA 1** e della **LINEA 2** i terreni risultano appartenenti alla classe C ("Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 180 m/sec e 360 m/sec".....).

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

Tab. III :Categorie di sottosuolo (tratta da Tab. 3.2.II delle NTC 2008)-LINEE SISMICHE 1-2

In corrispondenza della **LINEA 3** i terreni risultano appartenenti alla classe E (terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s)

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

Tab. III :Categorie di sottosuolo (tratta da Tab. 3.2.II delle NTC 2008)-LINEA SISMICA 3

In base alle indicazioni ottenute dall'interpretazione dell'indagine sismica è possibile suddividere il territorio comunale in due zone la prima posta a Nord

è caratterizzata da terreni di classe C (linee 1 e 2) mentre in prossimità dei rilievi collinari si passa ad una classe E. Il limite fra queste zone non è definibile in quanto l'indagine eseguita risulta molto localizzata.

Gropello Cairoli, dicembre 2012



Dott. Geol. Maurizio Fasani

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Foto 01 – Linea sismica 1

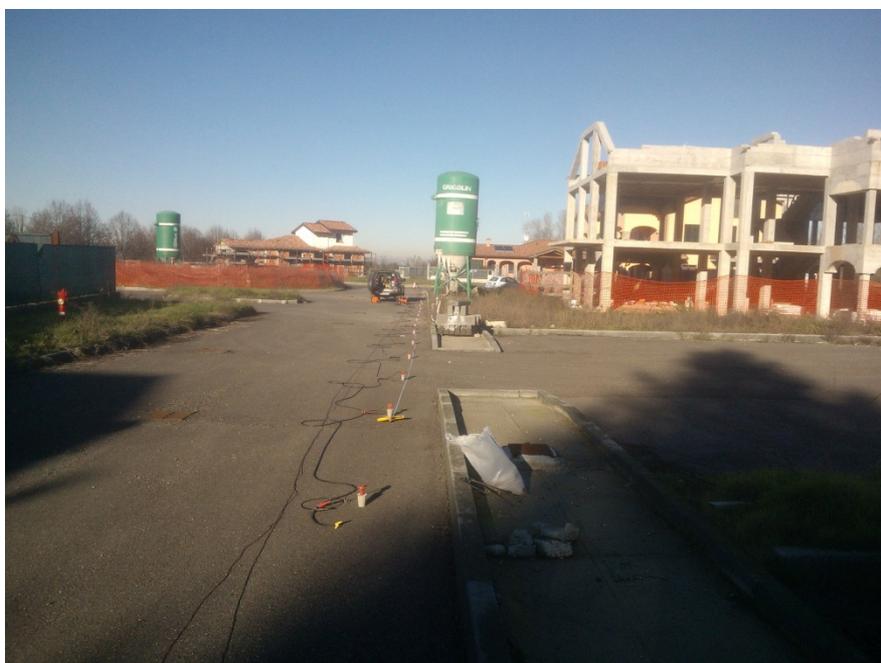


Foto 02 – Linea sismica 2



Foto 03 – Linea sismica 3