



**COMUNE  
DI  
VIBO VALENTIA**  
(Provincia di Vibo Valentia)

**OGGETTO:**

LAVORI DI SISTEMAZIONE PIAZZALE  
CAPANNINA DI VIBO MARINA  
Legge Regionale n.9/2007 art. 33

**PROGETTO DEFINITIVO**

|        |   |                   |
|--------|---|-------------------|
| MODIF. | 1 | PROT. DIS. N°     |
|        | 2 | SOSTITUISCE IL N° |
|        | 3 | SOSTITUITO DAL N° |

OGGETTO DEL DISEGNO:

**RELAZIONE SISMICA**

ALL. N. :

**2.3**

SCALA

**PROGETTISTA e CSP :**



Ing. Domenico MUZZUPAPPA  
(D.T. ASE Engineering Consulting srl)

IL RUP:  
ING. LORENA CALLISTI

Studio Geologico:  
Dott. Carmine NIGRO

L'IMPRESA:

VISTI:

COMUNE: VIBO VALENTIA (VV)  
PROGETTO: SISTEMAZIONE PIAZZALE CAPANNINA  
INCARICO: DETERMINA DIRIG. N. 599/2011  
R.U.P. : ING. PASQUALE SCALAMOGNA



ELABORATO  
INDAGINI GEOGNOSTICHE - GEOLOGICHE  
RELAZIONE GEOLOGICA - GEOTECNICA E SULLA  
PERICOLOSITA' SISMICA

1

## ***COMUNE DI VIBO VALENTIA***

### ***INDAGINI GEOGNOSTICHE - GEOLOGICHE RELAZIONE GEOLOGICA - GEOTECNICA E SULLA PERICOLOSITA' SISMICA***

### ***PROGETTO DEFINITIVO***

## **INDICE**

### **Relazione sismica di base**

1. Definizione della sismica M.A.S.W.
2. Caratterizzazione VS30 in situ (sismica M.A.S.W.)
3. Caratteristiche sismologiche di base



## RELAZIONE SISMICA DI BASE

2

Allo scopo di ottenere un'esauriente ricostruzione dell'assetto litostratigrafico locale, nonché una identificazione delle caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni affioranti nei siti oggetto di studio, è stata eseguita una indagine geofisica di tipo - Profilo M.A.S.W. correlata con le indagini penetrometriche e sismiche a rifrazione eseguite in sito. I risultato dei dati ottenuti ed i parametri della sismica M.A.S.W. sono di seguito specificati:

M.A.S.W.

(Multichannel Analysis Surface Waves)

Nella maggior parte delle indagini sismiche per le quali si utilizzano le onde di compressione, 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. La



tecnica delle M.A.S.W. (Park et al., 1999) è stata sviluppata in parte per superare le difficoltà dell'applicazione del SASW in ambienti rumorosi. La registrazione simultanea di 12 o più canali (separati da 0,5m a 10m) fornisce una ridondanza statistica delle misure di velocità di fase e ne avvalorata la veridicità. Il salvataggio delle tracce nel dominio temporale, previsto dal metodo, permette inoltre di distinguere e evidenziare, durante l'analisi, le onde di Rayleigh presenti nel record che, normalmente, sono caratterizzate da un'elevata ampiezza di segnale (circa il 60% dell'energia prodotta dalla sorgente artificiale si distribuisce in onde di superficie).

Una particolare analisi spettrale, "overtone analysis", produce un grafico Velocità di fase-frequenza in cui si può distinguere il modo fondamentale delle onde di superficie da cui ricavare la curva di dispersione ed il profilo delle Vs per successiva inversione 1-D.

Ricapitolando 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.

### Stesa sismica MASW A-A'

#### Rilevamento e interpretazione

| Profilo sismico M.A.S.W. da 45.00 ml (profilo A-A') |                |
|---|----------------|
| N° canali di registrazione                          | 12             |
| Distanza intergeofonica                             | 3.00 m         |
| Numero di Shot                                      | 1              |
| Durata  | 3778 msec      |
| Campionamento                                       | 700 µs         |
| Sistema di energizzazione                           | Massa battente |



I sismogrammi relativi alla indagini svolte sono stati registrati direttamente in campagna mediante il software d'acquisizione dati VBDELTA.

L'interpretazione dei dati è stata effettuata analiticamente e con calcolo automatico mediante software MASW2007 e di seguito riportati.

## 1 - Dati sperimentali

Nome del file delle tracce\\Server\d\Documenti\_server\SISMICA VIBO  
MARINA\Sismica Vibo Marina\MASWVIB8\sondaggio\_maswvib8\_A.TXT  
Numero di ricevitori ..... 12  
Numero di campioni temporali..... 3.26787e-312  
Timestep di acquisizione .....0.3ms  
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 .....2500ms  
I ricevitori non sono invertiti (l'ultimo ricevitore è l'ultimo per l'analisi)

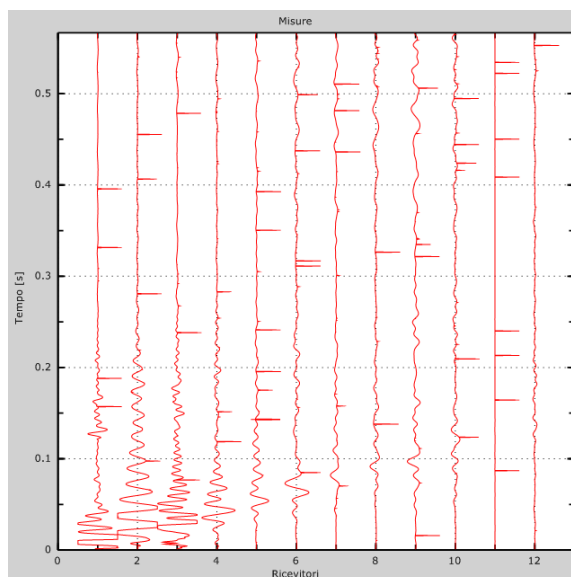
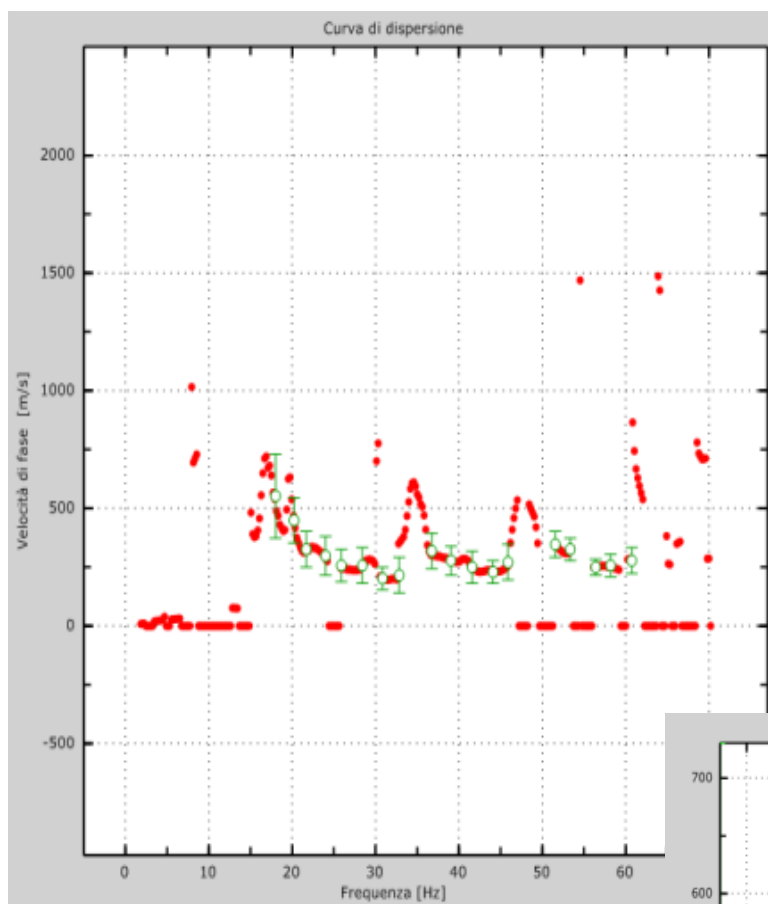


Figura 1:Tracce sperimentali

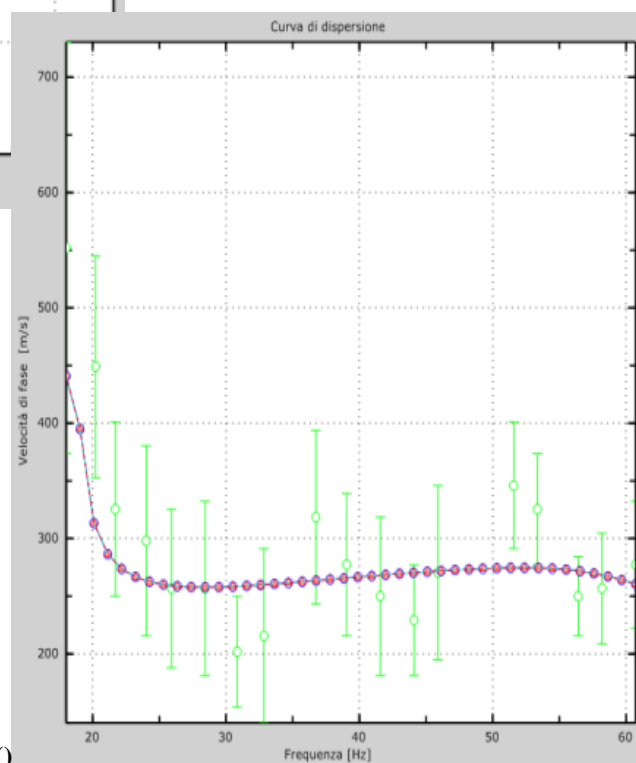
COMUNE: VIBO VALENTIA (VV)  
 PROGETTO: SISTEMAZIONE PIAZZALE CAPANNINA  
 INCARICO: DETERMINA DIRIG. N. 599/2011  
 R.U.P. : ING. PASQUALE SCALAMOGNA



ELABORATO  
 INDAGINI GEOGNOSTICHE - GEOLOGICHE  
 RELAZIONE GEOLOGICA - GEOTECNICA E SULLA  
 PERICOLOSITA' SISMICA



*Figura 2: Curva di dispersione*

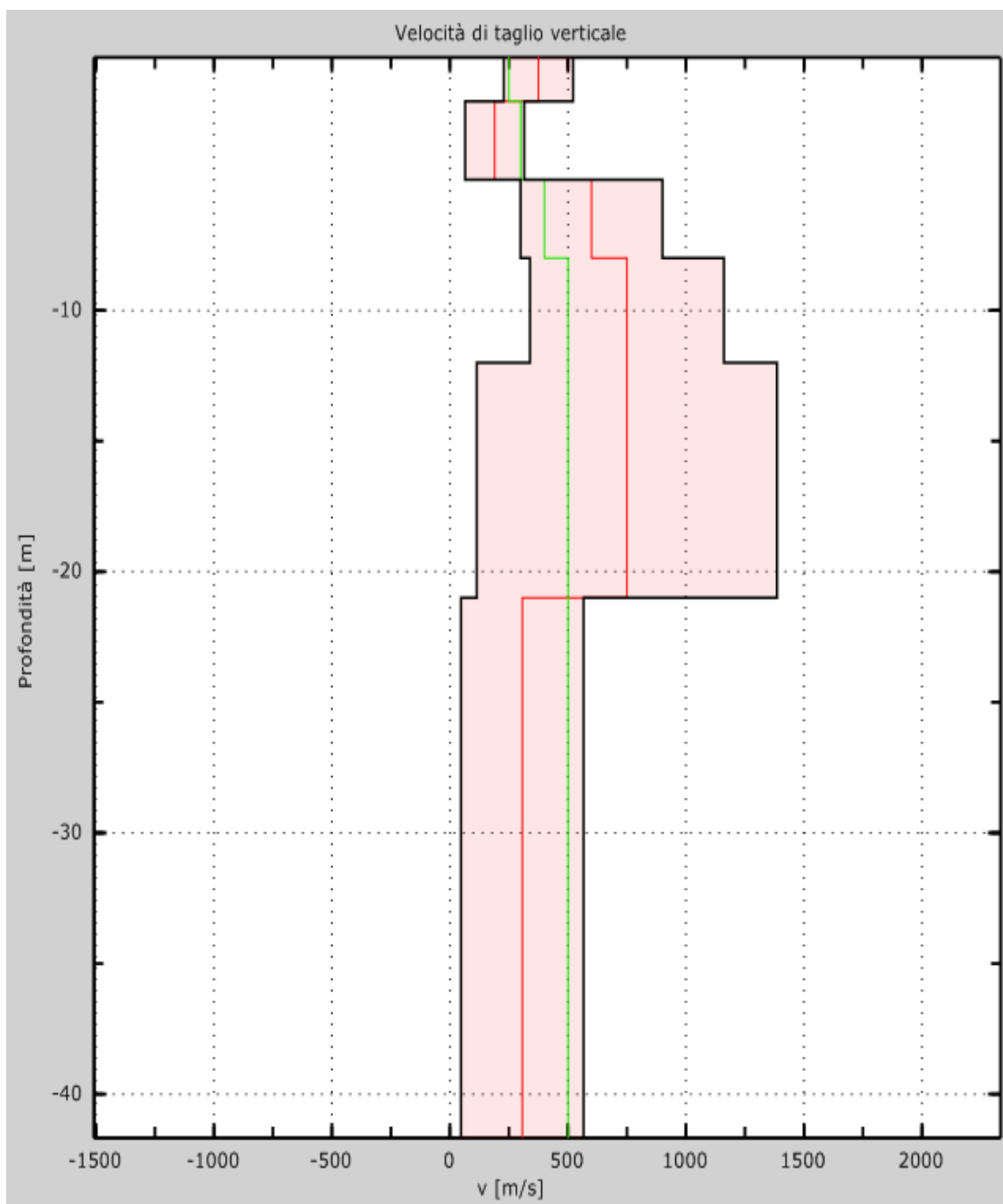


**Figura 3 :Velocità numeriche – punti sperimentali (verde), modi di Rayleigh (blu), Curva apparente(), curva numerica ()**

COMUNE: VIBO VALENTIA (VV)  
PROGETTO: SISTEMAZIONE PIAZZALE CAPANNINA  
INCARICO: DETERMINA DIRIG. N. 599/2011  
R.U.P. : ING. PASQUALE SCALAMOGNA



ELABORATO  
INDAGINI GEOGNOSTICHE - GEOLOGICHE  
RELAZIONE GEOLOGICA - GEOTECNICA E SULLA  
PERICOLOSITA' SISMICA



**Figura 4: Velocità**



## Profilo in sito

7

|   |         |
|---|---------|
| Numero di strati (escluso semispazio) .....                 | 9       |
| Spaziatura ricevitori [m] .....                             | 2m      |
| Numero ricevitori .....                                     | 12      |
| Numero modi .....   | 1       |
| Numero iterazioni .....                                     | 2       |
| Massimo errore [%] .....                                    | -17     |
| Evita forti contrasti di rigidezza tra 2 strati consecutivi |         |
| <b>Strato 1</b>   |         |
| h [m] .....   | 2       |
| z [m] .....   | -2      |
| Falda non presente nello strato                             |         |
| Vs fin.[m/s] .....  | 375.000 |
| <b>Strato 2</b>   |         |
| h [m] .....   | 3       |
| z [m] .....   | -5      |
| Falda presente nello strato Strato alluvionale              |         |
| Vs fin.[m/s] .....  | 189.634 |
| <b>Strato 3</b>   |         |
| h [m] .....   | 3       |
| z [m] .....   | -8      |
| Falda presente nello strato Strato alluvionale              |         |
| Vs fin.[m/s] .....  | 600.000 |
| <b>Strato 4</b>   |         |
| h [m] .....   | 4       |
| z [m] .....   | -12     |
| Falda presente nello strato Strato alluvionale              |         |
| Vs fin.[m/s] .....  | 750.000 |
| <b>Strato 5</b>   |         |
| h [m] .....   | 4       |
| z [m] .....   | -16     |
| Falda presente nello strato Strato alluvionale              |         |
| Vs fin.[m/s] .....  | 750.000 |
| <b>Strato 6</b>   |         |
| h [m] .....   | 5       |
| z [m] .....   | -21     |
| Falda presente nello strato Strato alluvionale              |         |
| Vs fin.[m/s] .....  | 750.000 |
| <b>Strato 7</b>   |         |
| h [m] .....   | 5       |
| z [m] .....   | -26     |
| Falda non presente nello strato                             |         |
| Vs fin.[m/s] .....  | 306.640 |
| <b>Strato 8</b>   |         |
| h [m] .....   | 6       |
| z [m] .....   | -32     |
| Falda non presente nello strato                             |         |
| Vs fin.[m/s] .....  | 306.640 |
| <b>Strato 9</b>   |         |
| h [m] .....   | 0       |
| z [m] .....   | -00     |
| Falda non presente nello strato                             |         |
| Vs fin.[m/s] .....  | 306.640 |



COMUNE: VIBO VALENTIA (VV)  
PROGETTO: SISTEMAZIONE PIAZZALE CAPANNINA  
INCARICO: DETERMINA DIRIG. N. 599/2011  
R.U.P. : ING. PASQUALE SCALAMOGNA



ELABORATO  
INDAGINI GEOGNOSTICHE - GEOLOGICHE  
RELAZIONE GEOLOGICA - GEOTECNICA E SULLA  
PERICOLOSITA' SISMICA

## SINTESI RISULTATI

PROVA SISMICA M.A.S.W (MULTICHANNEL ANALYSIS SURFACE WAVES)

**ANOMALIE:** *Inversione velocità a – 21 mt c.a dal pc.*

**VELOCITA' MEDIA ONDA DI TAGLIO Vs 30:** *411 m/s*

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.

**Tipo di suolo** **B**

**ZONA SISMICA** *1*

**CATEGORIA TOPOGRAFICA** *T1*

*Sulla base di prove in sito effettuate appositamente*



## UBICAZIONE INDAGINE SISMICA MASW



## CARATTERISTICHE SISMOLOGICHE DI BASE

9

L'area circostante il comune di Vibo Valentia è stata, sia in passato che di recente, interessata da numerosi terremoti di origine tettonica, di cui alcuni con una elevata intensità sismica.

L'attuale normativa in materia (**D.M. 14/01/2008 – Norme Tecniche per le Costruzioni**) che disciplina la progettazione e la costruzione di nuovi edifici soggetti ad azioni sismiche, nonché la valutazione della sicurezza e gli interventi di adeguamento su edifici esistenti soggetti alle stesse sollecitazioni, definisce le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare i diversi stati limiti. Le suddette azioni sismiche si definiscono a partire dalla **pericolosità sismica di base** del sito di costruzione.

L'azione sismica è definita in termine di accelerazione orizzontale massima  $a_g$  in condizione di campo libero (cioè piano campagna in assenza di manufatti) su sito di riferimento rigido, con superficie topografica orizzontale di categoria A, nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente  **$S_c(T)$** .

Le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di superamento  $Pv_R$ , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- $a_g$  = accelerazione orizzontale massima al sito;
- $F_0$  = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro di accelerazione orizzontale;
- $T^*c$  = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.



Nell'Allegato B delle N.T.C. 2008, vengono forniti, per 10.751 punti del reticolo di riferimento e per 9 valori del periodo di ritorno  **$TR$**  (30 anni, 50 anni, 72 anni, 101, 140 anni, 201 anni, 475 anni, 975 anni, 2475 anni), i valori dei parametri  **$a_g$**  (espressa in g/10),  **$F_0$**  (è adimensionale),  **$T^*c$**  (espressa in secondi) da utilizzare per la determinazione delle azioni sismiche.

I punti del reticolo di riferimento sono definiti in termini di Latitudine e Longitudine ed ordinati in maniera crescente, facendo variare prima la Longitudine e poi la Latitudine.

Con l'entrata in vigore delle N.T.C. 2008, la classificazione sismica del territorio è scollegata dalla determinazione dell'azione sismica di progetto, pertanto secondo quanto riportato nell'Allegato A delle norme stesse la stima dei parametri spettrali ( $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T^*c$ ) necessari per la definizione dell'azione sismica di progetto viene effettuata calcolandoli direttamente per il sito in esame, utilizzando come riferimento le informazioni disponibili nel reticolo riportato nella tabella 1 dell'Allegato B delle norme oppure dai vari programmi di calcolo presenti in commercio.

Infatti, per i siti in progetto, i valori dei parametri spettrali ai vari stati limiti, sono stati calcolati con uno specifico programma di calcolo, "**Parametri sismici**" fornito dalla **GeoStru** di Bianco (RC).

COMUNE: VIBO VALENTIA (VV)  
 PROGETTO: SISTEMAZIONE PIAZZALE CAPANNINA  
 INCARICO: DETERMINA DIRIG. N. 599/2011  
 R.U.P. : ING. PASQUALE SCALAMOGNA



ELABORATO  
 INDAGINI GEOGNOSTICHE - GEOLOGICHE  
 RELAZIONE GEOLOGICA - GEOTECNICA E SULLA  
 PERICOLOSITA' SISMICA

## Parametri sismici

determinati con GeoStru PS <http://www.geostru.com/geoapp>

11

Tipo di elaborazione: opere di sostegno

### Sito in esame.

latitudine: 38,718299 [°]

longitudine: 16,118727 [°]

Classe d'uso: III. Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Vita nominale: 50 [anni]

### Siti di riferimento.

|        | ID    | Latitudine<br>[°] | Longitudine<br>[°] | Distanza<br>[m] |
|--------|-------|-------------------|--------------------|-----------------|
| Sito 1 | 42554 | 38,703610         | 16,112810          | 1712,1          |
| Sito 2 | 42555 | 38,702050         | 16,176750          | 5348,9          |
| Sito 3 | 42333 | 38,752030         | 16,178770          | 6418,0          |
| Sito 4 | 42332 | 38,753580         | 16,114820          | 3937,7          |

### Parametri sismici

Categoria sottosuolo: B

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 75 anni

Coefficiente cu: 1,5

|                                     | Prob.<br>superament<br>o<br>[%] | Tr<br>[anni] | ag<br>[g] | Fo<br>[-] | Tc*<br>[s] |
|-------------------------------------|---------------------------------|--------------|-----------|-----------|------------|
| Operatività<br>(SLO)                | 81                              | 45           | 0,087     | 2,277     | 0,293      |
| Danno<br>(SLD)                      | 63                              | 75           | 0,114     | 2,284     | 0,316      |
| Salvaguardia<br>della vita<br>(SLV) | 10                              | 712          | 0,321     | 2,450     | 0,380      |

COMUNE: VIBO VALENTIA (VV)  
PROGETTO: SISTEMAZIONE PIAZZALE CAPANNINA  
INCARICO: DETERMINA DIRIG. N. 599/2011  
R.U.P. : ING. PASQUALE SCALAMOGNA



ELABORATO  
INDAGINI GEOGNOSTICHE - GEOLOGICHE  
RELAZIONE GEOLOGICA - GEOTECNICA E SULLA  
PERICOLOSITA' SISMICA

12

|  |   |      |       |       |       |
|--|---|------|-------|-------|-------|
| Prevenzion<br>e dal<br>collasso<br>(SLC) | 5 | 1462 | 0,426 | 2,486 | 0,412 |
|--|---|------|-------|-------|-------|

#### Coefficienti Sismici

|     | Ss<br>[-] | Cc<br>[-] | St<br>[-] | Kh<br>[-] | Kv<br>[-] | Amax<br>[m/s <sup>2</sup> ] | Beta<br>[-] |
|-----|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------------------------|-------------|
| SLO | 1,200     | 1,410     | 1,000     | 0,019     | 0,009     | 1,029                       | 0,180       |
| SLD | 1,200     | 1,390     | 1,000     | 0,033     | 0,016     | 1,347                       | 0,240       |
| SLV | 1,080     | 1,330     | 1,000     | 0,108     | 0,054     | 3,405                       | 0,310       |
| SLC | 1,000     | 1,310     | 1,000     | 0,426     | 0,213     | 4,178                       | 1,000       |

Le coordinate geografiche espresse in questo file sono in ED50  
Geostru software - [www.geostru.com](http://www.geostru.com)

**Il Geologo**

**Carmine Nigro**