



COMUNE DI LENI (PROVINCIA DI MESSINA)

OPERE DI ATTUAZIONE DEL PIANO REGOLATORE PORTUALE DI RINELLA 1° STRALCIO FUNZIONALE PROGETTO DEFINITIVO



PROGETTAZIONE:



RILIEVI E INDAGINI:



Dott. A. Analfino
Dott. biol. G. Catalano

ARCHEOLOGO:
Daniela Raia

RESPONSABILE INTEGRAZIONI DELLE
PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

Ing. Antonino SUTERA

PROGETTISTI:

Ing. Umberto RICCI
Ing. Antonino SUTERA
Ing. Giuseppe BERNARDO
Ing. Massimo TONDELLO
Ing. Andrea PEDRONCINI
Ing. Roberta Chiara DE CLARIO

GEOLOGIA:

Geol. Marco SANDRUCCI

GRUPPO DI LAVORO:

Ing. Giuseppe CUTRUPI
Ing. Stefania FERLAZZO
Ing. Simone FIUMARA
Arch. Francesca GANGEMI
Arch. Erica PIPITO'
Ing. Silvia BERIOTTO
Ing. Nicola SGUOTTI
Ing. Silvia TORRETTA
Ing. Fabio VINCI

COORD. SICUREZZA PROGETTAZIONE:

Ing. Giuseppe BERNARDO



D.03

RELAZIONE SISMICA

Questo elaborato è di proprietà della Proger S.p.A. pertanto non può essere riprodotto né integralmente, né in parte senza l'autorizzazione scritta della stessa. Da non utilizzare per scopi diversi da quelli per cui è stato fornito.

Nome File	Scala	Commessa	Codice Elaborato					
DNC135_PD_D.03_2020-10-28_R0_Relazione sismica_FRZ.docx		P20070	D	00	00	G	RL	02

REVISIONI	REV. n°	DATA	MOTIVAZIONE	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO
	00	30/10/2020		Ing. Stefania FERLAZZO	Ing. Giuseppe BERNARDO	Ing. Antonino SUTERA

R.U.P.:

Arch. Domenico ARCORACI

VISTI/APPROVAZIONI:

INDICE

1	PREMESSA	3
2	MODELLO GEOTECNICO DI SOTTOSUOLO	4
2.1	<i>RISULTATI INDAGINI</i>	4
2.2	<i>UNITÀ LITOTECNICHE</i>	5
2.3	<i>CLASSIFICAZIONE GEOMECCANICA</i>	6
3	VALORI CARATTERISTICI DELL'AZIONE SISMICA	7
4	SUSCETTIBILITÀ ALLA LIQUEFAZIONE	8
4.1	<i>ESCLUSIONE DEL FENOMENO DELLA LIQUEFAZIONE</i>	8

1 PREMESSA

La presente Relazione Sismica nell'ambito del Progetto Definitivo dei lavori di "Opere di attuazione del Piano Regolatore Portuale di Rinella. 1° Stralcio Funzionale" (CUP D21C18000280002 – CIG 8075254668)", riporta lo studio sulla pericolosità sismica di base e sulla risposta simica locale.

L'area oggetto di intervento è collocata nella Regione Sicilia in Provincia di Messina, Comune di Leni, individuabile geograficamente attraverso le seguenti coordinate WGS84:

- *Latitudine* 38,547087
- *Longitudine* 14,826238

Per la definizione dell'assetto geologico del sottosuolo dell'area in oggetto, si è fatto riferimento:

- ai sondaggi geognostici eseguiti nel dicembre 2004 sul molo esistente nell'ambito del progetto di messa in sicurezza delle infrastrutture portuali da Tecnogeo s.r.l. di Palermo;
- i dati messi a disposizione dal Comune e relativi ad un rilievo sismico a riflessione, eseguito nel gennaio 2005 nell'ambito della messa in sicurezza dell'infrastruttura portuale dal DITS (Dipartimento n. 37 Idraulica, Trasporti, Strade) dell'Università degli Studi di Roma "La Sapienza";
- ai risultati delle indagini simsoacustiche condotte nell'ambito del presene progetto definitivo.

Tale studio si propone lo scopo di ricostruire gli aspetti geologico-strutturali dell'ambito d'interesse, nonché le caratteristiche stratigrafiche e fisico-meccaniche dei terreni costituenti il sottosuolo dell'area, il tutto al fine di individuare un modello geologico-tecnico da porre a base della progettazione.

2 MODELLO GEOTECNICO DI SOTTOSUOLO

2.1 Risultati indagini

Come anticipato, per la definizione dell'assetto geologico del sottosuolo dell'aera in oggetto, si è fatto riferimento ai 4 sondaggi geognostici eseguiti nel dicembre 2004.

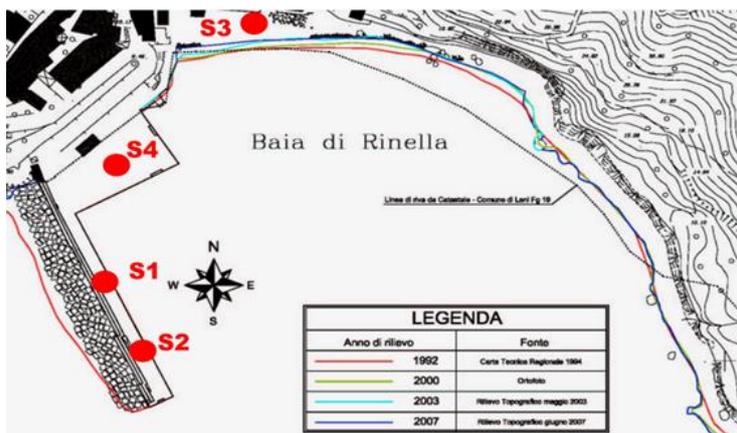


Figura 2.1 Carta dell'evoluzione costiera con l'ubicazione indagini

Nei sondaggi S1 e S2 sulla testata del molo, superata la struttura portuale (conglomerato cementizio e riempimento del cassone), si riscontrano sabbie con inclusi ciottoli ed elementi lavici, mentre oltre 30 m di profondità si intercettano le lave. Il materiale granulare può essere interpretato come il deposito di un terrazzo sommerso sul substrato lavico.

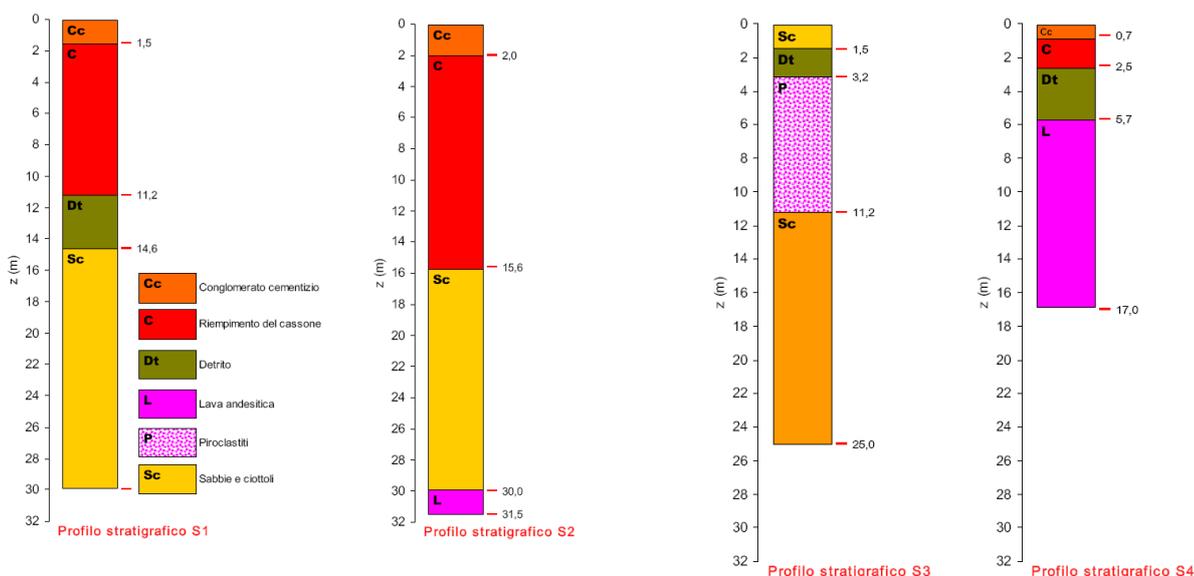


Figura 2.2 Colonne stratigrafiche sondaggi S1, S2, S3, S4

RELAZIONE SIMICA

Nel sondaggio S4, posizionato sulla banchina portuale, il substrato lavico si riscontra a profondità minore, presupponendo che formi un gradino a rappresentare la scarpata a tergo del terrazzo sommerso.

Il sondaggio S3, localizzato al centro della spiaggia di Rinella, segnala una situazione stratigrafica differente con il deposito granulare terrazzato ricoperto da un orizzonte di piroclastici stratificate.

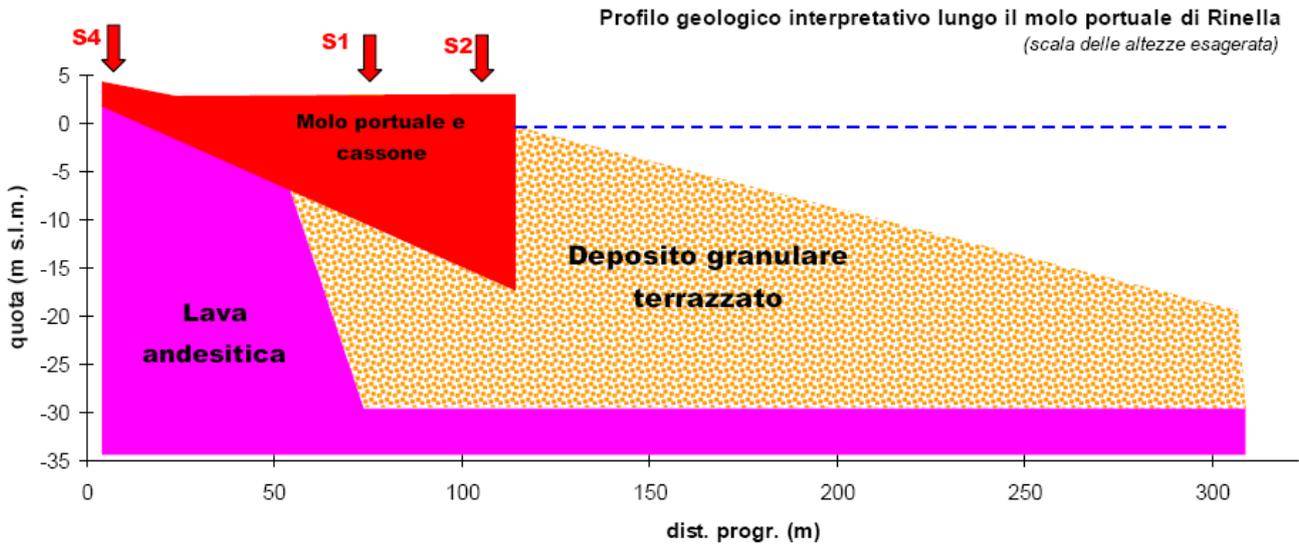


Figura 2.3 Profilo geologico interpretativo lungo il molo portuale di Rinella

Il rilievo geofisico eseguito nel 2005 definisce un fondale caratterizzato da diversi terrazzi deposizionali sommersi con stratificazioni incrociate verso l'esterno e parallele sotto costa, ove tendono a chiudersi e portano il substrato lavico in affioramento o prossimo alla superficie.

I risultati dei rilievi morfologici effettuati nell'ambito del presente progetto definitivo hanno confermato la presenza di un fondale prevalentemente roccioso con presenza di modeste sacche di sabbia.

2.2 Unità litotecniche

La ricostruzione della carta lito-tecnica dell'area in esame consente di individuare quattro unità litotecniche (ULT):

- **L - Lava**, corrispondente alla colata lavica andesitica del M.te dei Porri, affiorante allo scoglio L'Ariana, lungo la falesia immediatamente a tergo e a P. di Megna
- **LB – Lava-Breccia**, terreni lungo il versante del M.te Fossa delle Felci, caratterizzate da lave dacitiche, scorie e breccie
- **P- Piroclastiti**, comprendente depositi alluvionali recenti, inclusi quelli del terrazzo di Rinella, e i tufi grigi del M.te dei Porri

RELAZIONE SIMICA

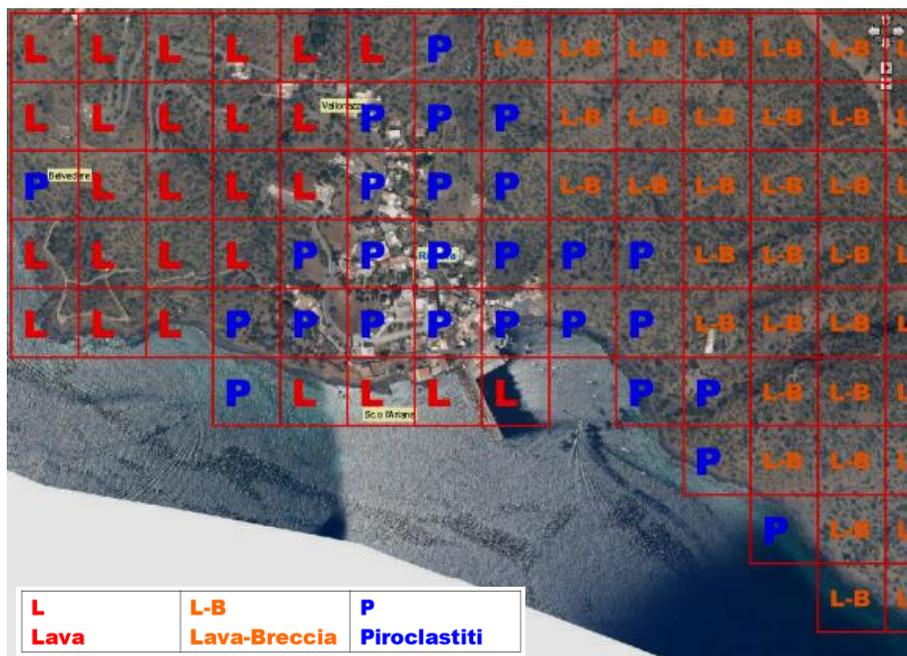


Figura 2.4 Carta litotecnica locale

2.3 Classificazione geomeccanica

Sulla base dei risultati delle indagini è stato possibile definire il quadro finale dei parametri fisicomeccanici delle unità lito-tecniche, riportati nella seguente tabella.

UNITÀ LITO-TECNICA	c (MPa)	ϕ (°)	E_M (MPa)	γ_n (kN/m ³)
L "Lava"	6,0	41	16640	22,5
L-B "Lava-Breccia"	2,4	36	4473	20,0
P "Piroclastite"				
• depositi rinsaldati	0,05	32	55	18,5
• depositi sciolti	0	32		

Figura 2.5 Parametri fisicomeccanici

L'assetto lito-tecnico in corrispondenza del molo portuale in progetto viene definito convertendo le unità litologiche dei precedenti profili in unità lito-tecniche

Per ulteriori specifiche si rimanda all'elaborato D.02 RELAZIONE GEOLOGICA.

3 VALORI CARATTERISTICI DELL'AZIONE SISMICA

Si riportano di seguito i parametri relativi alla zona di interesse, al fine della valutazione della sicurezza e delle prestazioni attese delle opere in progetto.

Localizzazione sito:

Regione Sicilia - Provincia di Messina - Comune di Rinella

Coordinate geografiche:

- *Latitudine* 38,547087
- *Longitudine* 14,826238

Dati di input per il progetto:

- Vita nominale V_N 50 anni
- Classe d'uso II
- Coefficiente d'uso 1,0
- Periodo di riferimento per l'azione sismica $V_R = V_N \times C_U 50$
- Parametri T_r , a_g , F_0 , T_c^* :

Parametri sismici	T_R [anni]	a_g [m/s ²]	F_0 [...]	T_c^* [s]
<input checked="" type="radio"/> SLO	30	0,607	2,450	0,287
<input type="radio"/> SLD	50	0,804	2,480	0,290
<input type="radio"/> SLV	475	2,157	2,580	0,306
<input type="radio"/> SLC	975	2,768	2,650	0,316

<input checked="" type="radio"/>	Zona Panarea, Stromboli, Lipari, Vulcano, Salina.	
<input type="radio"/>		
<input type="radio"/>		

Dati rilevati correttamente.

	SLV	SLD
Accelerazione al suolo a_g [m/s ²]	2,157	0,804
Accelerazione al suolo a_g [% di g]	0,220	0,082
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale F_0	2,580	2,480
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante T_c^*	0,306	0,290
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico S_s	Tipo B 1,173	1,200
Coefficiente amplificazione topografica S_T	T1 1,00	
<input type="checkbox"/> Calcolo B_m nel rispetto gerarchia delle resistenze secondo Circolare 21/01/2019 n° 7 C.S.LL.PP. (par C7.11.6.2)		
Coefficiente di riduzione (β_m)	0,380	0,470
Coefficiente di riduzione (β_m) verifica ribaltamento	0,57	
Coeff. di intensità sismica orizzontale K_h [%] = $a_g/g * S_s * S_t * \beta_m$	9,800	4,620
Intensità sismica Verticale/Orizzontale	0,50	
Forma diagramma incremento sismico	<input type="radio"/> Rettangolare <input checked="" type="radio"/> Stessa forma diagramma statico	

Figura 3.1-Parametri sismici

- Categoria sottosuolo: **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.";
- Categoria topografica: **T1** "Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $\leq 15^\circ$;
- Coefficiente stratigrafico $S_s = 1,00$ (SLV);
- Coefficiente amplificazione topografica $S_T = 1,00$.

4 SUSCETTIBILITÀ ALLA LIQUEFAZIONE

La liquefazione è un fenomeno che comporta la perdita di resistenza dei terreni saturi sotto sollecitazioni statiche e dinamiche, in conseguenza delle quali il terreno raggiunge una condizione di fluidità pari a quella di una massa viscosa. Il fenomeno interessa i terreni incoerenti saturi, che nel corso di un evento sismico subiscono una forte riduzione della resistenza al taglio, a seguito del quale il terreno può scorrere o fluire, nel caso di un pendio, o assestarsi, nel caso di una giacitura orizzontale. Ciò avviene quando, sotto l'azione delle sollecitazioni cicliche indotte da un sisma, la pressione interstiziale dell'acqua aumenta progressivamente fino ad eguagliare la pressione totale di confinamento, cioè quando gli sforzi efficaci si riducono a zero. La probabilità che un deposito raggiunga le condizioni per la liquefazione dipende dalle proprietà geotecniche, dallo stato di addensamento, dalla composizione granulometrica, dalle condizioni di drenaggio, dalla storia delle sollecitazioni sismiche e dall'età del deposito stesso, nonché dalle caratteristiche delle vibrazioni sismiche e loro durata.

Tanto minore è il grado di addensamento del materiale (elevato indice dei vuoti e bassa densità relativa), tanto maggiore è la probabilità che, a parità di altre condizioni, un deposito raggiunga lo stato di liquefazione. Anche la distribuzione, la forma delle particelle e il grado di uniformità influenzano notevolmente il fenomeno, per le implicazioni che questi fattori hanno sulla resistenza al taglio e per il modo di dissiparsi della pressione interstiziale in eccesso.

Per quanto riguarda la storia delle sollecitazioni sismiche su un deposito si può affermare che precedenti deformazioni moderate influiscano positivamente sulla resistenza del deposito, mentre una storia caratterizzata da alti livelli di deformazione (deposito già soggetto a liquefazione) ha effetti negativi sul potenziale di liquefazione.

I depositi sabbiosi con più alto potenziale di liquefazione sono i più recenti. A parità di composizione e di altre condizioni lo stesso deposito, se più antico, avrà sviluppato legami intergranulari e cementazioni sempre più forti con il tempo. Inoltre la struttura di un deposito antico sarà resa più stabile e omogenea per gli effetti delle vibrazioni indotte da precedenti terremoti di piccola entità.

4.1 Esclusione del fenomeno della liquefazione

Per definire la suscettibilità alla liquefazione, si può fare riferimento alla relazione distanza ipocentrale-magnitudo proposta da AYDAN ET AL. (1998) e agli eventi sismici che hanno interessato precedentemente l'area di intervento, con:

- la distanza ipocentrale è ricavata secondo BOORE & JOYNER (1982):

$$R_i = (R^2 + 7,3^2)^{0,5}$$

- la magnitudo M_s applicando per inversione la relazione di SCORDILIS (2006) valida per $4,1 < M_w < 6,15$:

$$M_s = 1,4925 * M_w - 3,0896$$

Dal grafico riportato è possibile riscontrare che gli eventi storici del 1926 e del 1978 rientrano nel campo della pericolosità di liquefazione, sia pure "moderata"; mentre gli eventi attesi, anche con $T_r = 475$ anni, si posizionano nel campo della non liquefazione.

Inoltre, in occasione dell'evento del Golfo di Patti del 1978, non sono stati segnalati nell'Isola di Salina fenomeni di liquefazione (BARBANO ET AL., 1979).

RELAZIONE SIMICA

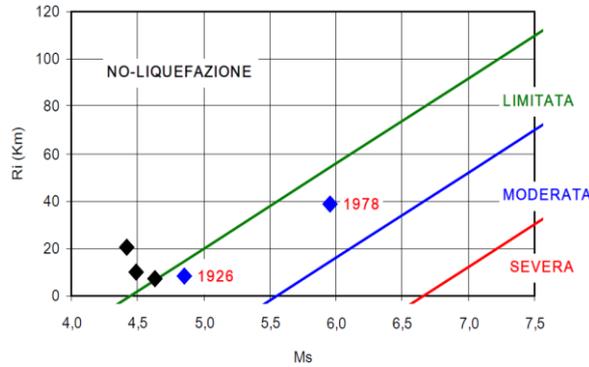
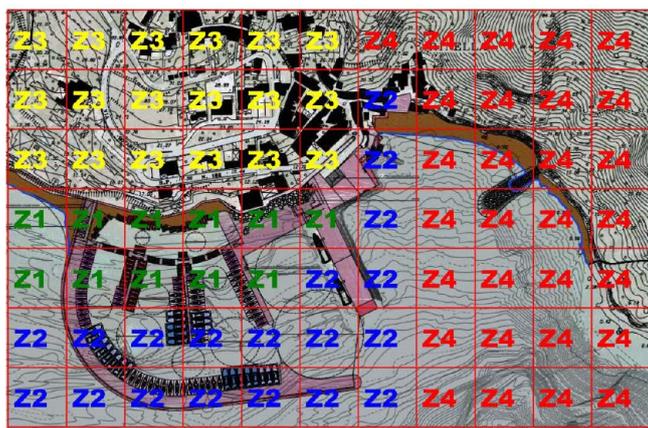


Figura 4-1 Correlazione distanza ipocentrale-magnitudo per liquefazione

La zonazione in prospettiva sismica, in base alle precedenti considerazioni, è stata eseguita con riferimento alle categorie di effetti locali e di sito riportate nel documento del GdL MS (2008), che hanno probabilità più o meno elevata di manifestarsi nei diversi contesti geologicomorfolologici entro cui ricade il sito in progetto e le aree immediatamente contermini.

L'area di intervento ricade in una zona stabile, ma con suscettibilità di amplificazioni locali per effetto litologico da "bassa o trascurabile" verso la radice (Z1) fino a "moderata" verso la testata (Z2) del molo di sopraflutto.

La zona immediatamente a tergo del porto turistico (Z3), in parte occupata dall'abitato di Rinella, presenta suscettibilità di amplificazioni per effetto litologico e topografico, rispettivamente "moderata" e "bassa", ma anche probabilità di manifestazione di instabilità sismo-indotte, sia pure "bassa". L'amplificazione per effetto topografico e l'instabilità gravitativa sismo-indotta si incrementano nel settore Z4, corrispondente al versante più acclive del M.te Fossa delle Felci con dissesti in atto.



19 - CARTA DI ZONAZIONE PRELIMINARE IN PROSPETTIVA SISMICA

Probabilità di manifestazione



EFFETTI	SIGLA	ZONAZIONE IN PROSPETTIVA SISMICA	PROBABILTÀ DI MANIFESTAZIONE DEGLI EFFETTI SISMO-INDOTTI PER CONTESTO MORFOLOGICO			
			Z1	Z2	Z3	Z4
Effetti di sito (RSI)	A	Zona stabile				
	B1	Zona stabile suscettibile di amplificazioni locali per effetto litologico	B	M	M	M
	B2	Zona stabile suscettibile di amplificazioni locali per effetto morfologico			B	M
Effetti locali (instabilità)	C1	Instabilità di versante			B	M
	C2	Liquefazione				
	C3	Faglia attiva e capace				
	C4	Cedimenti e/o soil densification				

Figura 4-2 Carta di zonizzazione in prospettiva sismica

Per ulteriori specifiche si rimanda all'elaborato D.02 RELAZIONE GEOLOGICA.