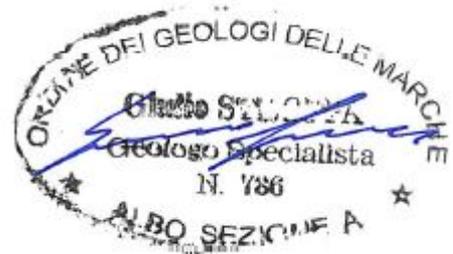


Contraente: 	Progetto: MET. S. EUFEMIA-CROTONE DN 550 (22"), DP 70 bar RIFACIMENTO ATTRAVERSAMENTO FIUME S. ANNA		Cliente: 
	N° Contratto : N° Commessa : NR/15215		
N° documento: 03049-PPL-RE-200-0032	Foglio 1 di 43	Data 04-10-2019	N° documento Cliente: RE-200-032

RELAZIONE SISMICA



00	04-10-2019	EMISSIONE	PEPE	STROPPA	CAPRIOTTI
REV	DATA	TITOLO REVISIONE	PREPARATO	CONTROLLATO	APPROVATO

MET. S. EUFEMIA-CROTONE DN 550 (22"), DP 70 bar					
RIFACIMENTO ATTRAVERSAMENTO FIUME S. ANNA					
RELAZIONE SISMICA					
N° Documento: 03049-PPL-RE-200-0032	Foglio 2	di 43	Rev.: 00		N° Documento Cliente: RE-200-032

INDICE

1	PREMESSA	3
2	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	4
3	INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO	5
3.1	CARATTERISTICHE STRATIGRAFICHE DI DETTAGLIO	5
4	DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO	7
5	DATI GEOTECNICI E GEOFISICI	16
6	MODELLO DEL SOTTOSUOLO	17
6.1	CARTA GEOLOGICO TECNICA PER LA MICROZONAZIONE SISMICA	17
6.2	CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA	19
7	CLASSIFICAZIONE SISMICA DELL'AREA - D.M. 17/1/18	24
7.1	MACRO ZONAZIONE SISMICA	24
7.2	D.M. 17/01/2018	25
7.3	CATEGORIE DI SOTTOSUOLO	27
7.4	AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA	28
7.5	PARAMETRI SISMICI	29
8	VALUTAZIONE DEL VS, EQ.	32
9	SORGENTI SISMOGENETICHE – PROGETTO/DATABASE DISS	33
10	CARATTERISTICHE DELLE FAGLIE ATTIVE – PROGETTO ITHACA	36
11	CONCLUSIONI	41
12	ALLEGATI	43

MET. S. EUFEMIA-CROTONE DN 550 (22"), DP 70 bar					
RIFACIMENTO ATTRAVERSAMENTO FIUME S. ANNA					
RELAZIONE SISMICA					
N° Documento:	Foglio	Rev.:			N° Documento Cliente:
03049-PPL-RE-200-0032	3 di 43	00			RE-200-032

1 PREMESSA

La presente Relazione Sismica è stata redatta a supporto della progettazione per il “*Met. S. Eufemia-Crotone Dn 550 (22”), Dp 70 Bar Rifacimento Attraversamento Fiume S. Anna*”, in seguito al parere della Commissione Tecnica di verifica dell’impatto ambientale VIA e VAS n. 2919 del 18/01/2019, e al decreto del Direttore Generale 000043 del 15/02/2019.

Gli elementi prioritari per la valutazione degli effetti locali e di sito, con l’obiettivo della riduzione rischio sismico, sono la ricostruzione del modello del sottosuolo in termini di geometrie geologiche e strutturali e la parametrizzazione dinamica dei terreni.

Al fine di caratterizzare l’area dal punto di vista sismico è stata condotta una campagna geognostica, di tipo diretto ed indiretto. L’area è ubicata a sud-ovest del centro abitato di Crotona (KR).

Ubicazione dell’area in esame



MET. S. EUFEMIA-CROTONE DN 550 (22"), DP 70 bar					
RIFACIMENTO ATTRAVERSAMENTO FIUME S. ANNA					
RELAZIONE SISMICA					
N° Documento: 03049-PPL-RE-200-0032	Foglio 4 di 43	Rev.: 00			N° Documento Cliente: RE-200-032

2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area oggetto d'intervento è ubicata a poco più di 5km in direzione SW rispetto al centro abitato della *Città di Crotona*, in località *Poggio Pudano*, immediatamente a sud della *S.S. 106*. L'intervento si articola tra le quote 25m (*Torrente Ombro*) e 60m s.l.m. (*Rilievi collinari di Poggio Pudano*).

I depositi alluvionali e quelli derivanti dai processi erosivi dei rilievi collinari circostanti, colmano la pianura alluvionale; si tratta, in particolare, di sedimenti *limo-sabbiosi e argillosi* il cui accumulo raggiunge, nella zona in esame, lo spessore di alcuni metri (valore massimo riscontrato nel corso delle prospezioni penetrometriche circa 5,5m – vedi relazione sulle indagini).

MET. S. EUFEMIA-CROTONE DN 550 (22"), DP 70 bar					
RIFACIMENTO ATTRAVERSAMENTO FIUME S. ANNA					
RELAZIONE SISMICA					
N° Documento:	Foglio	Rev.:			N° Documento Cliente:
03049-PPL-RE-200-0032	5 di 43	00			RE-200-032

3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

I terreni che caratterizzano l'area in questione sono tutti di origine sedimentaria: limi e argille in percentuali variabili, e, subordinatamente, sabbie di età recente (**bb**) nella fascia meridionale, mentre le argille facenti parte della *formazione Argillo-marnosa di Cutro (argille siltose da grigio-chiare a grigio-azzurre, con occasionali sottili intercalazioni di sabbie e silts; scarsa resistenza all'erosione e bassa permeabilità [PLIOCENE MEDIO-CALABRIANO])* (KCR), con vari gradi di consistenza, a seconda della profondità, caratterizzano le aree collinari.

I culmini sommitali dei rilievi di *Poggio Pudano*, sono caratterizzati da lembi di depositi sabbioso-areancei (NNA**b**).

L'ambiente morfologico generale è caratterizzato da una zona sub-pianeggiante posta a ridosso del Torrente Ombro. I depositi eluvio-colluvionali sono prodotti del disgregamento dei "pianori" sabbioso-areancei sommitali (NNA**b**) e dei versanti argillosi (KCR).

3.1 Caratteristiche stratigrafiche di dettaglio

Il dettaglio stratigrafico dell'area è stato ricavato con l'ausilio dei sondaggi geognostici eseguiti nella prima campagna di indagine e dalle prospezioni sismiche e penetrometriche dinamiche eseguite nella seconda campagna di indagine (Rif. Doc. n. RE-000-033).

Le prospezioni hanno permesso di riconoscere, per l'immediato sottosuolo, tre livelli litologici significativi: un livello superficiale di "copertura" (deposito alluvionale ed eluvio-colluviale), alterato in superficie, un livello intermedio, termine di passaggio al sottostante substrato argilloso che si rinviene ad una profondità (media) di oltre 5m dal p.c.. In particolare si è riscontrato quanto di seguito:

- Primo strato superficiale di suolo vegetale [Livello A]
- un livello superficiale di copertura, terreno alterato, costituito, prevalentemente, da limo-argilloso con sabbia, a porosità media [Livello B];
- un livello intermedio, limo-argilloso, termine di passaggio al sottostante substrato, mediamente consistente, a scarsa permeabilità [Livello C];
- un livello più profondo rappresentato dal substrato argilloso (AG) (argilla, consistente, di colore grigio-azzurro), praticamente impermeabile [Livello D].

La stratigrafia media dell'area (medie stratigrafica tra le prospezioni penetrometriche), può essere sintetizzata come segue:

0 – 5m Terreno di copertura (alterata nella sua porzione superficiale) [Livello A+B].
Si tratta di limo-argilloso con sabbia. In occasione di eventi piovosi di rilevante durata può presentarsi da plastico a molto plastico. La porzione superficiale [Livello A] può trovarsi

MET. S. EUFEMIA-CROTONE DN 550 (22"), DP 70 bar						
RIFACIMENTO ATTRAVERSAMENTO FIUME S. ANNA						
RELAZIONE SISMICA						
N° Documento: 03049-PPL-RE-200-0032	Foglio 6	di 43	Rev.: 00			N° Documento Cliente: RE-200-032

compattata per via del passaggio di mezzi meccanici. Può essere sede di effimere manifestazioni idriche;

5 – 6,5m Livello limo- argilloso [Livello C], termine di passaggio al substrato geologico [Livello D]. Consistente;

>6,5m Substrato argilloso (AG), da consistente a molto consistente.

MET. S. EUFEMIA-CROTONE DN 550 (22''), DP 70 bar					
RIFACIMENTO ATTRAVERSAMENTO FIUME S. ANNA					
RELAZIONE SISMICA					
N° Documento: 03049-PPL-RE-200-0032	Foglio 7 di 43	Rev.:	00		N° Documento Cliente: RE-200-032

4 DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO

Nel presente capitolo vengono riportati i dati relativi alla storia macrosismica, classificazione e pericolosità sismica del territorio del Comune di Crotona, al fine della definizione degli eventi di riferimento utili per gli studi di Microzonazione Sismica.

Le prime norme in materia di classificazione sismica in Italia risalgono alla *Legge del 5 novembre 1971 "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica"* ed alla *Legge 2 febbraio 1974 n°64 "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche"*. Il *D.M. LL.PP. del 19 marzo 1982*, classificava in modo molto generico il territorio nazionale in aree a basso e ad alto rischio sismico.

Con il *D.M. LL.PP. 16 gennaio 1996*, il territorio nazionale veniva suddiviso nelle seguenti zone sismiche:

- Zona di I categoria (S = 12)
- Zona di II categoria (S = 9)
- Zona di III categoria (S = 6)
- Zona Non Classificata.

Secondo l'*O.P.C.M. n°3274 del 20 marzo 2003*, i comuni italiani venivano classificati in 4 categorie principali, in base al loro rischio sismico, calcolato in base alla PGA (Peak Ground Acceleration) e per frequenza ed intensità degli eventi:

- Zona 1 – è' la zona più pericolosa. Possono verificarsi fortissimi terremoti;
- Zona 2 – in questa zona possono verificarsi forti terremoti;
- Zona 3 – in questa zona possono verificarsi forti terremoti;
- Zona 4 – è' la zona meno pericolosa. I terremoti sono rari.

Di fatto, sparisce il territorio "Non Classificato", che diviene zona 4, nella quale era facoltà delle Regioni prescrivere l'obbligo della progettazione antisismica. A ciascuna zona, inoltre, veniva attribuito un valore dell'azione sismica utile per la progettazione, espresso in termini di accelerazione massima su roccia (*Zona 1 = 0.35 g, Zona 2 = 0.25 g, Zona 3 = 0.15 g, Zona 4 = 0.05 g*).

Un aggiornamento dello studio di pericolosità di riferimento nazionale (Fonte: Gruppo di Lavoro, 2004), previsto dall'*O.P.C.M. 3274 del 2003*, è stato adottato con l'*O.P.C.M. n°3519 del 28 aprile 2006*. Il nuovo studio di pericolosità, ha fornito alle Regioni uno strumento aggiornato per la classificazione del proprio territorio, introducendo degli intervalli di accelerazione (ag), con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni, da attribuire alle 4 zone sismiche. Di seguito la suddivisione del territorio nazionale in zone sismiche in relazione all'accelerazione di picco su terreno rigido:

MET. S. EUFEMIA-CROTONE DN 550 (22"), DP 70 bar						
RIFACIMENTO ATTRAVERSAMENTO FIUME S. ANNA						
RELAZIONE SISMICA						
N° Documento: 03049-PPL-RE-200-0032	Foglio 8	di 43	Rev.: 00			N° Documento Cliente: RE-200-032

- Zona 1 – $ag > 0,25$ g;
- Zona 2 – $0,15 < ag \leq 0,25$ g;
- Zona 3 – $0,05 < ag \leq 0,15$ g;
- Zona 4 – $ag \leq 0,05$ g.

Nel rispetto degli indirizzi e criteri stabiliti a livello nazionale, alcune Regioni hanno classificato il territorio nelle quattro zone proposte. Altre Regioni hanno classificato diversamente il proprio territorio, adottando solo tre zone (zona 1, 2 e 3) e introducendo, in alcuni casi, delle sottozone per meglio adattare le norme alle caratteristiche di sismicità.

La Regione Calabria, con Deliberazione n°47 del 10 febbraio 2004, ha aggiornato la classificazione sismica del territorio regionale recependo integralmente l'individuazione dei comuni classificati sismici come da elenco riportato nell'Allegato A dell'O.P.C.M. 3274 del 20.03.2003. Pertanto con la normativa vigente, secondo la Classificazione sismica nazionale, aggiornata al 2014, il Comune di Crotona ricade in "Zona 2".

**MET. S. EUFEMIA-CROTONE DN 550 (22''), DP 70 bar
RIFACIMENTO ATTRAVERSAMENTO FIUME S. ANNA**

RELAZIONE SISMICA

N° Documento: 03049-PPL-RE-200-0032	Foglio 9 di 43	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-200-032
		00				

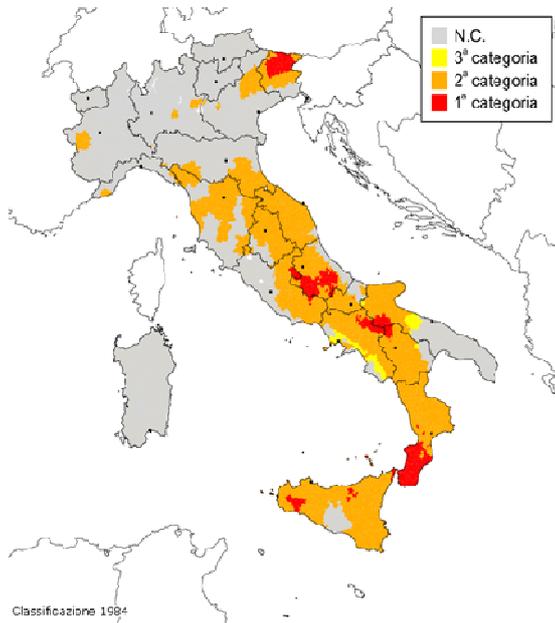


FIGURA 1: Classificazione sismica del territorio italiano (1984). Decreto MLP del 14/07/1984 e decreti successivi (Fonte: INGV);

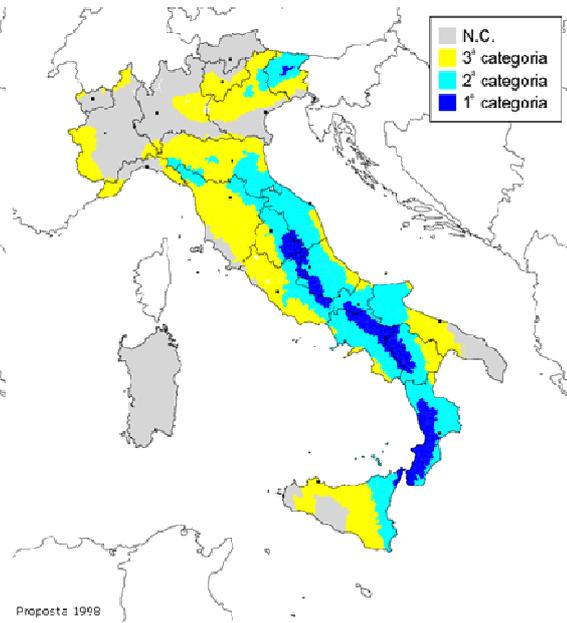


FIGURA 2: Proposta di riclassificazione sismica (1998) a cura del Gruppo di Lavoro ING-GNDT-SSN (Fonte: INGV);

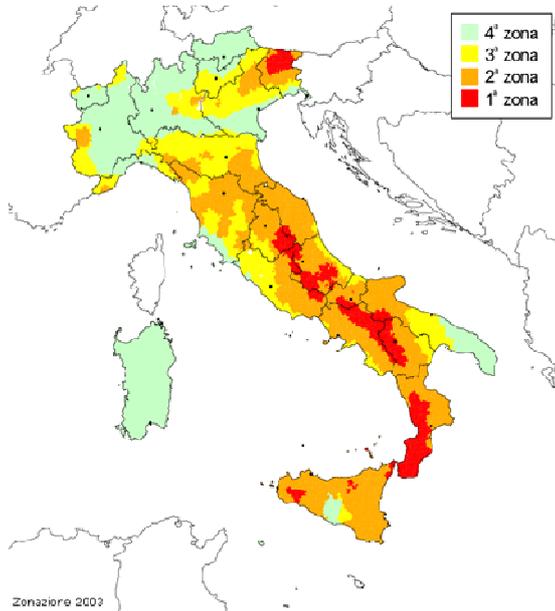


FIGURA 3: Zone sismiche del territorio italiano (2003). Ordinanza PCM 3274 del 20/03/2003 (Fonte: INGV);

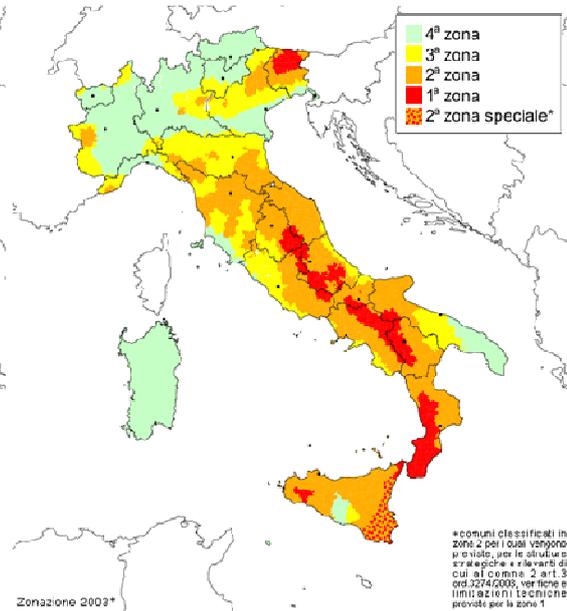


FIGURA 4: Zone sismiche del territorio italiano con recepimento delle variazioni operate dalle singole Regioni (fino a marzo 2004) (Fonte: INGV);

MET. S. EUFEMIA-CROTONE DN 550 (22"), DP 70 bar					
RIFACIMENTO ATTRAVERSAMENTO FIUME S. ANNA					
RELAZIONE SISMICA					
N° Documento: 03049-PPL-RE-200-0032		Foglio 10 di 43		Rev.: 00	
				N° Documento Cliente: RE-200-032	

Qualunque sia stata la scelta regionale, a ciascuna zona o sottozona è attribuito un valore di pericolosità di base, espressa in termini di accelerazione massima su suolo rigido (*ag*). Tale valore di pericolosità di base non ha però influenza sulla progettazione. Infatti, le attuali *Norme Tecniche per le Costruzioni (Decreto Ministeriale del 14 gennaio 2008)*, hanno modificato il ruolo che la classificazione sismica aveva ai fini progettuali: per ciascuna zona, precedentemente veniva fornito un valore di accelerazione di picco e quindi di spettro di risposta elastico da utilizzare per il calcolo delle azioni sismiche. Dal 1 luglio 2009 con l'entrata in vigore delle Norme Tecniche per le Costruzioni del 2008, per ogni costruzione ci si deve riferire ad una accelerazione di riferimento "propria" individuata sulla base delle coordinate geografiche dell'area di progetto e in funzione della vita nominale e classe d'uso dell'opera. Un valore di pericolosità di base, dunque, definito per ogni punto del territorio nazionale, su una maglia quadrata di 5 km di lato, indipendentemente dai confini amministrativi comunali.

La classificazione sismica (*zona sismica di appartenenza del comune*) rimane utile solo per la gestione della pianificazione e per il controllo del territorio da parte degli enti preposti.

La mappa di pericolosità sismica riporta i valori espressi in termini di accelerazione massima (*ag*) del suolo con una data probabilità di eccedenza (2, 5, 10, 22, 30, 39, 50, 63, 81 %) in 50 anni, riferita a suoli rigidi di riferimento ($V_{s,30} > 800$ m/s)

In riferimento alla mappa di pericolosità sismica, si riportano gli intervalli di accelerazione massima (*ag*) del suolo con probabilità di eccedenza del 5%, 10%, 63% ed 81% in 50 anni (*FIGURE 5 – 8*), riferita a suoli rigidi di riferimento ($V_{s,30} > 800$ m/s), e relativamente al territorio comunale di Crotona.

**MET. S. EUFEMIA-CROTONE DN 550 (22''), DP 70 bar
RIFACIMENTO ATTRAVERSAMENTO FIUME S. ANNA**

RELAZIONE SISMICA

N° Documento: 03049-PPL-RE-200-0032	Foglio 11 di 43	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-200-032
		00				

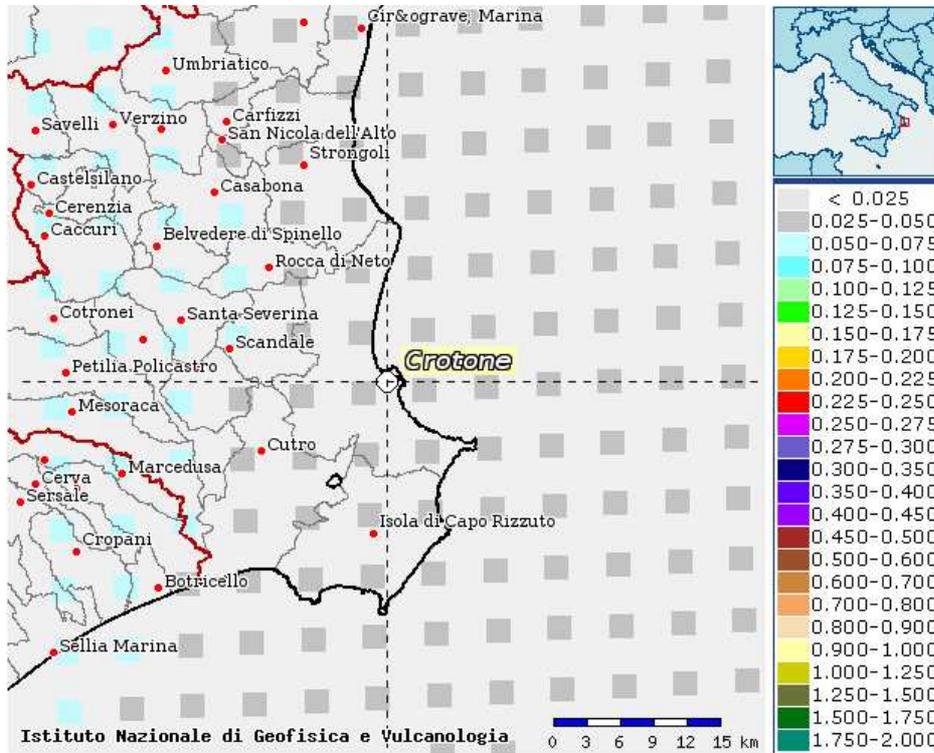


FIGURA 5: Valori espressi in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza dell'81% in 50 anni, riferita a suoli rigidi ($V_s,30 > 800$ m/s) (Fonte: Progetto DPC - INGV - S1);

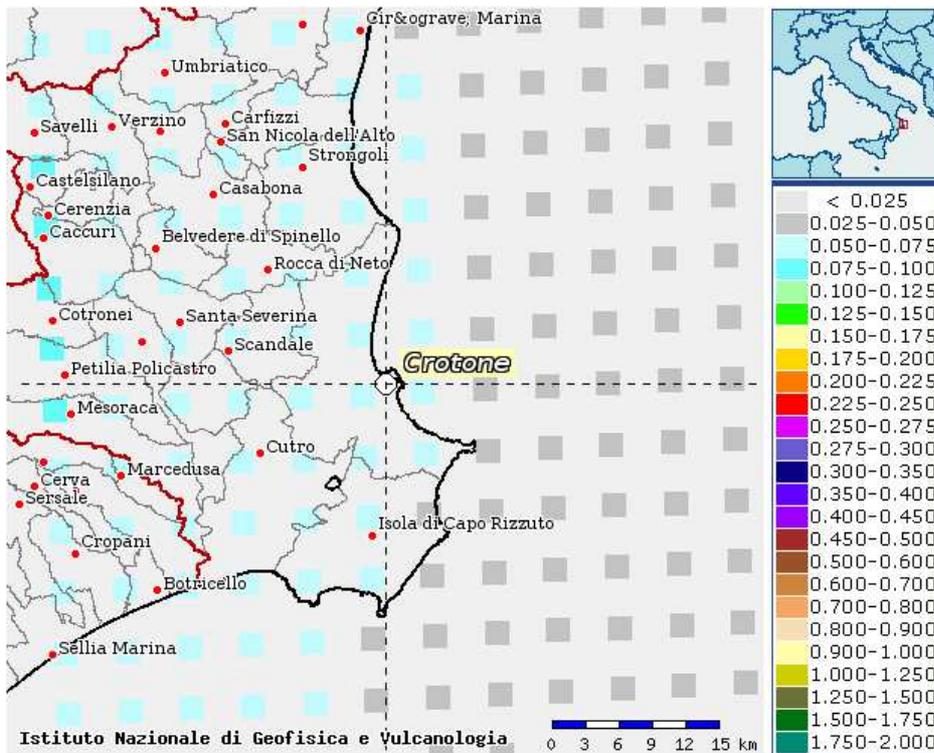


FIGURA 6: Valori espressi in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 63% in 50 anni, riferita a suoli rigidi ($V_s,30 > 800$ m/s) (Fonte: Progetto DPC - INGV - S1);

**MET. S. EUFEMIA-CROTONE DN 550 (22''), DP 70 bar
RIFACIMENTO ATTRAVERSAMENTO FIUME S. ANNA**

RELAZIONE SISMICA

N° Documento: 03049-PPL-RE-200-0032	Foglio 12 di 43	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-200-032
		00				

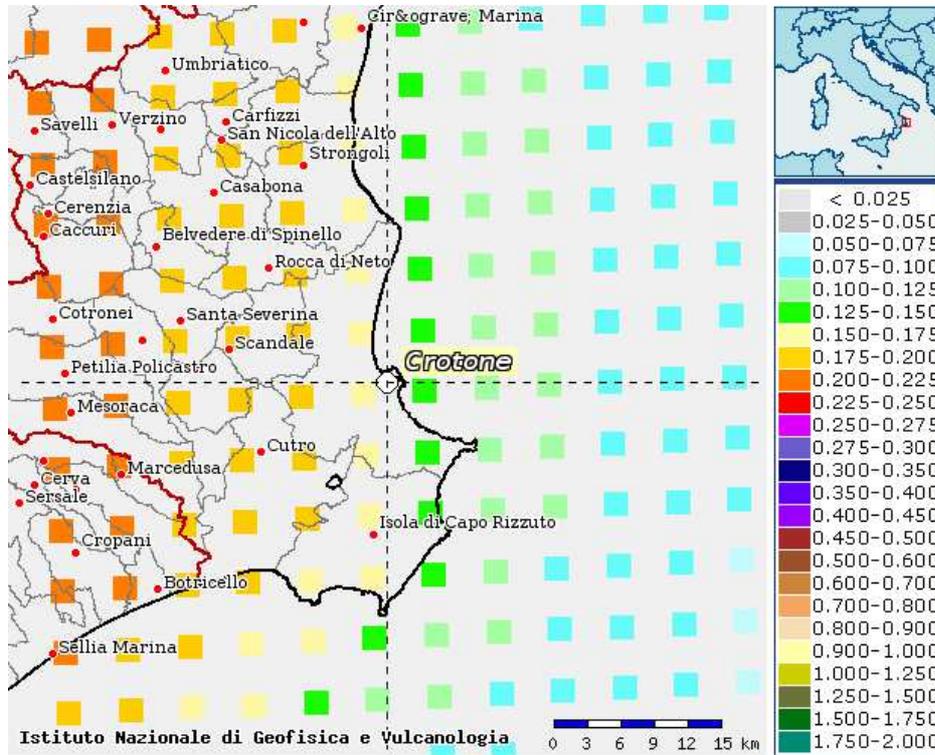


FIGURA 7: Valori espressi in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita a suoli rigidi ($V_{s,30} > 800$ m/s) (Fonte: Progetto DPC - INGV - S1);

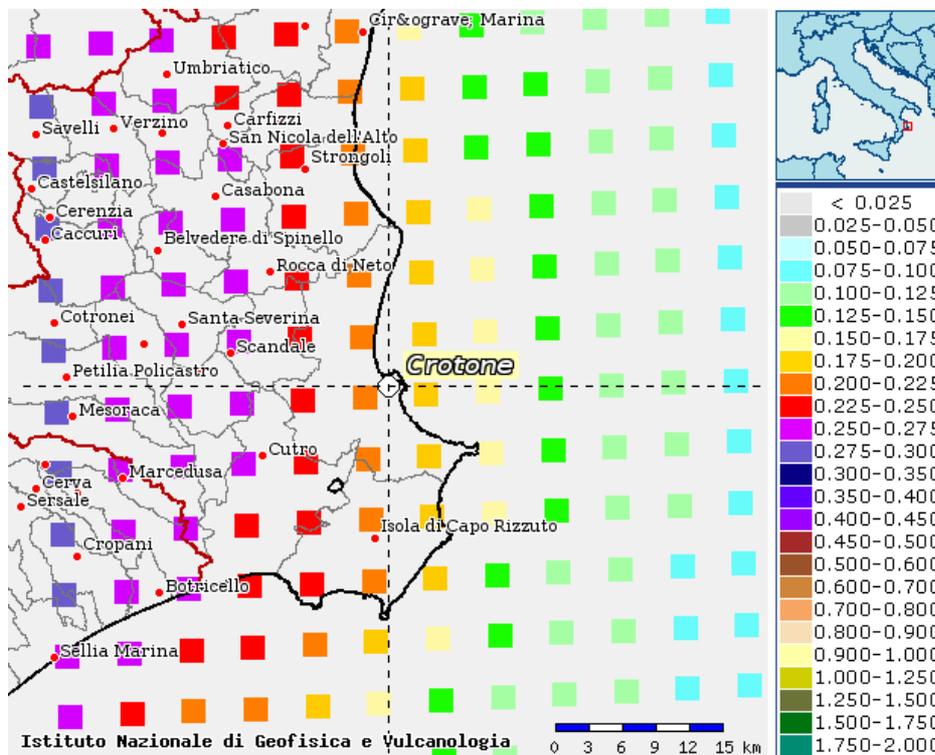


FIGURA 8: Valori espressi in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 5% in 50 anni, riferita a suoli rigidi ($V_{s,30} > 800$ m/s) (Fonte: Progetto DPC - INGV - S1);

MET. S. EUFEMIA-CROTONE DN 550 (22''), DP 70 bar					
RIFACIMENTO ATTRAVERSAMENTO FIUME S. ANNA					
RELAZIONE SISMICA					
N° Documento: 03049-PPL-RE-200-0032		Foglio 13 di 43		Rev.: 00	
				N° Documento Cliente: RE-200-032	

Si riportano di seguito i dati macrosismici storici relativi al Comune di Crotona:

Effetti	In occasione del terremoto del:				
I(MCS)	Data	Ax	Np	Io	Mw
6-7	1638 03 27 15:05	Calabria	213	11	7.03 ±0.12
8-9	1638 06 08 09:45	Crotonese	42	10	6.89 ±0.25
6-7	1744 03 21 20:00	Crotonese	29	8	5.74 ±0.44
6	1783 02 05 12:00	Calabria	356	11	7.02 ±0.08
7	1783 03 28 18:55	Calabria	323	11	6.98 ±0.08
8-9	1832 03 08 18:30	Crotonese	101	10	6.59 ±0.16
5	1836 04 25 00:20	Calabria settentrionale	46	9	6.20 ±0.25
3-4	1869 11 28	VIBO VALENTIA	21	5-6	4.66 ±0.34
NF	1887 12 03 03:45	Calabria settentrionale	142	8	5.49 ±0.14
3	1894 11 16 17:52	Calabria meridionale	303	9	6.07 ±0.10
6-7	1905 09 08 01:43	Calabria meridionale	895		7.04 ±0.16
NF	1907 10 23 20:28	Calabria meridionale	274	8-9	5.87 ±0.25
7	1908 12 28 04:20	Calabria meridionale-	800	11	7.10 ±0.15
5	1913 06 28 08:52	Calabria settentrionale	151	8	5.66 ±0.14
NF	1930 07 23 00:08	Irpinia	547	10	6.62 ±0.09
6	1932 01 02 23:36	CROTONESE	22	5	5.43 ±0.30
4	1947 05 11 06:32	Calabria centrale	254	8	5.70 ±0.13
4	1980 11 23 18:34	Irpinia-Basilicata	139	10	6.89 ±0.09
4	1988 04 13 21:28	Costa calabra	272	6-7	5.01 ±0.10
4-5	1990 01 24 04:45	Catanzarese	63	5	4.46 ±0.09
NF	1990 05 05 07:21	Potentino	137		5.80 ±0.09

TABELLA 1: Dati macrosismici su scala comunale (Fonte: INGV - DBMI11);

Le sigle in tabella sono relative a:

- I(MCS)** Intensità macrosismica espressa in scala MCS;
- Data** Data del terremoto;
- Ax** Area epicentrale, area geografica in cui sono stati riscontrati gli effetti maggiori de l terremoto;
- Np** Numero di punti, numero di osservazioni macrosismiche disponibili per il terremoto;
- Io** Intensità macrosismica epicentrale, da CPTI11, espressa in scala MCS;
- Mw** Magnitudo, momento da CPTI11.

**MET. S. EUFEMIA-CROTONE DN 550 (22"), DP 70 bar
RIFACIMENTO ATTRAVERSAMENTO FIUME S. ANNA**

RELAZIONE SISMICA

N° Documento:
03049-PPL-RE-200-0032

Foglio
14 di 43

Rev.:
00

N° Documento Cliente:
RE-200-032

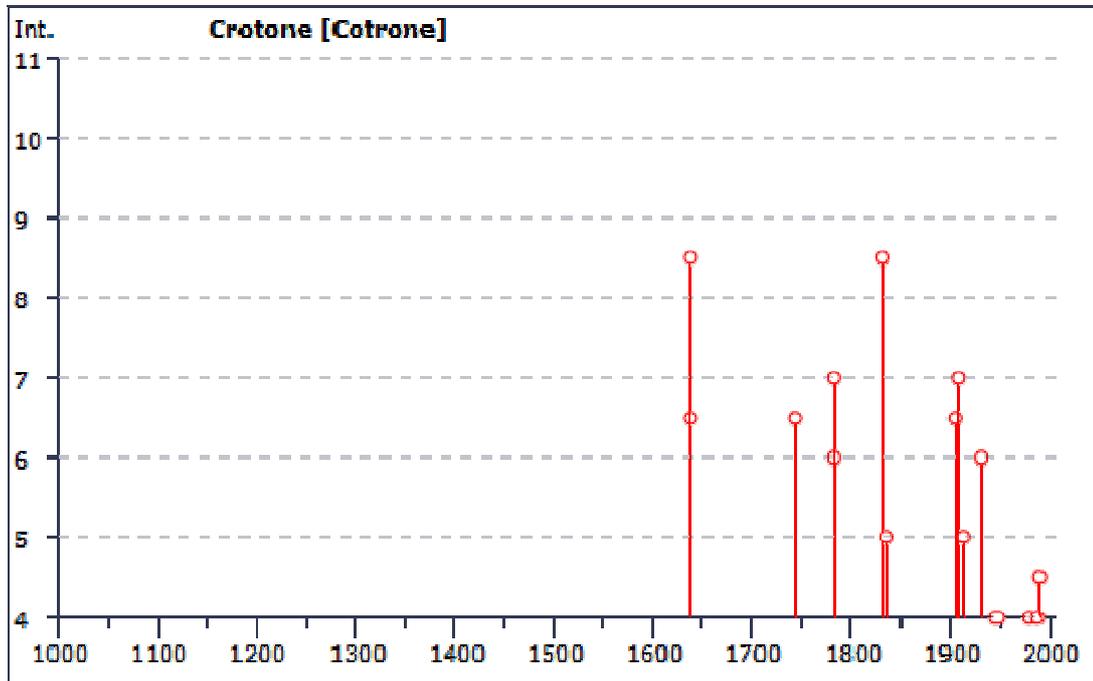


GRAFICO 1: Dati macrosismici su scala comunale (Fonte: INGV - DBMI11);

MET. S. EUFEMIA-CROTONE DN 550 (22"), DP 70 bar				
RIFACIMENTO ATTRAVERSAMENTO FIUME S. ANNA				
RELAZIONE SISMICA				
N° Documento: 03049-PPL-RE-200-0032	Foglio 15 di 43	Rev.: 00	N° Documento Cliente: RE-200-032	

Un ulteriore, ed importante dato, ci viene fornito dalla Zonazione Sismogenetica ZS9 (FIGURA 9). Secondo tale zonazione, la sismicità è distribuita, nel nostro paese, secondo 36 zone, a ciascuna delle quali è associata una magnitudo massima M_{wmax} .

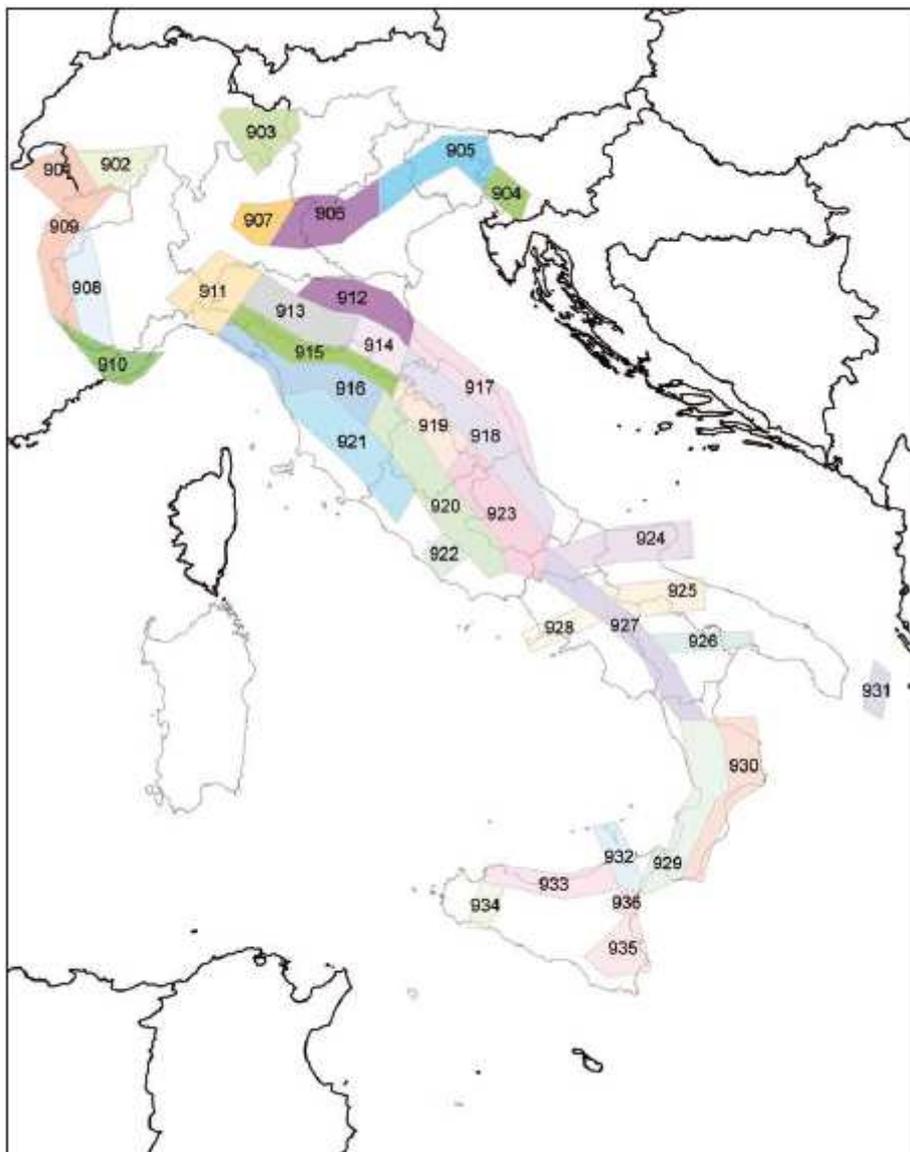


FIGURA 9: Zone sismogenetiche per la mappa di pericolosità sismica di base di riferimento (Fonte: ICMS - Gruppo di lavoro, 2004);

Il Comune di Crotone ricade interamente nella Zona Sismogenetica N°930 (Calabria Jonica), caratterizzata da un valore di M_{wmax} pari a 6,6.

MET. S. EUFEMIA-CROTONE DN 550 (22"), DP 70 bar									
RIFACIMENTO ATTRAVERSAMENTO FIUME S. ANNA									
RELAZIONE SISMICA									
N° Documento: 03049-PPL-RE-200-0032		Foglio 16 di 43		Rev.: 00				N° Documento Cliente: RE-200-032	

5 DATI GEOTECNICI E GEOFISICI

Le caratteristiche geotecniche e geofisiche dei terreni e rocce affioranti nel territorio comunale di Crotona sono state desunte dalle indagini eseguite, indagini pregresse raccolte ed archiviate unitamente agli altri dati raccolti (*carta geologica, note illustrative della carta geologica, dati scientifici e di rilevamento, dati dal redigendo PSC*). Tutti dati hanno permesso di definire il modello di sottosuolo generale.

	Terreni di copertura									
	R	h	h ₁	a ₁	a	g ₂	b _a	c	d ₁	b _b
Spessore (m)	≥3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stato di addensamento	Da poco consistente a consistente			-	-	Da sciolto a poco addensato		Da poco consistente a moderatamente consistente	Da sciolto a poco addensato	Da sciolto a moderatamente addensato
Resistenza all'erosione	Media		-	Bassa		-	Media	Bassa	Variabile	
Permeabilità	Bassa		-	Elevata				Bassa	Elevata	
Vs (m/s)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Vp (m/s)	300 800		-	-	-	600 1800	400 1500	-	200 1000	400 2000
Peso unità di volume (KN/m³)	-	-	-	-	-	16-20	18-22	-	-	17-20
	b_n	g_n	NEL	UIC	SVX	NNA_a	NNA_b	KCR	ASD	
Spessore (m)	5 - 6	2	-	3 - 9	-	3	4 - 17	400 - 500	-	
Stato di addensamento	Da sciolto a moderatamente addensato	Da sciolto a moderatamente addensato	Da sciolto a poco addensato	Da poco addensato ad addensato	Da sciolto a moderatamente addensato	Da poco addensato ad addensato		Da poco consistente e a molto consistente	-	
Resistenza all'erosione	Variabile							Bassa	-	
Permeabilità	Elevata							Bassa	-	
Vs (m/s)	-	-	-	-	-	200 400	500 700	>300	-	
Vp (m/s)	400 2000	-	200 1000	-	-	800 1200	1500 2000	1500 2000	-	
Peso unità di volume (KN/m³)	17-20	18-21	16-20	16-21			>17	-		

TABELLA 2: Tabella di sintesi dei principali parametri geotecnici e geofisici medi (i valori sono da ritenersi puramente indicativi e quali termini di confronto relativo tra le diverse litologie. Restano necessari indagini, prove e studi specifici sui siti d'interesse);

MET. S. EUFEMIA-CROTONE DN 550 (22''), DP 70 bar						
RIFACIMENTO ATTRAVERSAMENTO FIUME S. ANNA						
RELAZIONE SISMICA						
N° Documento: 03049-PPL-RE-200-0032	Foglio 17 di 43	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-200-032
		00				

6 MODELLO DEL SOTTOSUOLO

Di seguito viene rappresentato lo schema dei rapporti stratigrafici a rappresentazione del modello geologico generale del sottosuolo (*Fonte: Carta Geologica d'Italia Foglio 571 – Progetto CARG*):

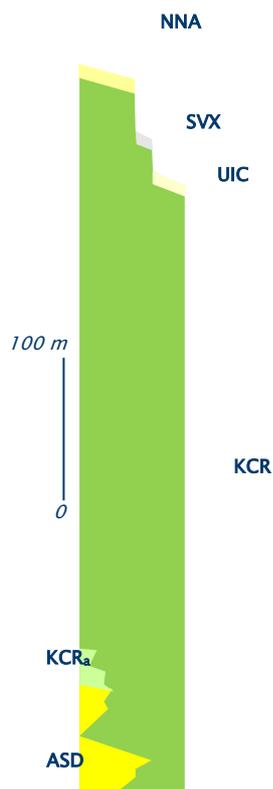


FIGURA 10: Schema dei rapporti stratigrafici (*Fonte: Carta Geologica d'Italia Foglio 571 – Progetto CARG*);

6.1 Carta Geologico Tecnica per la Microzonazione Sismica

La Carta Geologico - Tecnica è stata predisposta riportando tutte le informazioni di base disponibili, reperite da:

1. **Carta Geologica d'Italia Foglio 571** scala 1:50000 e dalle **note illustrative** a corredo della stessa, redatte nell'ambito del **Progetto CARG**;
2. **Carta Geologica della Calabria Foglio 238 III SE** scala 1: 25000 (1958 – 62) e dalle **note illustrative** a corredo della stessa;
3. **Materiale bibliografico e pubblicazioni scientifiche**;
4. **Rilievi speditivi** eseguiti nell'ambito di questo studio ed alle **indagini pregresse** raccolte ed archiviate;
5. Informazioni tratte dal redigendo **Piano Strutturale Comunale – Componente geologica** (*Fonte: Palmieri F., 2015*).

La scala di rilevamento e di rappresentazione è di 1:10.000.

MET. S. EUFEMIA-CROTONE DN 550 (22"), DP 70 bar					
RIFACIMENTO ATTRAVERSAMENTO FIUME S. ANNA					
RELAZIONE SISMICA					
N° Documento: 03049-PPL-RE-200-0032		Foglio 18 di 43		Rev.: 00	
				N° Documento Cliente: RE-200-032	

Per i terreni di copertura, è stato considerato uno spessore minimo di 3 m.

Le informazioni sulle varie tipologie litotecniche dei terreni di copertura, sono state organizzate e predisposte in una legenda, nella quale sono stati riportati i simboli per i tipi di terreni.

Di seguito si riporta la descrizione di tutte le unità litologiche:

RI: Terreni contenenti resti di attività antropica, abbancamenti di terreno argilloso, limoso sabbioso, discariche. Da poco consistente a consistente. Spessore maggiore od uguale a 3 m;

SWsp: Sabbie quarzose da medie a molto grossolane, localmente con elementi ghiaiosi. Da sciolto a poco addensato;

GWes: Ghiaie e sabbie. Lo spessore è di pochi metri. Da sciolto a poco addensato;

CLec: Limi argilloso - sabbiosi. Da poco consistenti a moderatamente consistenti;

SPde: Sabbie con granulometria poco assortita, Da sciolto a poco addensato;

SMpi: Depositi ghiaiosi, sabbiosi e limosi con frequenti blocchi. Da sciolto a moderatamente addensato.
Lo spessore è dell'ordine di qualche metro;

SWtf: Sabbie non cementate di colore marrone e rossiccio, a grana da media a grossolana, con abbondante matrice e con rari livelli conglomeratici a clasti di dimensioni al massimo di 2 – 3 cm. Lo spessore arriva a 5 - 6 m. Da sciolto a moderatamente addensato;

GWsp: Conglomerati e sabbie spesse fino a 2 m. Da sciolto a moderatamente addensato;

SPdc: Sabbie da giallastre a rossastre, talora brune, a grana medio grossolana ben selezionate. Spessore di qualche metro. Da sciolto a poco addensato;

SWtm: Arenarie, calcareniti, calcari, depositi continentali, ghiaie, argille e sabbie con livelli ghiaiosi, Spessore variabile da 3 a 16,5 m. Da poco addensato ad addensato;

GWzz: Depositi ghiaiosi e sabbiosi. Spessore metrico. Da sciolto a moderatamente addensato;

CLzz: Argille, argille marnose e siltiti, da grigie a brune. Spessore maggiore di 400 m. Da poco consistenti a molto consistenti;

Dalla sovrapposizione dei dati vettorializzati relativi alla cartografia PAI e dal progetto IFFI, sono state riconosciute in un intorno significativo al sito in esame, le instabilità di versante di seguito riportate, comunque non direttamente interessate dalle opere in progetto e in dismissione:

MET. S. EUFEMIA-CROTONE DN 550 (22"), DP 70 bar					
RIFACIMENTO ATTRAVERSAMENTO FIUME S. ANNA					
RELAZIONE SISMICA					
N° Documento: 03049-PPL-RE-200-0032	Foglio di 19 di 43	Rev.:			N° Documento Cliente: RE-200-032
		00			

Tipologia	Quantità	Stato di attività		
		Attiva	Quiescente	Non definito
<i>Crollo/Ribaltamento</i>	-	-	-	-
<i>Scorrimento</i>	5	1	4	-
<i>Colata</i>	1	1	-	-
<i>Complessa</i>	1	-	1	-
<i>Non definito</i>	15	3	7	5

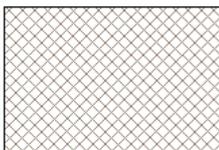
TABELLA 3: Dati relativi alle frane (Fonte: PAI ed IFFI);

Oltre quanto reperito dai progetti menzionati, per le instabilità di versante, si è fatto riferimento a quanto contenuto nel redigendo Piano Strutturale Comunale. Nel suddetto Piano, diverse aree sono state mappate come “detrito di frana” (Fonte: Palmieri F., 2015). Le stesse sono state considerate nel presente studio quali aree soggette a fenomeni gravitativi dal cinematismo e stato di attività non definito.

6.2 Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica

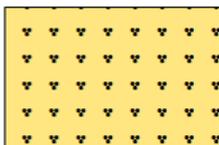
Di seguito si riporta la descrizione di tutte le zone individuate, e per ognuna di queste, lo schema dei rapporti litostratigrafici associato:

ZONA 1 - 2001



RI: Terreni contenenti resti di attività antropica, abbancamenti di terreno argilloso, limoso sabbioso, discariche. Da poco consistente a consistente. Spessore maggiore od uguale a 3 m;

ZONA 2 - 2002



SWsp: Sabbie quarzose da medie a molto grossolane, localmente con elementi ghiaiosi. Da sciolto a poco addensato;

**MET. S. EUFEMIA-CROTONE DN 550 (22"), DP 70 bar
RIFACIMENTO ATTRAVERSAMENTO FIUME S. ANNA**

RELAZIONE SISMICA

N° Documento:

03049-PPL-RE-200-0032

Foglio

20 di 43

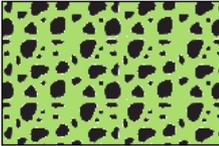
Rev.:

00

N° Documento Cliente:

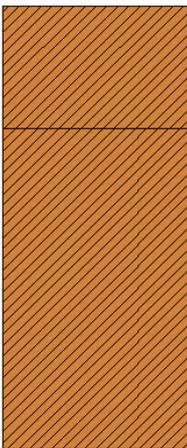
RE-200-032

ZONA 3 – 2003



GWes: Ghiaie e sabbie. Lo spessore è di pochi metri. Da sciolto a poco addensato;

ZONA 4 – 2004



CLec: Limi argilloso - sabbiosi. Da poco consistenti a moderatamente consistenti;

CLzz: Argille, argille marnose e siltiti, da grigie a brune. Spessore maggiore di 400 m. Da poco consistenti a molto consistenti;

ZONA 5 – 2005

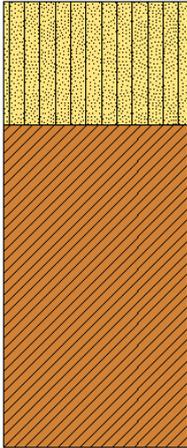


SPde: Sabbie con granulometria poco assortita, Da sciolto a poco addensato;

CLzz: Argille, argille marnose e siltiti, da grigie a brune. Spessore maggiore di 400 m. Da poco consistenti a molto consistenti;

MET. S. EUFEMIA-CROTONE DN 550 (22"), DP 70 bar						
RIFACIMENTO ATTRAVERSAMENTO FIUME S. ANNA						
RELAZIONE SISMICA						
N° Documento: 03049-PPL-RE-200-0032	Foglio di 21 43		Rev.:			N° Documento Cliente: RE-200-032
			00			

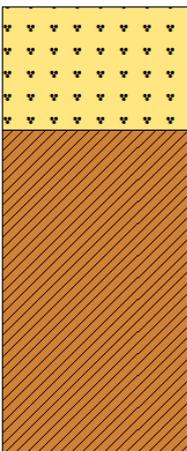
ZONA 6 – 2006



SMpi: Depositi ghiaiosi, sabbiosi e limosi con frequenti blocchi. Da sciolto a moderatamente addensato. Lo spessore è dell'ordine di qualche metro;

CLzz: Argille, argille marnose e siltiti, da grigie a brune. Spessore maggiore di 400 m. Da poco consistenti a molto consistenti;

ZONA 7 – 2007

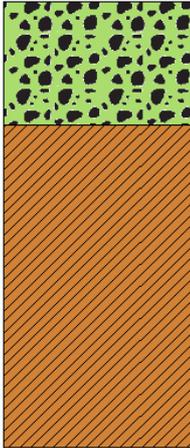


SWtf: Sabbie non cementate di colore marrone e rossiccio, a grana da media a grossolana, con abbondante matrice e con rari livelli conglomeratici a clasti di dimensioni al massimo di 2 - 3 cm. Lo spessore arriva a 5 - 6 m. Da sciolto a moderatamente addensato;

CLzz: Argille, argille marnose e siltiti, da grigie a brune. Spessore maggiore di 400 m. Da poco consistenti a molto consistenti;

MET. S. EUFEMIA-CROTONE DN 550 (22"), DP 70 bar						
RIFACIMENTO ATTRAVERSAMENTO FIUME S. ANNA						
RELAZIONE SISMICA						
N° Documento: 03049-PPL-RE-200-0032	Foglio 22 di 43	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-200-032
		00				

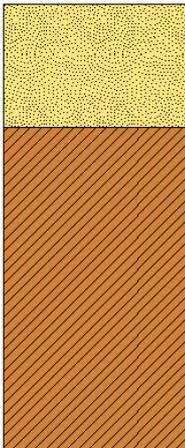
ZONA 8 – 2008



GWsp: Conglomerati e sabbie spesse fino a 2 m. Da sciolto a moderatamente addensato;

CLzz: Argille, argille marnose e siltiti, da grigie a brune. Spessore maggiore di 400 m. Da poco consistenti a molto consistenti;

ZONA 9 – 2009

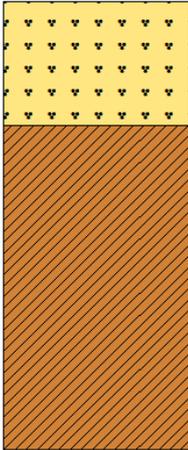


SPdc: Sabbie da giallastre a rossastre, talora brune, a grana medio grossolana ben selezionate. Spessore di qualche metro. Da sciolto a poco addensato;

CLzz: Argille, argille marnose e siltiti, da grigie a brune. Spessore maggiore di 400 m. Da poco consistenti a molto consistenti;

MET. S. EUFEMIA-CROTONE DN 550 (22"), DP 70 bar						
RIFACIMENTO ATTRAVERSAMENTO FIUME S. ANNA						
RELAZIONE SISMICA						
N° Documento: 03049-PPL-RE-200-0032	Foglio di 23 43		Rev.:			N° Documento Cliente: RE-200-032
			00			

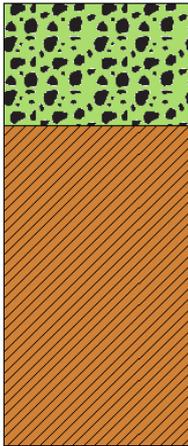
ZONA 10 – 2010



CLzz: Argille, argille marnose e siltiti, da grigie a brune. Spessore maggiore di 400 m. Da poco consistenti a molto consistenti;

SWtm: Arenarie, calcareniti, calcari, depositi continentali, ghiaie, argille e sabbie con livelli ghiaiosi, Spessore variabile da 3 a 16,5 m. Da poco addensato ad addensato;

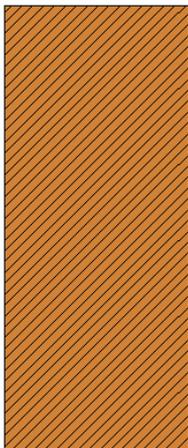
ZONA 11 – 2011



CLzz: Argille, argille marnose e siltiti, da grigie a brune. Spessore maggiore di 400 m. Da poco consistenti a molto consistenti;

GWzz: Depositi ghiaiosi e sabbiosi. Spessore metrico. Da sciolto a moderatamente addensato;

ZONA 12 – 2012



CLzz: Argille, argille marnose e siltiti, da grigie a brune. Spessore maggiore di 400 m. Da poco consistenti a molto consistenti;

MET. S. EUFEMIA-CROTONE DN 550 (22''), DP 70 bar			
RIFACIMENTO ATTRAVERSAMENTO FIUME S. ANNA			
RELAZIONE SISMICA			
N° Documento: 03049-PPL-RE-200-0032	Foglio 24 di 43	Rev.: 00	N° Documento Cliente: RE-200-032

7 CLASSIFICAZIONE SISMICA DELL'AREA - D.M. 17/1/18

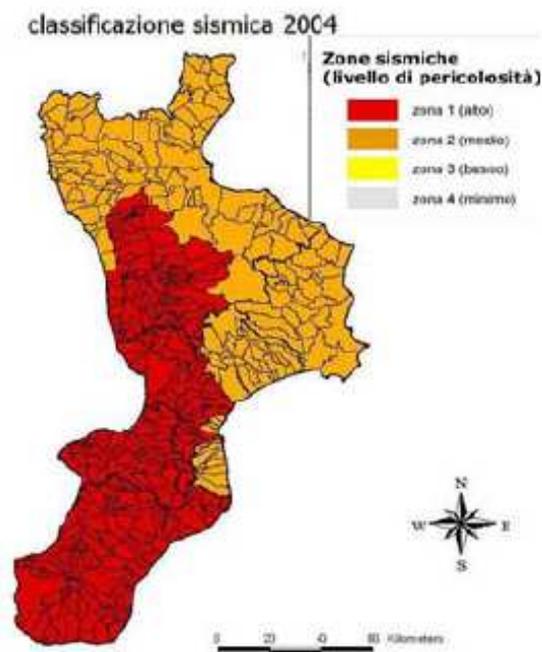
L'opera in progetto ai sensi dell'art.2.4.2 del D.M. 17.01.2018 appartenente alla classe d'uso II.

Ai sensi del D.M. 17 gennaio 2018 la pericolosità sismica, intesa come "accelerazione massima attesa ag su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (cat. A – $V_{s,eq} > 800$ m/s)", viene definita funzione del sito e non più in relazione alla zona sismica del comune cui appartiene l'area oggetto dell'intervento.

7.1 Macro Zonazione Sismica

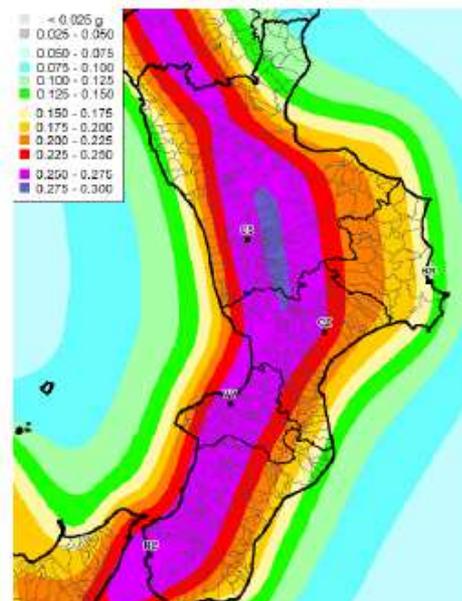
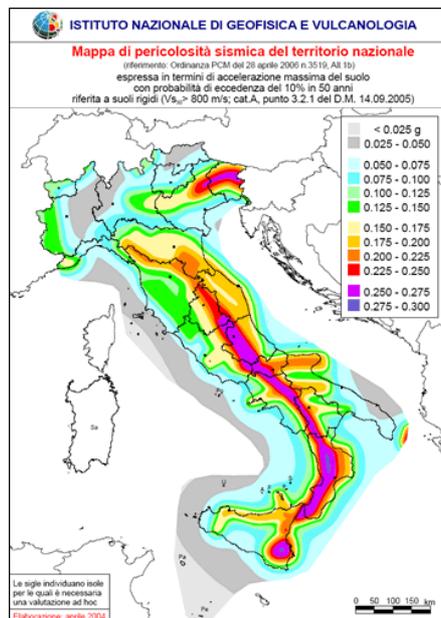
L'area in esame, ricade nel Comune di Crotona:

- viene classificata come area di 2° cat., ai sensi della legge n.1684 del 25.11.1962 e successive modifiche ed integrazioni.
- Secondo il D.M. LL.PP. del 14/01/1996 il territorio comunale era classificato con $S = 9$, con un coefficiente di intensità sismica $C = (S-2)/100 = 0.07$.
- secondo la nuova classificazione in ottemperanza all'Ordinanza P.C.M. 3274 del 20/03/2003, il territorio era classificato zona "2", con accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni = 0.15-0.25g nonché accelerazione di ancoraggio dello spettro di risposta elastica = 0.25 g



MET. S. EUFEMIA-CROTONE DN 550 (22''), DP 70 bar			
RIFACIMENTO ATTRAVERSAMENTO FIUME S. ANNA			
RELAZIONE SISMICA			
N° Documento: 03049-PPL-RE-200-0032	Foglio 25 di 43	Rev.: 00	N° Documento Cliente: RE-200-032

- secondo l'Ordinanza PCM del 287 aprile 2006 n. 3519, all. B, che suddivide il territorio in classi di accelerazioni massima attesa, per il territorio di Crotona si ha un valore di accelerazione massima al suolo oscillante tra 0.20 e 0.30 g



Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008 e i successivi aggiornamenti delle Norme Tecniche per le Costruzioni D.M 17.01.2018 la stima della pericolosità sismica viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente".

L'azione sismica di progetto in base alla quale valutare il rispetto dei diversi *stati limite* presi in considerazione viene definita partendo dalla "pericolosità di base" del sito di costruzione, che è l'elemento essenziale di conoscenza per la determinazione dell'azione sismica.

7.2 D.M. 17/01/2018

La stima dei parametri spettrali necessari per la definizione dell'azione sismica di progetto, quindi, deve essere eseguita direttamente per il sito in esame, sulla base delle informazioni disponibili nel reticolo di riferimento riportato nella tabella 1 nell'allegato B del D.M. 17 gennaio 2018.

Tale reticolo è costituito da 10.751 nodi (distanziati di non più di 10 km) e copre l'intero territorio nazionale

Per ciascuno dei nodi (e per 9 differenti valori del periodo di ritorno - da 30 anni a 2.475 anni) sono forniti i valori dei parametri a_g (espresso in $g/10$), F_0 (adimensionale) e T^*_c (espresso in secondi) necessari per la definizione dell'azione sismica.

Una volta individuate le coordinate del sito oggetto d'intervento, il calcolo di ciascuno dei relativi parametri spettrali su indicati può essere effettuato attraverso la media pesata dei

MET. S. EUFEMIA-CROTONE DN 550 (22"), DP 70 bar					
RIFACIMENTO ATTRAVERSAMENTO FIUME S. ANNA					
RELAZIONE SISMICA					
N° Documento: 03049-PPL-RE-200-0032		Foglio 26 di 43		Rev.: 00	
				N° Documento Cliente: RE-200-032	

corrispondenti valori nei 4 punti della griglia di accelerazioni che circondano il sito in esame secondo la seguente formula:

$$p = \frac{\sum_{i=1}^4 \frac{p_i}{d_i}}{\sum_{i=1}^4 \frac{1}{d_i}}$$

dove:

- p è il parametro di interesse nel punto in esame;
- p_i è il valore del parametro di interesse nell'i-esimo punto della maglia elementare contenente il punto in esame;
- d_i è la distanza del punto in esame dall'i-esimo punto della maglia suddetta.

Se il tempo di ritorno considerato non coincide con nessuno dei 9 tempi di ritorno forniti in tabella, per ricavare il valore del parametro di interesse sarà necessario effettuare un'ulteriore interpolazione (tra i valori dei parametri corrispondenti ai due tempi di ritorno che comprendono quello di calcolo) con la formula seguente:

$$\log(p) = \log(p_1) + \log\left(\frac{p_2}{p_1}\right) \times \log\left(\frac{T_R}{T_{R1}}\right) \times \left[\log\left(\frac{T_{R2}}{T_{R1}}\right)\right]^{-1}$$

dove:

- p è il valore del parametro di interesse corrispondente al periodo di ritorno TR considerato
- TR1 e TR2 sono i valori del tempo di ritorno più prossimi a TR per i quali si dispone dei valori di p1 e p2

Nel caso in esame i valori dei parametri utilizzati sono riportati nella seguente tabella:

MET. S. EUFEMIA-CROTONE DN 550 (22"), DP 70 bar				
RIFACIMENTO ATTRAVERSAMENTO FIUME S. ANNA				
RELAZIONE SISMICA				
N° Documento:	Foglio	Rev.:	N° Documento Cliente:	
03049-PPL-RE-200-0032	27 di 43	00	RE-200-032	

The screenshot displays a software interface for seismic analysis. On the left, there is a map showing a location with a red pin. The central panel, titled 'Stati limite', contains a table with columns for 'Stato Limite', 'Tr [anni]', 'a_g [g]', 'Fo', and 'Tc [s]'. The table lists values for Operatività (SLO), Danno (SLD), Salvaguardia vita (SLV), and Prevenzione collasso (SLC). The right panel, titled 'Coefficienti sismici', includes a dropdown for 'Tipo' (Fronti di scavo e rilevati), a checkbox for 'Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti', and several tables for 'SS Amplificazione stratigrafica', 'CC Coeff. funz. categoria', and 'ST Amplificazione topografica'. A checkbox for 'Acc.ne massima attesa al sito [m/s²]' is also present.

7.3 Categorie di sottosuolo

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi. In assenza di tali analisi, per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento (Tab. 3.2.II).

Tab. 3.2.II – Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
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	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.
D	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.
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.

Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione (Tab. 3.2.II e Tab. 3.2.V):

MET. S. EUFEMIA-CROTONE DN 550 (22"), DP 70 bar					
RIFACIMENTO ATTRAVERSAMENTO FIUME S. ANNA					
RELAZIONE SISMICA					
N° Documento: 03049-PPL-RE-200-0032		Foglio 28 di 43		Rev.: 00	
				N° Documento Cliente: RE-200-032	

Tab. 3.2.III – *Categorie topografiche*

Categoria	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 $i > 30^\circ$

Tab. 3.2.V – *Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T*

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media minore o uguale a 30°	1,2
T4	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di 30°	1,4

In particolare in riferimento alle opere in progetto possiamo assumere:

- **Categoria di Sottosuolo: C**
- **Categoria Topografica: T1**

7.4 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 Tab. 3.2.IV, nelle quali g è l'accelerazione di gravità ed il tempo è espresso in secondi.

Tab. 3.2.IV – *Espressioni di S_s e di C_c*

Categoria sottosuolo	S_s	C_c
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_E}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_E}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_E}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_E}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

MET. S. EUFEMIA-CROTONE DN 550 (22"), DP 70 bar					
RIFACIMENTO ATTRAVERSAMENTO FIUME S. ANNA					
RELAZIONE SISMICA					
N° Documento: 03049-PPL-RE-200-0032	Foglio 29	di 43	Rev.: 00		N° Documento Cliente: RE-200-032

7.5 Parametri sismici

Tipo di elaborazione: Fronti di scavo e rilevati

Sito in esame.

latitudine: 39,047913
longitudine: 17,08609
Classe: 4
Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 41014 Lat: 39,0282 Lon: 17,0259 Distanza: 5643,903
Sito 2 ID: 41015 Lat: 39,0261 Lon: 17,0901 Distanza: 2454,868
Sito 3 ID: 40793 Lat: 39,0760 Lon: 17,0928 Distanza: 3179,070
Sito 4 ID: 40792 Lat: 39,0781 Lon: 17,0286 Distanza: 5992,609

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C
Categoria topografica: T1
Periodo di riferimento: 100anni
Coefficiente cu: 2

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %
Tr: 60 [anni]
ag: 0,064 g
Fo: 2,355
Tc*: 0,316 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %
Tr: 101 [anni]
ag: 0,083 g
Fo: 2,385
Tc*: 0,332 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %
Tr: 949 [anni]
ag: 0,225 g
Fo: 2,440

MET. S. EUFEMIA-CROTONE DN 550 (22"), DP 70 bar
RIFACIMENTO ATTRAVERSAMENTO FIUME S. ANNA

RELAZIONE SISMICA

N° Documento: 03049-PPL-RE-200-0032	Foglio 30 di 43	Rev.: 00			N° Documento Cliente: RE-200-032
--	--------------------	-------------	--	--	-------------------------------------

Tc*: 0,375 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %

Tr: 1950 [anni]

ag: 0,294 g

Fo: 2,479

Tc*: 0,387 [s]

Coefficienti Sismici Fronti di scavo e rilevati

SLO:

Ss: 1,500

Cc: 1,540

St: 1,000

Kh: 0,000

Kv: 0,000

Amax: 0,937

Beta: 0,000

SLD:

Ss: 1,500

Cc: 1,510

St: 1,000

Kh: 0,058

Kv: 0,029

Amax: 1,218

Beta: 0,470

SLV:

Ss: 1,370

Cc: 1,450

St: 1,000

Kh: 0,117

Kv: 0,059

Amax: 3,020

Beta: 0,380

SLC:

Ss: 1,260

Cc: 1,440

St: 1,000

Kh: 0,000

Kv: 0,000

Amax: 3,633

MET. S. EUFEMIA-CROTONE DN 550 (22"), DP 70 bar						
RIFACIMENTO ATTRAVERSAMENTO FIUME S. ANNA						
RELAZIONE SISMICA						
N° Documento: 03049-PPL-RE-200-0032	Foglio 31	di 43	Rev.: 00			N° Documento Cliente: RE-200-032

Beta: 0,000

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50

Geostru

Coordinate WGS84

latitudine: 39.046897

longitudine: 17.085303

MET. S. EUFEMIA-CROTONE DN 550 (22"), DP 70 bar					
RIFACIMENTO ATTRAVERSAMENTO FIUME S. ANNA					
RELAZIONE SISMICA					
N° Documento: 03049-PPL-RE-200-0032		Foglio 32 di 43		Rev.: 00	
				N° Documento Cliente: RE-200-032	

8 VALUTAZIONE DEL VS, EQ.

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;
- **Vs,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 VS30, ottenuto ponendo H=30 m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Il valore della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio ($V_{s,eq}$), ottenuto dal Modello Medio dell'elaborazione dei dati acquisiti attraverso la base sismica, è risultato essere in riferimento al piano campagna:

$V_{s,eq} = (0.00 - 30.00) = 261$ m/s	<u>[MASW 01]</u>
$V_{s,eq} = (0.00 - 30.00) = 310$ m/s	<u>[MASW 02]</u>
$V_{s,eq} = (0.00 - 30.00) = 256$ m/s	<u>[MASW 03]</u>
$V_{s,eq} = (0.00 - 30.00) = 277$ m/s	<u>[MASW 04]</u>
$V_{s,eq} = (0.00 - 30.00) = 224$ m/s	<u>[MASW 05]</u>
$V_{s,eq} = (0.00 - 30.00) = 311$ m/s	<u>[MASW 06]</u>

Valore riferito al piano campagna. Per una più esaustiva comprensione dell'aspetto si rimanda alla lettura dell'elaborato tecnico "Relazione sulle indagini" (Doc. n. RE-000-033).

MET. S. EUFEMIA-CROTONE DN 550 (22''), DP 70 bar					
RIFACIMENTO ATTRAVERSAMENTO FIUME S. ANNA					
RELAZIONE SISMICA					
N° Documento:	Foglio	Rev.:			N° Documento Cliente:
03049-PPL-RE-200-0032	33 di 43	00			RE-200-032

9 SORGENTI SISMOGENETICHE – PROGETTO/DATABASE DISS

Secondo il database dell'INGV, l'area oggetto di studio interessa il margine occidentale della sorgente sismogenetica composta ITCS019 denominata Crotone-Rossano (vedi Figura sottostante), le cui caratteristiche sono illustrate nella successiva Tabella. Al suo interno sono presenti alcune sorgenti sismogenetiche individuali, che non vengono attraversate dal metanodotto.

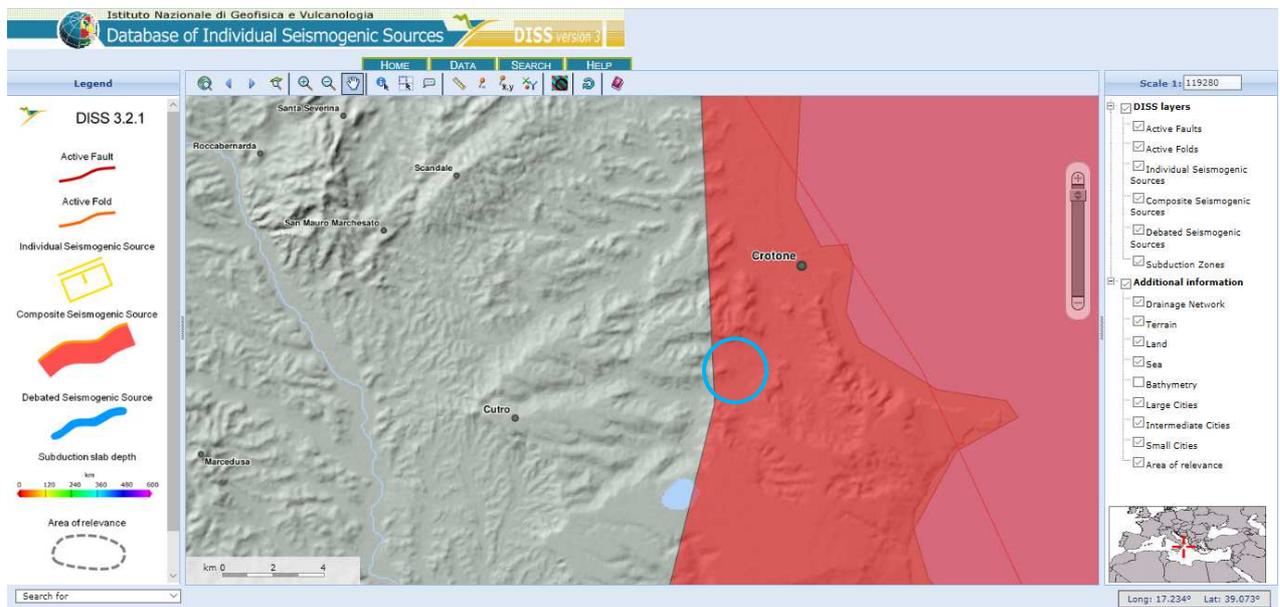


FIGURA11: Sorgenti sismogenetiche. Il cerchio blu indica l'area in esame.

**MET. S. EUFEMIA-CROTONE DN 550 (22"), DP 70 bar
RIFACIMENTO ATTRAVERSAMENTO FIUME S. ANNA**

RELAZIONE SISMICA

N° Documento: 03049-PPL-RE-200-0032	Foglio di 34 di 43	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-200-032
		00				

GENERAL INFORMATION

DISS-ID	ITCS019
Name	Crotone-Rossano
Compiler(s)	Basili R.(1), Burrato P.(1), Tiberti M.M.(1), Vannoli P.(1)
Contributor(s)	Basili R.(1), Burrato P.(1), Tiberti M.M.(1), Vannoli P.(1), Fracassi U.(1), Valensise G.(1)
Affiliation(s)	1) Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia; Sismologia e Tettonofisica; Via di Vigna Murata, 605, 00143 Roma, Italy
Created	17-May-2012
Updated	08-Oct-2013

Display map ...



Related sources

PARAMETRIC INFORMATION

PARAMETER		QUALITY	EVIDENCE
Min depth [km]	3.0	EJ	Inferred from regional tectonic considerations.
Max depth [km]	12.0	EJ	Inferred from regional tectonic considerations.
Strike [deg] min... max	145...205	EJ	Inferred from regional geological data.
Dip [deg] min... max	20...40	EJ	Inferred from regional geological data.
Rake [deg] min... max	80...100	EJ	Inferred from regional geological data.
Slip Rate [mm/y] min... max	0.1...0.5	EJ	Unknown, values assumed from geodynamic constraints.
Max Magnitude [Mw]	6.5	OD	Based on the strongest earthquake occurred in the region.

LD=LITERATURE DATA; OD=ORIGINAL DATA; ER=EMPIRICAL RELATIONSHIP; AR=ANALYTICAL RELATIONSHIP; EJ=EXPERT JUDGEMENT;

L'arco calabro, in cui ricadono le opere in progetto, è uno stretto segmento della catena montuosa tra il Mar Tirreno (a E) e il Mar Ionio (a O). Si estende per 200 km tra l'Appennino meridionale (a nord) e la Sicilia (a sud-ovest). L'arco calabro si è formato come conseguenza della subduzione della crosta oceanica sotto il margine meridionale della piastra europea. Il nucleo dell'Arco calabro stesso è un residuo di quel margine che include unità cristalline. Anche unità sedimentarie provenienti dal margine settentrionale della placca africana furono progressivamente incorporate durante il processo di subduzione e contribuirono a formare l'attuale arco calabro.

MET. S. EUFEMIA-CROTONE DN 550 (22''), DP 70 bar					
RIFACIMENTO ATTRAVERSAMENTO FIUME S. ANNA					
RELAZIONE SISMICA					
N° Documento: 03049-PPL-RE-200-0032	Foglio 35	di 43	Rev.: 00		N° Documento Cliente: RE-200-032

La subduzione della crosta oceanica sembra essere ancora attiva solo in una porzione ristretta dell'arco calabrese, vicino alla sua estremità sud-occidentale, tra lo stretto di Catanzaro e lo stretto di Messina. I profili sismici attraverso il Mar Ionio evidenziano la struttura di spinta del margine orientale dell'Arco calabro e del cuneo sommerso sommerso che si estende nel Mar Ionio per circa 170 km. Al contrario, la maggior parte della parte emersa dell'arco calabro è dominata dalla tettonica distensiva

I dati di velocità GPS mostrano una convergenza Europa - Africa di 3-5 mm / anno attraverso la fossa dell'arco calabro (D'Agostino e Selvaggi, 2004; Devoti et al., 2008). I dati GPS mostrano anche l'estensione in tutta la Calabria a circa 3 mm / a (Serpelloni et al., 2005). La Calabria è inoltre caratterizzata dai più alti tassi di rialzo in Italia (oltre 1 mm / a; Bordoni e Valensise, 1998; Ferranti et al., 2006). La sismicità della Calabria risulta essere sia superficiale che profonda. I dati di sismicità e tomografia profonda descrivono un cuneo di subduzione ben sviluppato fino a una profondità di 500 km. La sismicità superficiale è principalmente estensiva (Vannucci et al., 2004).

Questa sorgente si trova dunque su una delle principali spinte sul lato orientale dell'Arco Calabro. La posizione corrisponde a quella parte dell'arco calabro in cui la copertura sedimentaria del margine continentale africano è stata incastrata nella catena e spinta verso la catena.

L'8 marzo 1832 si verificò un terremoto $M = 6,5$ all'estremità sud-occidentale di questa fonte. La geometria della fonte è dedotta da dati geologici regionali, principalmente profili sismici (Van Dijk et al., 2000; Finetti, 2005). Tale terremoto può essere considerato come massimo evento registrabile per questa sorgente sismogenetica.

MET. S. EUFEMIA-CROTONE DN 550 (22''), DP 70 bar						
RIFACIMENTO ATTRAVERSAMENTO FIUME S. ANNA						
RELAZIONE SISMICA						
N° Documento: 03049-PPL-RE-200-0032	Foglio di 36 di 43	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-200-032
		00				

10 CARATTERISTICHE DELLE FAGLIE ATTIVE – PROGETTO ITHACA

Dalla consultazione del database del progetto ITHACA (ITaly HAZard from Capable faults) del Servizio Geologico d'Italia-ISPRA, risulta che nel territorio interessato dalle opere in progetto non sono presenti faglie attive e capaci, ovvero faglie che possono creare deformazioni in superficie, come visibile nella seguente Figura.

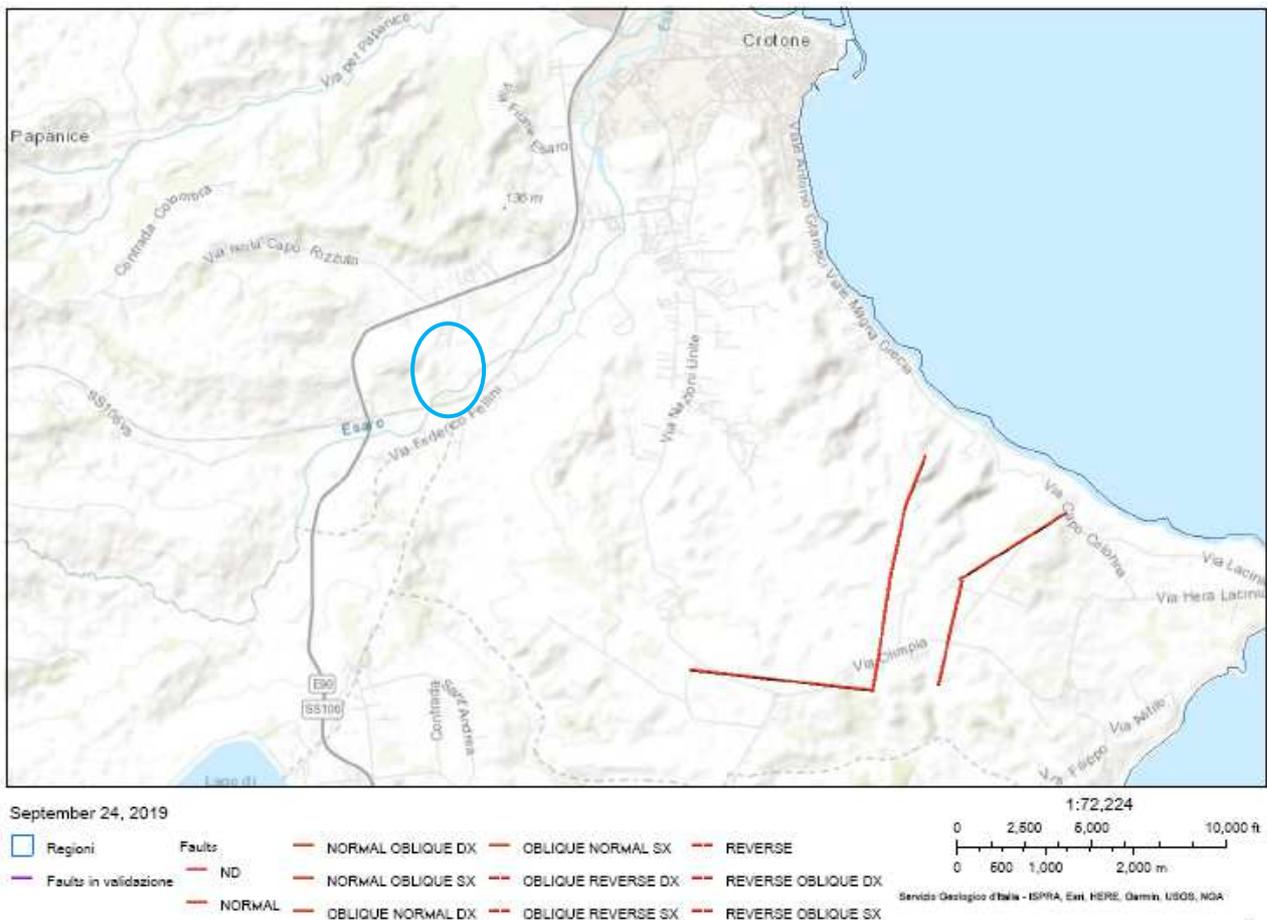


FIGURA 12: Stralcio dalla cartografia del progetto ITHACA. Le linee rosse indicano le possibili faglie attive e capaci, il cerchio blu l'area in esame. Fonte: <http://sgi2.isprambiente.it/ithacaweb/viewer/>.

Le faglie attive e capaci più prossime al tracciato in progetto si trovano a distanza maggiore di 4 km; di seguito vengono elencate e descritte nelle loro principali caratteristiche:

MET. S. EUFEMIA-CROTONE DN 550 (22''), DP 70 bar
RIFACIMENTO ATTRAVERSAMENTO FIUME S. ANNA

RELAZIONE SISMICA

N° Documento: 03049-PPL-RE-200-0032	Foglio 37 di 43	Rev.: 00				N° Documento Cliente: RE-200-032
---	--	--------------------	--	--	--	--

• **Faglia Villaggio Salica**

GENERAL IDENTIFICATION

FaultCode	37903
FaultName	Villaggio Salica
RegionName	Calabria
SystemName	Scfo
Synopsis	
Rank	ND

GEOMETRY AND KINEMATICS

GeologicalSetting	
TectonicEnvironment	ND
Segmentation	No
AverageStrike	100
Dip	
DipDirection	S
FaultLength	0,00000000
Geometry	
LocationReliability	50000
FaultDepth	0,00000000
Kinematics	NORMAL

QUATERNARY

GeomorphicExpression	
SurfaceEvidence	ND
Monitoring_paleoseismology	
LastActivity	Middle Pleistocene (125,000+700,000)
ActivityReliability	Low reliability
APPLIEDTECHNIQUE	Field studies
EVIDENCE_FOR_CAPABILITY	Displacement of Quaternary deposits and/or land forms

SEISMIC PARAMETER

RecurrenceInterval	0
SlipRate	0,00000000
MaxCredibleRuptureLength	0,00000000
MaxCredibleSlip	0,00000000
TimeSinceLastEvent	0
MaxCredibleMagnitude	0,00000000
MaxCredibleIntensity	
StudyQuality	FAIR
Notes	

**MET. S. EUFEMIA-CROTONE DN 550 (22"), DP 70 bar
RIFACIMENTO ATTRAVERSAMENTO FIUME S. ANNA**

RELAZIONE SISMICA

N° Documento: 03049-PPL-RE-200-0032	Foglio di 38 di 43	Rev.:					N° Documento Cliente: RE-200-032
		00					

• **Faglia Parasinaci**

GENERAL IDENTIFICATION

FaultCode	37900
FaultName	Parasinaci
RegionName	Calabria
SystemName	Scfo System
Synopsis	
Rank	ND

GEOMETRY AND KINEMATICS

GeologicalSetting	
TectonicEnvironment	ND
Segmentation	No
AverageStrike	20
Dip	0
DipDirection	E
FaultLength	2754.00000000
Geometry	
LocationReliability	50000
FaultDepth	0.00000000
Kinematics	NORMAL

QUATERNARY

GeomorphicExpression	
SurfaceEvidence	ND
Monitoring_paleoseismology	
LastActivity	Middle Pleistocene (125,000+700,000)
ActivityReliability	Low reliability
APPLIEDTECHNIQUE	Field studies
EVIDENCE_FOR_CAPABILITY	Displacement of Quaternary deposits and/or land forms

SEISMIC PARAMETER

RecurrenceInterval	0
SlipRate	0.00000000
MaxCredibleRuptureLength	0.00000000
MaxCredibleSlip	0.00000000
TimeSinceLastEvent	
MaxCredibleMagnitude	
MaxCredibleIntensity	
StudyQuality	FAIR
Notes	

MET. S. EUFEMIA-CROTONE DN 550 (22"), DP 70 bar
RIFACIMENTO ATTRAVERSAMENTO FIUME S. ANNA

RELAZIONE SISMICA

N° Documento: 03049-PPL-RE-200-0032	Foglio 39 di 43	Rev.: 00				N° Documento Cliente: RE-200-032
---	---------------------------	--------------------	--	--	--	--

- **Faglia Prestica**

GENERAL IDENTIFICATION

FaultCode	37901
FaultName	Prestica
RegionName	Calabria
SystemName	Soft System
Synopsis	
Rank	NO

GEOMETRY AND KINEMATICS

GeologicalSetting	
TectonicEnvironment	NO
Segmentation	No
AverageStrike	20
Dip	0
DipDirection	E
FaultLength	1232,00000000
Geometry	
LocationReliability	50000
FaultDepth	0,00000000
Kinematics	NORMAL

QUATERNARY

GeomorphicExpression	
SurfaceEvidence	NO
Monitoring_paleoseismology	
LastActivity	Middle Pleistocene (125,000+700,000)
ActivityReliability	Low reliability
APPLIEDTECHNIQUE	Field studies
EVIDENCE_FOR_CAPABILITY	Displacement of Quaternary deposits and/or land forms

SEISMIC PARAMETER

RecurrenceInterval	0
SlipRate	0,00000000
MaxCredibleRuptureLength	0,00000000
MaxCredibleSlip	0,00000000
TimeSinceLastEvent	
MaxCredibleMagnitude	
MaxCredibleIntensity	
StudyQuality	FAIR
Notes	

MET. S. EUFEMIA-CROTONE DN 550 (22"), DP 70 bar
RIFACIMENTO ATTRAVERSAMENTO FIUME S. ANNA

RELAZIONE SISMICA

N° Documento: 03049-PPL-RE-200-0032	Foglio 40 di 43	Rev.: 00				N° Documento Cliente: RE-200-032
---	--	--------------------	--	--	--	--

• **Faglia Semaforo**

GENERAL IDENTIFICATION

FaultCode	37902
FaultName	Semaforo
RegionName	Calabria
SystemName	Sofo
Synopsis	
Rank	NO

GEOMETRY AND KINEMATICS

GeologicalSetting	
TectonicEnvironment	NO
Segmentation	No
AverageStrike	20
Dip	
DipDirection	E
FaultLength	0,00000000
Geometry	
LocationReliability	50000
FaultDepth	0,00000000
Kinematics	NORMAL

QUATERNARY

GeomorphicExpression	
SurfaceEvidence	NO
Monitoring_paleoseismology	
LastActivity	Middle Pleistocene (125,000+700,000)
ActivityReliability	Low reliability
APPLIEDTECHNIQUE	Field studies
EVIDENCE_FOR_CAPABILITY	Displacement of Quaternary deposits and/or land forms

SEISMIC PARAMETER

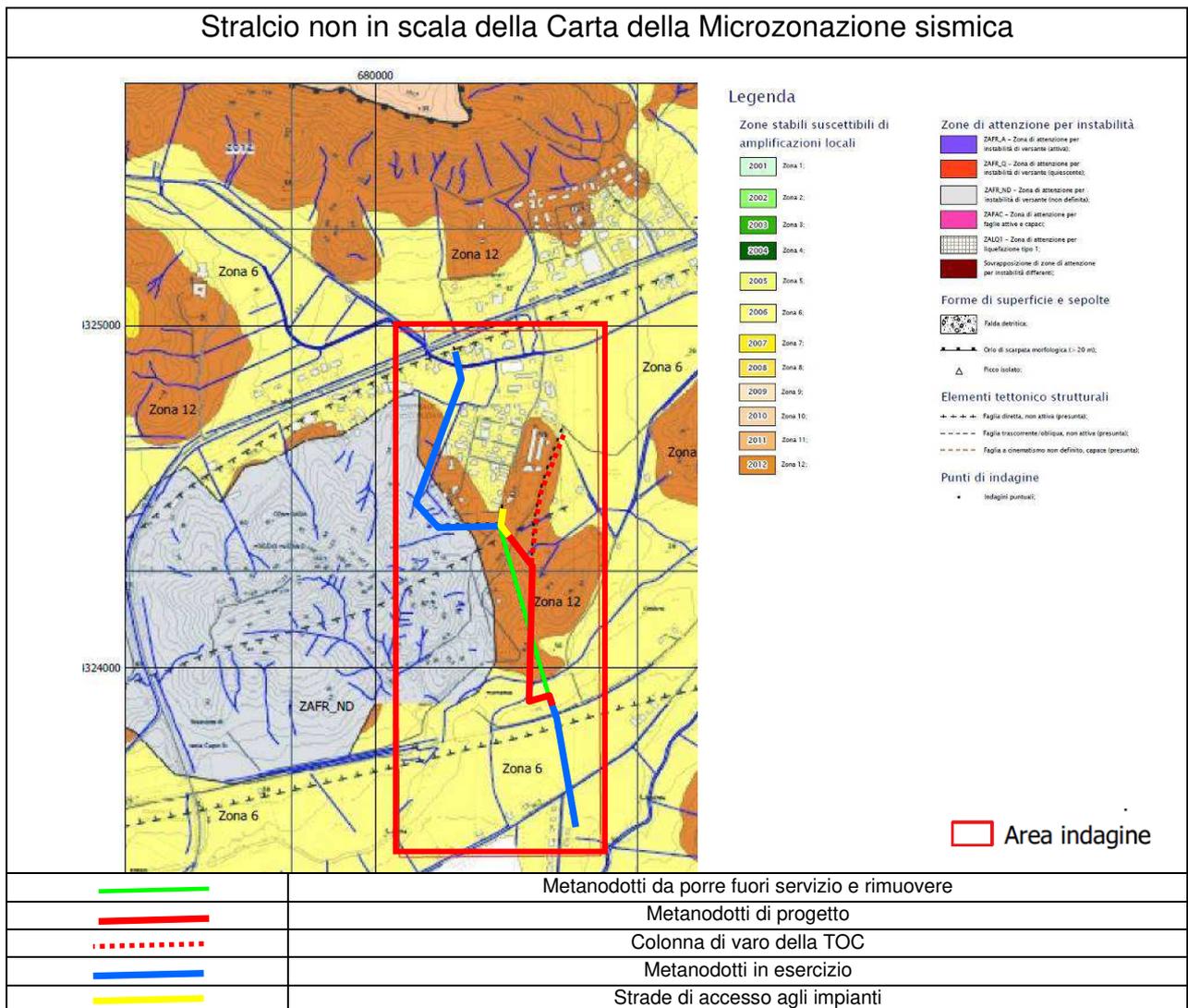
RecurrenceInterval	0
SlipRate	0,00000000
MaxCredibleRuptureLength	0,00000000
MaxCredibleSlip	0,00000000
TimeSinceLastEvent	0
MaxCredibleMagnitude	0,00000000
MaxCredibleIntensity	
StudyQuality	FAIR
Notes	

MET. S. EUFEMIA-CROTONE DN 550 (22"), DP 70 bar				
RIFACIMENTO ATTRAVERSAMENTO FIUME S. ANNA				
RELAZIONE SISMICA				
N° Documento:	Foglio	Rev.:		N° Documento Cliente:
03049-PPL-RE-200-0032	41 di 43	00		RE-200-032

11 CONCLUSIONI

Alla luce delle indagini geognostiche eseguite che hanno permesso di ricostruire le peculiarità del territorio, e delle indagini sismiche eseguite, in più fasi, nell'ambito della realizzazione delle stesse opere, è stato possibile calcolare la $V_{S,eq}$ per i primi 30 metri di profondità. Avendo rilevato che le velocità equivalenti, in tutti i punti di indagine, sono sempre inferiori ai 360 m/sec, è possibile asserire che, il sottosuolo investigato rientra nella categoria di suolo di fondazione "C", poiché, come è meglio descritto nella tabella delle NTC 2018, in questa categoria rientrano "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".

Il sito interessato dalle opere rientra, inoltre, nella categoria topografica "T1". Come è possibile infine osservare dallo stralcio sottostante (Carta della Microzonazione sismica) il tracciato dell'opera in progetto non interessa zone di attenzione per instabilità



MET. S. EUFEMIA-CROTONE DN 550 (22"), DP 70 bar						
RIFACIMENTO ATTRAVERSAMENTO FIUME S. ANNA						
RELAZIONE SISMICA						
N° Documento: 03049-PPL-RE-200-0032	Foglio 42 di 43	Rev.: 00				N° Documento Cliente: RE-200-032

Considerate le caratteristiche geotecniche dei terreni, le condizioni geomorfologiche e idrogeologiche dell'area in esame, dopo aver analizzato le carte del PAI (Carta della Classificazione dei Fenomeni Franosi) e dell'IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia), in relazione all'opera da realizzare, non si evidenziano criticità di sorta.

L'assetto geologico e geomorfologico dell'area oggetto d'indagine è tale che in corrispondenza del sito d'intervento non sussistano situazioni geologiche, morfologiche o litologiche che possano mettere in discussione la sicurezza delle opere in progetto.

In particolare nell'area oggetto d'indagine non sussistono fenomeni d'instabilità dei versanti o fenomeni erosivi superficiali significativi.

Le modalità operative della posa in opera, in tale contesto morfo-litologico, non potranno creare situazioni di pericolosità geologica e, pertanto, la morfologia dei luoghi quanto il regime di deflusso superficiale delle acque saranno mantenute allo stato originario.

MET. S. EUFEMIA-CROTONE DN 550 (22"), DP 70 bar					
RIFACIMENTO ATTRAVERSAMENTO FIUME S. ANNA					
RELAZIONE SISMICA					
N° Documento: 03049-PPL-RE-200-0032	Foglio 43	di	43	Rev.: 00	N° Documento Cliente: RE-200-032

12 ALLEGATI

- Allegato 1: Carta di microzonazione sismica – Opere in progetto (Rif. Doc. n. PG-SISM-200-053)
- Allegato 2: Carta di microzonazione sismica – Opere in rimozione (Rif. Doc. n. PG-SISM-220-053)