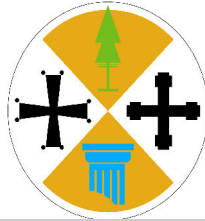




PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile



CONFERENZA DELLE REGIONI E
DELLE PROVINCE AUTONOME

Attuazione dell'articolo 11 dalla legge 24 giugno 2009, n.77

MICROZONAZIONE SISMICA

Relazione tecnica illustrativa sullo studio di microzonazione sismica livello 1

Regione Calabria
Comune di Vibo Valentia



Regione	Comune di Vibo Valentia (VV) I tecnici: Geol. Carlo Artusa	Data
---------	--	------

INDICE

1 – PREMESSA.....	3
2 - RIFERIMENTI NORMATIVI E SPECIFICHE TECNICHE.....	4
3 - SELEZIONE E DELIMITAZIONE DELLE AREE DI INDAGINE	5
4 - STORIA SISMICA.....	6
6 - STRUTTURE SISMOGENETICHE.....	8
7 - GEOLOGIA STRUTTURALE.....	10
8 - GEOMORFOLOGIA	12
9 –GEOLOGIA.....	14
10 –IDROGEOLOGIA.....	16
11 - MODALITÀ PER LA REALIZZAZIONE DEGLI STUDI MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO 1.....	18
12 - INDAGINI GEOLOGICHE, GEOTECNICHE E GEOFISICHE	19
13 - DESCRIZIONE DELLA CARTA GEOLOGICO TECNICA	19
14 - ILLUSTRAZIONE DELLE CARTE DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA	22
14 INTERPRETAZIONI ED INCERTEZZE	30
Riferimenti Bibliografici	31

ALLEGATI

- CARTA DELLE INDAGINI – (TAV.A01) SCALA 1:10.000;
- CARTA GEOLOGICO TECNICA PER LA MICROZONAZIONE SISMICA (TAV.A02) SCALA 1:10.000;
- CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (LIVELLO 1) – (TAV.A03) SCALA 1:10.000;
- SEZIONI LITOTECNICHE SCALA – (TAV.A04) SCALA 1:10.000.

1 - PREMESSA

L'amministrazione comunale di Vibo Valentia con determina n°32 del 28/01/2013 ha incaricato il sottoscritto Geologo Dott. Carlo Artusa, iscritto all'Ordine dei Geologi della Regione Calabria con n°687 dal 14/03/2003 a redigere lo studio di Microzonazione sismica di Livello 1 del territorio comunale di Vibo Valentia.

Il presente studio di Microzonazione Sismica di Livello 1, rappresenta un livello propedeutico ai successivi studi di MS, che consiste in una raccolta organica e ragionata di dati di natura geologica, geofisica e geotecnica e delle informazioni preesistenti e/o acquisite appositamente al fine di suddividere il territorio in microzone qualitativamente omogenee dal punto di vista del comportamento sismico. Tale approfondimento è finalizzato alla realizzazione della carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (“MOPS”).

Gli studi di Microzonazione Sismica hanno l'obiettivo di razionalizzare la conoscenza sulle alterazioni che lo scuotimento sismico può subire in superficie, restituendo informazioni utili per il governo del territorio, per la progettazione, per la pianificazione, per l'emergenza e per la ricostruzione post sisma.

Gli studi di livello 1 consistono in una raccolta di dati preesistenti, elaborati per suddividere il territorio in microzone qualitativamente omogenee

A tal fine lo studio è stato sviluppato attraverso le seguenti fasi:

- ricerca bibliografia di dati esistenti e disponibili svolta presso l'amministrazione comunale di Vibo Valentia.
- ubicazione su planimetria di adeguata scala delle indagini esistenti e disponibili individuate durante la fase di ricerca bibliografica;
- creazione di un database delle indagini nonché dei relativi parametri geotecnici e sismici esistenti e disponibili, tale fase è avvenuta mediante l'impiego del Software “SoftsMS” messo a disposizione dal Dipartimento di Protezione Civile Nazionale;
- elaborazione di tutti i dati raccolti per riconoscere e valutare i lineamenti geologici e geomorfologici essenziali, finalizzata alla costruzione del modello geologico definitivo;
- rilevamento geologico e geomorfologico con conseguente redazione di una carta geologica tecnica riportante i principali elementi (morfologici, stratigrafici, idrogeologici, litologici, sismici) lineari, areali e puntuali presenti nell'area;
- ricostruzione dei rapporti stratigrafici e redazione di due sezioni Geologico tecniche.
- sovrapposizione dei vari layer informativi e redazione della carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica.

2 - RIFERIMENTI NORMATIVI E SPECIFICHE TECNICHE

Lo studio e le indagini geofisiche sono state condotte secondo le specifiche tecniche contenute nei seguenti testi di riferimento normativo e tecnico:

- OPCM n. 4007/12 del 29.02.2012 pubblicata in G.U. del 07.03.2012 che disciplina i contributi economici per gli interventi di prevenzione del rischio sismico e fa riferimento alla precedente:- OPCM n. 3907 del 13.11.2010 pubblicata in G.U. del 01.12.2010 (modificata con OPCM n.3925 del 23.02.11), previsti dall'Art. 11 del decreto legge 28 aprile 2009 n.39, convertito, con modificazioni, dalla Legge n. 77 del 24/06/2009;
- DGRT N.261 del 18.04.2011, recepimento a livello regionale dell' OPCM n. 3907/2010 con riferimento all'Allegato A che individua i territori nei quali è prioritaria la realizzazione degli studi di Microzonazione Sismica, le modalità di predisposizione delle specifiche tecniche per la realizzazione dei suddetti studi, le modalità di recepimento e utilizzo dei risultati degli studi di MS in fase pianificatoria e i criteri di selezione dei soggetti realizzatori degli studi di MS. – DGRT N.741 del 06.08.2012, che recepisce le indicazioni degli art. 5 e 6 dell'OPCM4007/2012 in materia di finanziamento e realizzazione degli studi di microzonazione sismica.
- Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica F. Brammerini, G. Di Pasquale, G. Naso, M. Severino 2008 – Presidenza del Consiglio dei Ministri Dipartimento della Protezione Civile
- Legge 2 febbraio 1974, n. 64, provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- Legge 10 dicembre 1981, n. 741, Ulteriori norme per l'accelerazione delle procedure per l'esecuzione di opere pubbliche.
- Decreto del Ministro dei lavori pubblici 11 marzo 1988, norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- Decreto del Ministro dei lavori pubblici 16 gennaio 1996, norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche.
- Decreto legislativo 31 marzo 1998, n. 112, conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello stato alle regioni ed agli enti locali, in attuazione del capo I della legge 15 marzo 1997, n. 59.
- Decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, n. 380, testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia.

- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 20 marzo 2003, n. 3274, primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.
- Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri 12 ottobre 2007, direttiva del presidente del consiglio dei ministri per la valutazione e la riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale con riferimento alle norme tecniche per le costruzioni.
- Decreto del Ministro delle infrastrutture 14 gennaio 2008, approvazione delle norme tecniche per le costruzioni.
- Circolare Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici n. 617 del 6 febbraio 2009: "Istruzioni per l'applicazione delle <<Nuove norme tecniche per le costruzioni>> di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008"
- Legge Regione Calabria n. 35 del 19/10/2009
- Regolamento Regione Calabria n. 7 del 28 giugno 2012

3 - SELEZIONE E DELIMITAZIONE DELLE AREE DI INDAGINE

Lo studio è stato realizzato sull'intero territorio comunale di Vibo Valentia.

Come base cartografica dell'area in esame è stata utilizzata, per la rappresentazione delle singole tematiche studiate, la carta tecnica Regionale alla scala 1:5.000 fornita dal Centro Cartografico della Regione Calabria - Assessorato Urbanistica e Governo del Territorio in formato vettoriale.

Gli elementi cartografici della C.T.R. utilizzati sono i seguenti:

579052 PORTO SALVO

579062 PORTO DI SAN VENERE

579063 VIBO VALENTIA MARINA

579091 TRIPARNI

579092 VENA MEDIA

579093 CESSANITI

579101 SANT'ONOFRIO

579102 I TRE CASINI

579103 VIBO VALENTIA SUD

579104 VIBO VALENTIA NORD

579131 SAN COSTANTINO CALABRO

579134 PAPAGLIONI

579141 CONTRADA SANTA MARIA

Il territorio comunale di Vibo Valentia si colloca nella parte nord-occidentale della Provincia di Vibo Valentia e confina con i Comuni di PizzoCalabro, S. Onofrio, Stefanaceni, San Gregorio d’Ippona, Ionadi, Francica, Filandari, Cessaniti e Briatico.

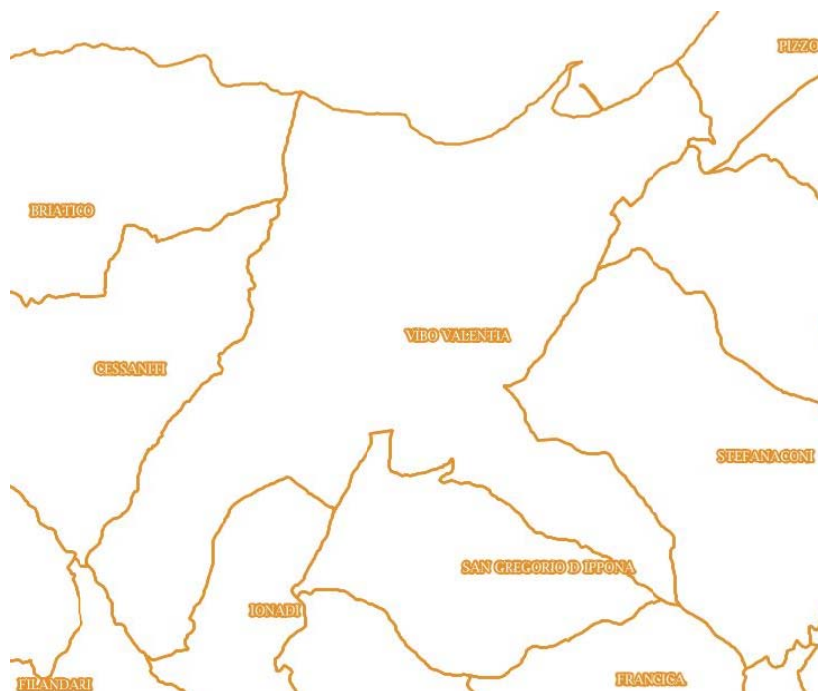


Fig.1 ubicazione del Comune di Vibo Valentia

4 - STORIA SISMICA

Il primo passo per la definizione della pericolosità è la conoscenza dei dati macrosismici presenti nel Database Macrosismico Italiano la cui ultima versione è il DBMI 2011 (<http://emidius.mi.ingv.it/DBMI11/>) messo a disposizione dall’INGV; all’interno del catalogo possono essere selezionati gli eventi di maggiore rilevanza che hanno interessato una data località.

Nel caso di Vibo Valentia vengono evidenziati alcuni eventi di riferimento a partire dal 1638 con relativa Magnitudo di Momento (Mw) dell’epicentro della scossa.

Storia sismica di Vibo Valentia

Tab. 1 PRINCIPALI TERREMOTI REGISTRATI SUL TERRITORIO COMUNALE DI VIBO VALENTIA									
Data			Ora			Coord. epicentro		Intensità epicentrale	Intensità a Vibo Valentia
aa	mm	gg	hh	mm	ss	Lat	Lon	Io	I
1638	3	27	15	5	--	39.083	16.283	11.00	6.05
1638	6	8	9	45	--	39.217	16.867	9.05	6.00
1659	11	5	22	15	--	38.683	16.267	10.00	7.05
1693	1	11	13	30	--	37.417	15.050	11.00	5.00
1783	2	5	12	--	--	38.300	15.967	11.00	7.05
1783	2	6	--	20	--	38.250	15.733	8.05	6.05

1783	2	7	13	10	--	38.567	16.183	10.05	8.00
1783	3	1	1	40	--	38.767	16.300	9.00	7.00
1783	3	28	18	55	--	38.833	16.483	11.00	8.00
1791	10	13	1	20	--	38.600	16.300	9.00	6.00
1832	3	8	18	30	--	39.050	16.950	10.00	5.00
1894	11	16	17	52	--	38.283	15.883	9.00	6.05
1905	9	8	1	43	11	38.667	16.050	10.00	8.05
1907	10	23	20	28	19	38.033	16.033	8.05	5.00
1908	12	28	4	20	27	38.183	15.683	11.00	7.00
1947	5	11	6	32	15	38.700	16.483	8.00	6.00
1980	11	23	18	34	52	40.850	15.283	10.00	5.00

Tabella n.1 elenco eventi sismici del Comune di Vibo Valentia (fonte dati INGV)

La precedente classificazione sismica, conseguente alla stessa disposizione di legge, integralmente recepita dalla G.R. della Calabria, classifica il territorio Comunale di Vibo Valentia come ricadente in Zona Sismica 1, definita in termini di accelerazione massima del suolo in 0.35(g).

Il 14/1/2008 è stato firmato dal Ministro per le Infrastrutture il decreto che contiene le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni - NTC2008, pubblicato sulla G.U. n.29 del 4/2/2008.

Una delle novità più importanti di questa norma riguarda l'azione sismica, che non viene più definita sulla base delle 4 zone sismiche indicate nell'OPCM 3274/2003 e s.m.i., ma si determina puntualmente per ogni sito.

L'azione sismica di riferimento per la progettazione (riportata nell'allegato A delle NTC2008) deve essere definita sulla base delle stime di pericolosità sismica per il territorio nazionale, secondo una griglia regolare di nodi (con passo di 5 km, per un totali di oltre 10000 nodi) per ognuno dei quali sono stati calcolati i parametri che descrivono in maniera esaustiva la pericolosità sismica (picchi di accelerazione, accelerazioni spettrali, ecc...., tutti calcolati per diverse probabilità di accadimento).

Per la classificazione del sottosuolo è necessario misurare direttamente in situ la velocità media di propagazione delle onde di taglio entro 30 metri di profondità, al di sotto del piano di fondazione, (V_{s30}).

La tabella ed il grafico su riportatati sintetizzano i terremoti di maggiore intensità che hanno interessato l'intera fascia tirrenica, con particolare riguardo al territorio comunale di Vibo Valentia, fra i quali spiccano la sequenza del 1783 e gli eventi del 1905 e 1908.

Il terremoto dell'8 settembre 1905 è quello che sicuramente ha caratterizzato la storia sismica del territorio provinciale di Vibo Valentia, con epicentro localizzato nel mare antistante, a breve distanza dalla costa, che causò notevoli danni in tutti i comuni della fascia tirrenica.

La pericolosità sismica del territorio comunale di Vibo Valentia è ben evidenziata dalla figura seguente che rappresenta la mappa di pericolosità sismica dell'intera regione, scaturita dagli studi condotti in relazione all'ordinanza del O.P.C.M. n° 3274 del 20.03.2003.

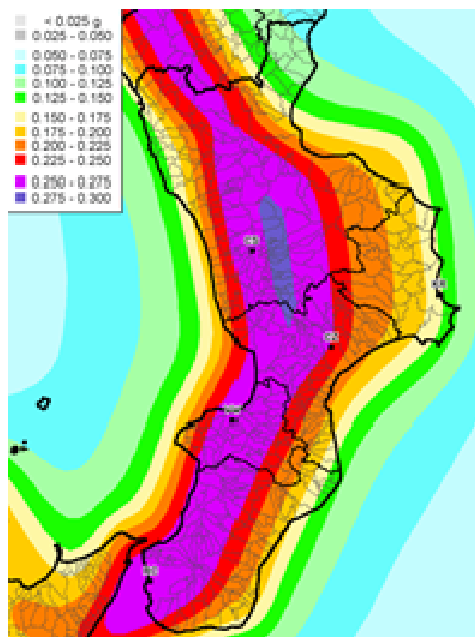


Fig. 2: Mappa di pericolosità sismica della Calabria (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia - Aprile 2004)

6 - STRUTTURE SIMOGENETICHE

Sulla base dei dati strumentali acquisiti dal 1986 al 1999 dalla Rete Sismica Regionale dell'Università della Calabria, oltre che dei dati pubblicati dall'Istituto Nazionale di Geofisica e da altre istituzioni scientifiche si è potuto ricostruire le zone sismogenetiche della Calabria.

Nelle elaborazioni compiute a partire dalla distribuzione spaziale degli eventi sismici, si è fatto uso anche di dati ottenuti da stazioni sismiche installate temporaneamente. Si osserva che nella regione una consistente attività microsismica si è verificata proprio nella Zone sismogenetica (69) nella quale ricade l'area in esame.

Relativamente alle strutture sismogenetiche (faglie sorgenti) sulla base delle isosisme del terremoto verificatosi l'8 settembre 1905 si è osservato che le strutture coinvolte sembrano essere riconducibili al sistema di Capo Vaticano, alla faglia di Vibo Valentia ed a quella di Lamezia poco più a nord. Relativamente ai fattori di rischio potenziale ed allo stato di attività di queste strutture si osserva che queste sono al momento oggetto di indagine nell'ambito di un progetto di ricerca relativo alla determinazione del rischio sismico da tsunami per le coste calabre. In ogni caso è nota in letteratura la pericolosità dei sistemi presenti nell'area che sono stati in passato e risultano ancora oggi essere sorgenti di forti terremoti.

Nel territorio Comunale di Vibo Valentia, dalla consultazione dei caratteri tettonici riportati in carta geologica, sono state rinvenute notizie scientifiche circa l'esistenza di una faglia attiva o di peculiarità tettoniche tale da essere individuata come struttura sismogenetica 106.

Per tali aspetti di natura tettonica l'area in esame si trova in una condizione di pericolosità sismica elevata, quindi ad elevato rischio.

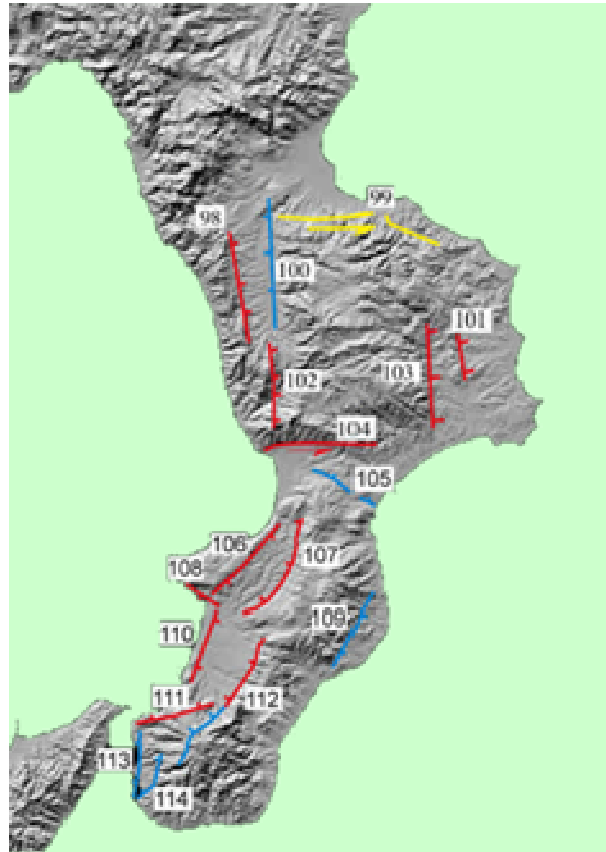


Fig. 3: Carta delle faglie attive della Calabria

L'evoluzione geologico strutturale della nostra regione, si è realizzata attraverso numerose fasi tettoniche le cui strutture principali sono il risultato del sovrascorrimento di varie unità cristalline dal tirreno verso le rocce sedimentarie del versante ionico.

Le strutture messe in posto in questa prima fase, che si sarebbe esaurita tra il Messiniano ed il Pliocene, vengono quindi segmentate mediante una serie di faglie, legate alla fase di apertura del basso tirreno, che è possibile distinguere fondamentalmente in due sistemi principali.

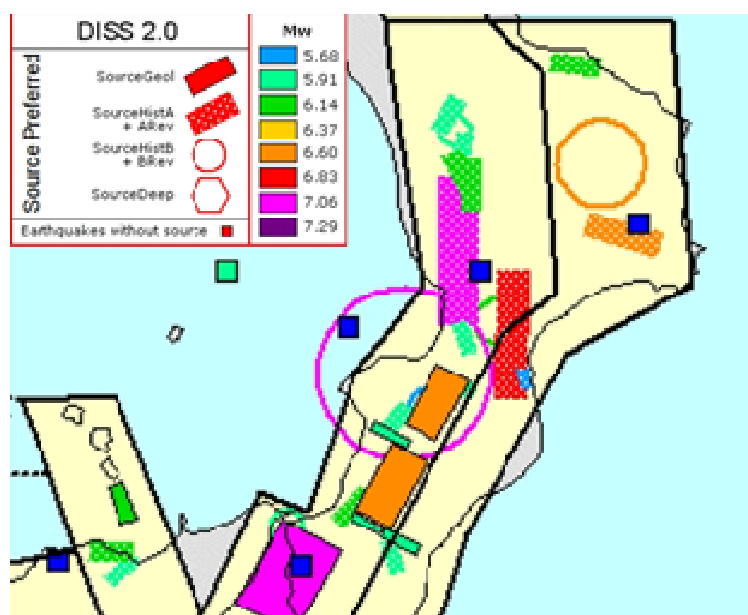


Fig. 4- Zonazione sismogenetica ZS9 della Calabriae sorgenti sismogenetiche associate

7 - GEOLOGIA STRUTTURALE

Il territorio comunale di Vibo Valentia, esteso ca. 46.70 km², si sviluppa prevalentemente sull'altopiano che rappresenta il prolungamento verso NE dell'“alto strutturale” individuato dal Massiccio di Monte Poro.

Il rilievo su cui sorge l'abitato della città costituisce un dominio geologico strutturale la cui origine è legata alla tettonica “recente” che ha esercitato un forte controllo sulla geomorfologia dell'intero territorio, individuando due distinti versanti, quello “marino”, o settentrionale, e quello “interno”, corrispondente con il margine dell'importante bacino sedimentario rappresentato dalla Valle del Fiume Mesima.

L'evoluzione tettonica e i cicli sedimentari sono naturalmente legati alla storia geologica dell'intera Calabria, a sua volta fortemente condizionata dall'evoluzione dell'intero arco calabro peloritano originato dalla messa in posto, durante il miocene inferiore, di una serie di falde cristalline in sovrapposizione alle rocce sedimentarie del versante ionico che in origine costituivano un tutt'uno con l'Appennino meridionale e la Sicilia.

All'orogenesi alpina è quindi seguita la formazione di importanti faglie organizzate prevalentemente secondo un sistema longitudinale, parallelo cioè alle direttrici strutturali della catena appenninica, e un sistema trasversale alla stessa, che hanno segmentato l'intero arco in più unità morfologico strutturali individuando, fra queste, “alti strutturali” quali il massiccio del Monte Poro.

L'altopiano di Vibo Valentia, che ne rappresenta il naturale prolungamento occidentale, è ben delimitato da due importanti dislocazioni tettoniche ad andamento SO-NE (Vibo fault e Mileto faults) che costituiscono il limite settentrionale del “Mesima basin” (cfr. fig. 3).

La Fossa del Mesima costituisce una struttura peculiare della Calabria, impostatasi, come appena accennato, all'interno dei massicci cristallini Capo Vaticano – Serre, di cui segue la direzione assiale. Lo sviluppo di questa fossa è controllato da sistemi di faglie longitudinali, mentre la sua continuità è interrotta dai graben trasversali di Catanzaro e Siderno, subsidenti dal Miocene medio-superiore al Pleistocene. E' comunque da sottolineare come nel Pleistocene medio-superiore tali aree costituissero già delle zone emerse che si andavano sollevando unitamente alla catena cristallina.

Il margine orientale della fossa del Mesima è delimitato dal sistema di faglie Maida-Laureana di Borrello costituito da piani a direzione media da N 30/40°E a NS/10°E; essi abbassano, rispetto al basamento cristallino, secondo meccanismi normali e con rigetti di diverse centinaia di metri, le successioni argillose-conglomeratiche-sabbiose del Pliocene medio-superiore Calabriano ed i terreni continentali medio-suprapleistocenici del bacino del Mesima.

Il sistema che pare troncarsi a Nord e a Sud contro quelli a direzione WNW-ESE Maida -Punta di Staletti e Marina di Nicotera -Marina di Gioiosa Ionica, corre subparallelo ad un altro importante fascio di dislocazioni, esteso da Cortale a Giffone, che determina il troncamento e l'abbassamento, sempre rispetto al cristallino, degli stessi terrazzi continentali (conglomerati e sabbie rosse)

confinati nel corridoio compreso tra le due faglie. Il sistema trova un netto riscontro morfologico dato principalmente da scarpate rettilinee alte fino a 250 metri e contigue lungo il suo sviluppo, e da allineamenti di contropendenze sui versanti.

L'attività di questo sistema di faglie sembra essersi esplicata in epoca neotettonica secondo meccanismi normali e con rigetti dell'ordine di diverse centinaia di metri.

Il margine occidentale del graben del Mesima è bordato da lineamenti tettonici che sollevano l'horst di Capo Vaticano rispetto al sopra citato graben. Questi lineamenti sono rappresentati da sistemi di faglie normali a direzione NE-SW “Vibo Valentia –Rosarno” e “Monte Rosso –Mileto”.

I rigetti di tali strutture sono dell'ordine dei 200-300 m.

L'area in studio ricade nel quarto dei IV settori riconosciuti da Sorriso-Valvo e Tansi (1996). Il IV settore corrisponde al sistema di faglie Fig. 5 ali NE-SW caratterizzate da forti rigetti verticali. Tali faglie, in accordo con quanto in precedenza affermato, costituiscono nel complesso un'estesa fascia di deformazione tettonica; il sistema, costituito da più segmenti di faglie disposte en échelon con sovrapposizione a destra, solleva le unità metamorfico -cristalline rispetto ai depositi pliopleistocenici. Lungo l'allineamento S.Calogero-Mileto-Pizzo Calabro si sviluppano strutture antitetiche NE-SW che, con quelle appena descritte, individuano il graben identificato morfologicamente con il Bacino imbrifero del Fiume Mesima, colmato da depositi, in prevalenza, quaternari. Secondo il modello geologico strutturale del Mediterraneo Centrale proposto da Van Dijk e Okkes (1991), le strutture regionali descritte sono caratterizzate da meccanismi di trascorrenza sinistra. I considerevoli rigetti verticali, non giustificabili soltanto dalle componenti normali lungo le fasce di trascorrenza, potrebbero essere determinati da riattivazioni passive delle strutture, compatibilmente con il campo cinematica regionale attualmente agente. Tortorici (1995) riconosce alle strutture normali caratteri di faglie sismogenetiche e ciò trova riscontro nella distribuzione degli epicentri macrosismici e strumentali. Il motivo strutturale della zona esaminata è rappresentato dalla, già citata, Vibo fault a direzione NE-SW ed immergente a NW. La faglia normale di Vibo ha una lunghezza di circa 15 Km ed è caratterizzata da rigetti dell'ordine di 300m. questa struttura è compresa nel già citato sistema di faglie en échelon con sovrapposizione a destra. Il motivo tettonico regionale ricorrente si ripete anche a scala minore, come è stato osservato, prima da foto aeree e successivamente da indagini di campagna, a NW dell'abitato di Vibo Valentia.

In definitiva l'assetto strutturale e le litologie affioranti, controllano considerevolmente l'evoluzione morfodinamica dei due versanti (marino ed interno) che presentano così sostanziali differenze, con gradienti di quota più accentuati a nord che, generalizzando, si traducono in movimenti franosi ed eventi di piena fluviale di maggiore intensità.

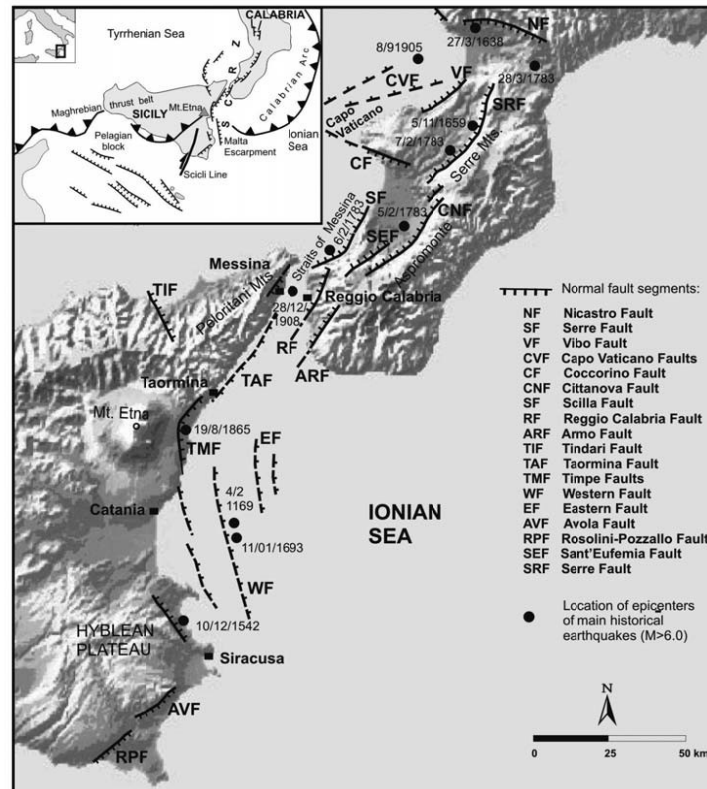


Fig. 5 Schema geologico del settore meridionale dell'arco calabro e distribuzione delle principali faglie attive durante il Pliocene Superiore- Pleistocene inferiore (Monaco e Tortorici, 2007)

8 - GEOMORFOLOGIA

Le aree oggetto del presente studio sono ubicate ad un'altitudine sul livello medio del mare compresa tra lo stesso e 560 m s.l.m.

L'evoluzione morfologica è stata notevolmente controllata dalla tettonica recente che con marcati movimenti a componente verticale e la conseguente messa a giorno delle coltri sedimentarie, ha creato ampi altopiani e terrazzi delimitati da versanti acclivi. Sulle grandi strutture così individuate il modellamento viene quindi continuato dall'azione, prevalentemente erosiva, dei corsi d'acqua superficiali e dai movimenti gravitativi di versante.

L'abitato di **Vibo Valentia** sorge su un terrazzo morfologico sub-pianeggiante con una quota media di circa 450m s.l.m., al quale la letteratura scientifica riconosce un assetto di origine tettonica successivo al sollevamento geodinamico recente. Lungo il versante che progredisce verso la costa marina sono presenti numerosi fenomeni gravitativi alcuni dei quali riconosciuti dal piano di assetto idrogeologico (PAI).

Le **Marinate (Vibo Marina, Bivona, Porto Salvo)** sorgono invece su un'area transizionale generata da dinamiche marine (depositi litorali) e continentali (depositi alluvionali). Tale area presenta una morfologia sub-pianeggiante con quota media di 3 m s.l.m. e si trova allo sbocco di 6 torrenti

secondari che sottendono altrettanti bacini idrografici. Attualmente risulta fortemente antropizzata sia da insediamenti industriali che di abitazioni civili.

Seguendo il profilo topografico del versante costiero si osserva la successione di spianate e di ripide scarpate che collegano la piana costiera di Vibo Marina - Porto Salvo all'altopiano di Vibo Valentia che arriva ad oltre 500 m di quota s.l.m.. Il profilo attuale è comunque il risultato di un'ulteriore, continua, evoluzione ad opera di fenomeni erosivi/deposizionali e di movimenti di massa che creando nel tempo una serie di concavità, convessità e scarpate secondarie lo hanno progressivamente ridisegnato in forme più morbide.

L'abitato di **Bivona** si sviluppa sulla piana costiera-alluvionale, costruita ad opera della *Fiumara Trainiti* e dei Torrenti *Candrilli* e *S. Anna*. Verso l'interno il limite di questa piana è rappresentato dal succedersi di una serie di superfici terrazzate poste a differenti quote e separate l'un l'altra, da ripide scarpate dove affiora il basamento metamorfico. Queste superfici rappresentano i così detti *Terrazzi Marini*, ovvero strutture formatesi nel corso del Quaternario in seguito alle variazioni relative fra il livello marino e la superficie terrestre. Successivi sollevamenti crostali a più riprese hanno permesso il ripetersi degli stessi processi in più cicli, con conseguente dislocazione delle superfici a diverse quote, e la formazione di una copertura continentale. La piana di **Vibo Marina-Bivona -Porto Salvo** rappresenta una di queste superfici, non ancora sollevata dai movimenti tettonici e quindi rappresentante ancora il "livello di base" per i corsi d'acqua che in essa confluiscono continuando la loro azione di deposito.

I centri abitati di **Longobardi – San Pietro** sono situati lungo il pendio che raccorda Vibo Valentia alle zone marine e presentano un'elevazione media di 170 metri s.l.m.. La morfologia da mediamente degradante diviene maggiormente acclive in direzione nord, verso il mare.

L'abitato di **Piscopio** si trova su un terrazzo morfologico probabilmente di regressione marina, originato dalle variazioni eustatiche del livello marino verificatesi in età compresa tra il Pliocene Inf. ed il Pliocene Sup., successive al processo di corrugamento Miocenico regionale che ha originato il sollevamento degli "horst" ("pilastr") tettonici di Vibo Valentia - Monte Poro e Massiccio delle Serre. Tali horst individuano aree con fisiografia da media ad elevata, dai cui bordi si dipartono profonde e strette incisioni torrentizie che solcano i versanti in rocce sedimentarie.

Il centro abitato della frazione **Vena sup.**, è situato nell'area maggiormente elevata del settore occidentale del territorio vibonese, in prossimità del confine col territorio di Jonadi, presenta una morfologia che da sub - pianeggiante (alle quote più alte) diviene mediamente acclive procedendo verso valle, e presenta un'altitudine variabile dai 510 metri ai 425 metri slm. Le frazioni **Vena media e inferiore** sono situate lungo il versante che raccorda il settore occidentale del territorio della frazione Vena superiore con le frazioni Triparni e Porto Salvo, presentano una

morfologia da mediamente acclive ad acclive procedendo verso il mare e si trovano ad una quota media rispettivamente di 360 e 300 metri s.l.m.

Triparni si trova ad una quota di circa 280 metri s.l.m, sul lembo di un terrazzo morfologico risultato dell'attività erosiva esercitata principalmente dalle acque correnti superficiali, in particolare Trainiti e Chirido'.

9 -GEOLOGIA

L'evoluzione tettonica, come già illustrato, oltre ad aver fortemente condizionato le forme del territorio studiato, ha esercitato un notevole controllo sui fenomeni deposizionali ed erosivi e quindi sull'assetto stratigrafico delle varie formazioni geologiche. Se da un lato però le principali dislocazioni sono riconducibili ad uno schema abbastanza semplice, con due o più sistemi di faglie che sbloccano la roccia di base ed i sedimenti sinorogenici in una sorta di gradinata, dall'altro la successiva evoluzione morfodinamica, dominata dagli agenti esogeni continentali, ha reso i rapporti stratigrafici fra i terreni di copertura e la formazione di base di non facile interpretazione dati i frequenti passaggi sfumati fra le formazioni superficiali ed i livelli di alterazione della roccia di base.

I terreni della copertura continentale vanno infatti a ricoprire in netta discordanza la roccia di base, e nelle aree più a valle anche la serie sedimentaria marina.

Al sistema di faglie normali, all'incirca parallelo allo sviluppo costiero, è dunque legato il ribassamento a gradinata dei margini del massiccio che ha così originato una lunga serie di superfici terrazzate.

La struttura di queste unità morfologiche secondarie può essere costituita, oltre che dalla roccia di base, da una serie trasgressiva di sedimenti marini sinorogenici, di età compresa fra il miocene inferiore fino a tutto il pliocene.

L'ossatura dei principali rilievi è quindi costituita dal basamento metamorfico di età paleozoica, costituito prevalentemente da scisti e gneiss quarzo-biotitici-granatiferi, e da rocce cristalline con composizione variabile dalla quarzo-monzonite al granito.

Tali rocce presentano in linea generale elevate resistenze meccaniche che conferiscono, oltre ad una limitata erodibilità, una buona stabilità ai versanti lungo i quali affiora, anche con pendenze accentuate.

Localmente, tuttavia, la fratturazione e/o il degrado di tali rocce possono arrivare a rappresentare il principale elemento predisponente movimenti franosi delle più svariate tipologie.

Al di sopra del complesso metamorfico di base, in trasgressione, normalmente seguono le formazioni di due diversi cicli sedimentari marini sin-orogenetici, rispettivamente del Miocene e

del Pliocene.

In particolare, lungo il versante marino e nella parte sud-occidentale del territorio comunale, affiorano prevalentemente, le sabbie mioceniche e, verso l'alto, il calcare evaporitico e le argille plioceniche.

Lungo il versante interno, sopra le formazioni del calcare evaporitico e delle sabbie plioceniche, prevalgono invece gli affioramenti di argille plioceniche, che insieme danno luogo ad una tipica successione stratigrafica che si ripresenta a differenti quote lungo tutte le vallate, a causa delle dislocazioni tettoniche già descritte.

Entrambe le formazioni plioceniche presentano una modesta resistenza all'erosione e limitate resistenze meccaniche, tanto da essere frequentemente interessate da movimenti franosi.

La serie stratigrafica termina generalmente con i c.d. depositi continentali del Pleistocene, costituiti da conglomerati, conglomerati sabbiosi e sabbie dotati di scarsa resistenza all'erosione ed elevata permeabilità.

Questi terreni, date le limitate resistenze meccaniche, sono difficilmente rinvenibili al di fuori delle varie superfici terrazzate, alla sommità delle quali, l'assetto sub orizzontale, riesce a garantire una minima stabilità.

La successione sedimentaria appena descritta presenta tuttavia frequenti lacune stratigrafiche e discontinuità legate sia all'essere sinorogenica, parallela cioè ai movimenti verticali del basamento legati alla tettonica, sia ai successivi fenomeni erosivi avviati in ambiente continentale.

Spesso la serie è ridotta nei tipi e/o negli spessori, costituendo una limitata coltre direttamente sulla roccia di base che, in condizioni giacaturali favorevoli, può rappresentare il piano di scorrimento per movimenti di massa anche estesi.

Tale predisposizione viene accentuata là dove, per la limitata permeabilità dell'ammasso roccioso, la permanenza di una pur minima circolazione idrica crea un livello di argillificazione superficiale.

Non è raro tuttavia che tale argillificazione interessi la roccia metamorfica per spessori consistenti, nell'ordine delle decine di metri, che possono originare scorrimenti profondi, lenti e stagionali, che possono evolvere in più corpi di frana sovrapposti.

I depositi recenti, ovvero le coltri alluvionali di fondovalle e le falde detritiche alla base dei principali versanti, rappresentano i materiali mobilitabili per dar luogo a flussi di detrito (debris flow), lungo gli impluvi più modesti, o a flussi iperconcentrati (hyperconcentrated flow) lungo gli impluvi principali, in occasione di eventi di pioggia fuori dalla norma.

10 -IDROGEOLOGIA

I fattori che condizionano la circolazione idrica sotterranea sono molteplici, ma tutti riconducibili alle caratteristiche idrologiche delle rocce.

Alcune di esse, come la porosità, la capacità di assorbimento e la permeabilità, interessano in modo particolare l'idrogeologia, perché condizionano quantitativamente l'assorbimento, l'immagazzinamento ed il movimento delle acque che possono essere utilmente captate.

Per quanto riguarda la caratterizzazione delle proprietà idrogeologiche dei complessi, esse sono state stimate in fase di rilevamento in maniera qualitativa, sulla base dell'osservazione di quegli elementi riscontrabili alla scala dell'affioramento, litologici, sedimentologici e strutturali. Com'è noto, le proprietà idrogeologiche dei terreni valutabili qualitativamente durante le fasi di rilevamento di campagna sono: tipo di permeabilità, identificabile nella natura genetica dei meati, primaria (porosità) e/o secondaria (fessurazione e carsismo), che maggiormente concorre a determinare la permeabilità del corpo geologico; grado di permeabilità relativa, definibile qualitativamente mediante le categorie di elevato, medio, scarso e impermeabile a cui sono associabili ampi intervalli di variazione del valore della conducibilità idraulica, estesi su differenti ordini di grandezza.

La concentrazione delle acque sotterranee è molto abbondante al contatto tra litotipi impermeabili (in profondità) ed i litotipi permeabili (in superficie).

I primi sono rappresentati da argille, argille siltose e silts, gli ultimi sono rappresentati da sabbie, depositi continentali rossastri e alluvioni, che, a causa della loro struttura granulare e porosa, possiedono un notevole coefficiente di immagazzinamento.

Laddove affiorano questi litotipi non è stato osservato, inoltre, alcun ristagno superficiale; ciò è legato alla facilità che ha l'acqua di filtrare ed arrivare in profondità mantenendo così asciutta la superficie esterna.

Nell'area in esame sono stati individuati quattro complessi idrogeologici:

- complesso delle coperture quaternarie continentali;
- complesso sabbioso arenaceo;
- complesso argilloso;
- complesso igneo-metamorfico.

Il “**Complesso delle coperture quaternarie continentali**” è costituito da litotipi derivanti dai processi di degradazione delle rocce ignee e metamorfiche. Si tratta di elementi clastici molto permeabili per porosità, rappresentati dai minerali più resistenti ai fenomeni di idrolisi con granulometria variabile tra le ghiaie e i limi. La permeabilità risulta essere più limitata in presenza di cemento calcareo. Essi in profondità sono sede di limiti di permeabilità con le parti meno alterate.

Comprende i depositi alluvionali costieri e i depositi colluviali, materiali prevalentemente incoerenti costituiti in prevalenza dai termini sabbiosi. Data l'origine di tali depositi, in relazione quindi all'energia idraulica, le differenti granulometrie si ritrovano giustapposte sia lateralmente che in verticale. Essi costituiscono acquiferi porosi (eterogenei e anisotropi) e sono sede di falde idriche che possono avere interscambi con i corpi idrici sia superficiale che sotterranei appartenenti a strutture idrogeologiche limitrofe.

Il “**Complesso sabbioso – arenaceo**” è costituito da litotipi in genere molto permeabili per porosità. Localmente la maggiore presenza di matrice siltosa fine, può ridurre tali caratteristiche di elevata permeabilità. Possono costituire idoneo serbatoio di accumuli idrici, in funzione della presenza di un impermeabile più o meno profondo.

Appartiene a questo complesso anche la formazione del calcare evaporitico, in facies di calcare marnoso di colore bianco giallastro, talora arenaceo, spesso in bancate di spessore variabile, dotata di permeabilità estremamente irregolare.

Il “**Complesso argilloso**” è costituito da depositi di argille ed argille siltose e sabbiose ascrivibili alla trasgressione marina (plio-pliostocenica). Esse in profondità costituiscono limiti di permeabilità al contatto con gli altri complessi idrogeologici e in particolare, con il soprastante complesso sabbioso-conglomeratico. Si tratta di litotipi impermeabili o quasi impermeabili, che determinano la presenza di un limite di permeabilità definito che può favorire il ruscellamento e l'erosione superficiale.

Il “**Complesso igneo-metamorfico**” rappresenta l'ossatura del territorio in oggetto. Nelle condizioni in cui si trova nella zona in esame (tipiche del territorio calabrese) ossia con un substrato di roccia integra sottostante un certo spessore di roccia fratturata, (permeabile quindi per fessurazione) ed un altro spessore di roccia arenitizzata (permeabile per porosità), si ha un tipo di circolazione idrica medio-profonda. Il passaggio tra le due zone a diverso tipo di permeabilità è generalmente graduale; la coltre arenitizzata più superficiale è comunque generalmente più permeabile della sottostante zona fratturata.

Il deflusso è piuttosto lento nelle fratture che in genere sono sature d'acqua, è più veloce nella zona porosa ed è particolarmente attivo in prossimità del contatto tra le due zone, sia per la minore permeabilità della zona sottostante, sia per la minore accentuazione dei fenomeni di argillificazione di questo tratto della zona porosa rispetto a quello immediatamente superficiale. In tali condizioni la circolazione idrica è medio-profonda, strettamente legata agli spessori di tali zone.

La superficie piezometrica si adatta alla morfologia e topografia esterna e pertanto gli spartiacque superficiale e sotterraneo coincidono, così come il bacino idrografico ed idrogeologico. L'emergenza delle acque è diffusa, con recapito preferenziale nei fondovalle o comunque nelle zone dove la superficie piezometrica viene incisa dalla topografia; le emergenze sorgentizie si rinvergono pertanto dove la morfologia consente la concentrazione dei deflussi e dove la coltre arenitizzata è di spessore ridotto o manca del tutto. Il quadro può essere complicato dalla

presenza delle faglie, che rappresentano quasi sempre delle zone di drenaggio preferenziale, a causa della maggiore permeabilità della roccia per il più elevato grado di fratturazione.

11 - MODALITÀ PER LA REALIZZAZIONE DEGLI STUDI MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO 1

Le specifiche tecniche e gli standard di riferimento con cui è stato condotto lo studio di MS di livello 1, indicate dalla struttura Servizio Sismico Regionale, sono le seguenti:

- indirizzi e Criteri generali per la Microzonazione Sismica del Dipartimento della Protezione Civile Nazionale (ICMS) approvati il 13 novembre 2008 dalla Conferenza delle regioni e delle Province autonome;
- standard per la stesura della carta delle indagini e l'informatizzazione: Standard di rappresentazione ed archiviazione informatica - Commissione Tecnica per il monitoraggio degli studi di Microzonazione Sismica (articolo 5, comma 7 OPCM 3907/2010) versione 2.0;
- software per l'archiviazione delle indagini per la MS - SoftMS" nella versione 1.0.

Lo studio di MS di livello 1 rappresenta un livello propedeutico a successivi studi di MS (livello 2 e 3) e si è sviluppato con la raccolta organica e ragionata dei dati di natura geologica, geofisica e geotecnica preesistenti e acquisite al fine di suddividere il territorio comunale in microzone qualitativamente omogenee dal punto di vista del comportamento sismico.

Nello specifico la MS individua e caratterizza:

- le **Zone Stabili**: sono zone nelle quali non si ipotizzano effetti locali di alcuna natura (litotipi assimilabili al substrato sismico in affioramento con morfologia pianeggiante o poco inclinata) e pertanto gli scuotimenti attesi sono equivalenti a quelli forniti dagli studi di pericolosità di base;
- le **Zone stabili suscettibili di amplificazione sismica**: sono le zone in cui il moto sismico viene modificato a causa delle caratteristiche litostratigrafiche e/o geomorfologiche del territorio;
- le **Zone suscettibili di instabilità**: sono zone nelle quali gli effetti sismici attesi e predominanti sono riconducibili a deformazioni permanenti del territorio (non sono necessariamente esclusi per queste zone anche fenomeni di amplificazione del moto). I principali tipi di instabilità sono:
 - instabilità di versante
 - liquefazioni
 - faglie attive e capaci
 - cedimenti differenziali

Attraverso questo livello di studio, quindi, sarà possibile:

- l'individuazione delle aree a minore pericolosità locale (zone stabili);
- la programmazione di indagini di approfondimento, sulla base delle diverse tipologie di effetti attesi;
- l'individuazione delle aree per le quali sono necessari ulteriori livelli di approfondimento.

12 - INDAGINI GEOLOGICHE, GEOTECNICHE E GEOFISICHE

I dati necessari allo studio di microzonazione sismica sono stati ottenuti in seguito alla consultazione diretta presso l'ufficio Tecnico del Comune di Vibo Valentia di quanto in possesso dei tecnici comunali relativamente ai lavori pubblici svolti in passato sull'intero territorio comunale.

I dati definiti da una geometria puntuale sono identificati da un record progressivo che va da 1a 123; si tratta di sondaggi, prove penetrometriche dinamiche DPSH ed SCPT; i dati definiti da una geometria lineare sono identificati da un record progressivo che va da 1 a 50; si tratta di indagini sismiche a rifrazione ed indagini MASW. Si rimanda al database e ai file presenti nella cartella “**Indagini**” per la descrizione dei singoli dati riportati nella “Carta delle indagini” (stratigrafie originali dei sondaggi, diagrammi degli stendimenti geosismici, certificati delle prove di laboratorio).

L'insieme dei dati raccolti, ha permesso di disporre di un totale di circa 900 dati riferiti ai parametri puntuali e di circa 400 indagini considerate, suddivisi e rappresentati, in forma simbolica e per tipologia, secondo la legenda prevista negli standard regionali per l'informatizzazione degli studi di MS con riferimento agli Indirizzi e Criteri di Microzonazione sismica (ICMS) a cura della Presidenza del Consiglio dei Ministri, Dipartimento della Protezione Civile e catalogati e archiviati mediante software Arc-Gis. I dati rappresentati in carta sono affiancati da un record numerico progressivo che ne rappresenta l'identificativo rintracciabile nelle schede allegate.

L'ubicazione di tutte le indagini considerate, è riportata nella "Carta delle indagini" secondo le specifiche contenute nel volume “Standard di rappresentazione ed archiviazione informatica”.

13 - DESCRIZIONE DELLA CARTA GEOLOGICO TECNICA

Nella carta geologico-tecnica per la microzonazione sismica vengono rappresentate le informazioni riguardanti i litotipi affioranti, distinti in primis tra terreni di copertura e substrato geologico; lo spessore minimo delle coperture rappresentate è di 3 metri; la litologia dei terreni è stata descritta tramite sistema di classificazione Unified Soil Classification System (leggermente modificato, ASTM, 1985), e una sigla descrive l'ambiente deposizionale del litotipo. Inoltre sono riportate le forme di superficie ritenute significative quali conoidi alluvionali, orli di scarpate

morfologiche con altezza compresa tra 10 e 20 metri e creste, oltre ad elementi tettonico strutturali quali, nel caso in esame, faglie dirette e faglie dirette inferite non attive.

Vengono altresì rappresentati i seguenti elementi geologici ed idrogeologici:

- l'ubicazione di sondaggi che hanno raggiunto il substrato (con indicazione della profondità ove il substrato è stato rinvenuto) e l'ubicazione di sondaggi che non hanno raggiunto il substrato (con indicazione della massima profondità raggiunta dalla perforazione);
- l'ubicazione di misure della profondità della falda con relativa indicazione della profondità della superficie libera a partire da piano campagna. In carta sono inoltre riportate le tracce delle 2 sezioni litotecniche realizzate e mostrate nell'omonima tavola; la stessa traccia (A-B) potrà, in una successiva fase, essere utilizzata come traccia di approfondimento per lo studio delle amplificazioni di origine topografica, in particolare nella parte alta cioè dove vengono a contatto i depositi recenti con il substrato rigido alterato e fratturato, valutandone inoltre la possibile amplificazione topografica che potrebbe verificarsi nella parte più alta del centro abitato di Vibo Valentia.

Di seguito si riportano le varie unità litotecniche individuate e distinte nel territorio comunale di Vibo Valentia.

Alluvioni (Olocene): sono depositi recenti di ambiente fluviale, mobili e fissati dalla vegetazione o artificialmente, costituiti da ciottoli, sabbie e limi argillosi. Sono particolarmente diffusi in prossimità dei corsi d'acqua che attraversano il territorio comunale. Presentano geometria e composizione granulometrica irregolare con prevalenza di termini limo-sabbiosi.

Depositi di litorale recenti: sono per lo più i tipici depositi di retrospiaggia (*dune etc.*), rappresentati prevalentemente da sabbie sciolte di colore grigio chiaro biancastro a granulometria medio-fine, parzialmente fissati dalla vegetazione spontanea e da specie arbustive pioniere. Occasionalmente, in vicinanza degli impluvi, si presentano frammisti a materiale terrigeno fine, depositato da passate esondazioni e allagamenti.

I **depositi di litorale attuali** sono le tipiche sabbie di spiaggia, sciolte di colore biancastro composte principalmente da grani quarzitici e micacei a granulometria medio-grossa e ad elevato sorting. Sono ancora soggette ad alterne fasi di deposito e trasporto lungo la linea di costa con continui rimaneggiamenti insieme a materiale più grossolano (*ghiaie*).

Depositi elu ~ colluviali e alluvioni fissate dalla vegetazione (Olocene): depositi incoerenti costituiti da materiali litoidi spigolosi a pezzatura diversa immersa in matrice fine derivante da azioni antropiche o dal disfacimento delle formazioni limitrofe ed accumulatisi ai piedi dei versanti per azione gravitativa o lungo le pendici dei versanti per alterazione chimico fisica dei terreni. Presentano scarsa resistenza all'erosione ed elevata permeabilità, valori di Vs pari a circa

250 m/s, angoli di attrito 25-30 gradi sono sciolti talvolta scarsamente addensati e una densità relativa d_r pari a 25.

Depositi continentali (Pleistocene): sono limi sabbiosi e limi argillosi di colore bruno rossastro con frequenti livelli di ghiaie fini e frammenti lapidei di natura granodioritica. Per la loro elevata friabilità sono rinvenibili solo come coltri di copertura alla sommità delle superfici di terrazzo, mentre localmente, alla base dei principali pendii, si presentano come vere e proprie falde di detrito con ammassi caotici ridepositati da ripetuti movimenti gravitativi. Presentano scarsa resistenza all'erosione ed elevata permeabilità, valori di V_s pari a circa 250 m/s, angoli di attrito 25-30 gradi sono scarsamente addensati e una densità relativa d_r pari a 35 -40.

Sabbie (Calabriano): sabbie a grana da fine a grossolana con silt bruno-chiari, moderatamente costipate e localmente intercalate da arenarie; si rinviene una ricca e variata microfauna con presenza di frammenti fossiliferi. Presentano una scarsa resistenza all'erosione. Questi materiali, di origine marina e databili nel pliocene superiore, hanno estensione areale piuttosto limitata. Pas-Argille siltose (Pliocene Medio-Calabriano) Questa formazione è composta da argille, argille siltose e silts, da grigie a bruno-chiare con locali intercalazioni di sabbie a grana da media a grossolana. Nella parte superiore contengono una ricca microfauna a foraminiferi calabriana. Questi materiali sono caratterizzati da bassa permeabilità e scarsa resistenza all'erosione. Affioramenti nella parte meridionale del territorio comunale.

Presentano scarsa resistenza all'erosione ed elevata permeabilità, valori di V_s pari a circa 350 m/s, angoli di attrito 30 gradi sono mediamente addensati e una densità relativa d_r pari a 50.

Argille e argille siltose (Pliocene Medio - Miocene): argille, argille siltose e silts, da grigie a bruno-chiare con locali intercalazioni sabbiose. Le argille contengono una ricca e variata microfauna con associati frammenti microfossili comprendente forme caratteristiche del Pliocene Superiore. Questi materiali sono caratterizzati da bassa permeabilità e scarsa resistenza all'erosione. Lungo i pendii più ripidi possono dar luogo a movimenti franosi. Costituiscono il litotipo più diffuso affiorante nel territorio comunale

Presentano scarsa resistenza all'erosione una bassa permeabilità, valori di V_s pari a circa 350-400 m/s, sono mediamente consistenti.

Calcere evaporitico (Miocene): è il tipico materiale depositatosi nell'ambiente a circolazione ristretta, che si è instaurato nel mediterraneo nel corso del *messiniano*. Si presenta come calcare marnoso e marne calcaree di colore bianco giallastro, talora arenacee, spesso in bancate di spessore variabile dotate di discreta resistenza meccanica e permeabilità estremamente irregolare.

Basamento cristallino metamorfico (paleozoico)

Questo complesso è composto da Gneiss biotitico-sillimanitico-granatiferi a grana da fine a grossolana, occasionalmente granatiferi (Paleozoico), variano da gneiss granulitici e scisti, talvolta granatiferi e generalmente con scistosità pronunciata, a gneiss granitoidi grossolani con scistosità mal riconoscibile, spesso con grossi granati (fino a 0,5 centimetri di diametro).

Si presentano altamente fratturati ed alterati, valori di Vs pari a maggiori di 800 m/s, sono estremamente consistenti.

14 - ILLUSTRAZIONE DELLE CARTE DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA

Nella *Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS)* sono state rappresentate le microzone omogenee, individuate sulla base di osservazioni geologiche e geomorfologiche e in relazione all’acquisizione, valutazione ed analisi dei dati geognostici e geofisici. Tali zone sono state differenziate in base alle caratteristiche lito-stratigrafiche, correlate a differenti tipologie di effetti prodotti dall’azione sismica (amplificazioni, instabilità di versante, ecc.).

Di particolare importanza a questo scopo è risultata la ricostruzione del modello geologico tecnico dell’area, l’individuazione dei litotipi costituenti il substrato rigido (ovvero dei materiali caratterizzati da valori delle velocità di propagazione delle onde di taglio S significativamente maggiori di quelli relativi alle coperture localmente presenti) e da una stima di massima del contrasto di impedenza sismica atteso.

Il presente studio ha identificato n.18 microzone differenziate in base alla presenza o meno di coperture; ove fossero presenti in base alle dimensioni granulometriche, alle loro alternanze, allo spessore, al grado di consistenza o al grado di addensamento, in rapporto alla presenza di un bedrock sismico o non sismico, valutabile dalla presenza o meno di un contrasto di impedenza sismica.

DESCRIZIONE delle MICROZONE OMOGENEE presenti nella CARTA MOPS

Segue la descrizione nel dettaglio di ogni singola Zona individuata, inserita nella Carta MOPS del presente studio.

- ***ZONE STABILI***

Non sono state cartografate; l’intera area è suddivisa tra zone stabili suscettibili di amplificazioni locali e zone suscettibili di instabilità.

- ***ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI***

Zona 0 è rappresentata da substrato lapideo stratificato avente velocità media delle onde di taglio prossima agli 800 m/s; l'area di studio è costituita dal basamento cristallino metamorfico di età paleozoica. Si presenta altamente fratturato ed alterato nella porzione superficiale e moderatamente consistente. La zona ricade maggiormente nella parte settentrionale e nord orientale rispetto al centro abitato, in particolare nelle zone di versante che raccordano la parte elevata su cui sorge l'abitato del capoluogo con le zone litoranee sottostanti.

Zona 1: è rappresentata da terreni di copertura di spessori < di 3 m poggianti sul calcare evaporitico miocenico talora arenaceo, presentante scarsa resistenza all'erosione, di spessore variabile tra 15 e 20 m. Seguono le argille mioceniche di spessore variabile tra 80 e 100 m. Tali argille sono caratterizzate da una permeabilità da bassa a moderata, una scarsa resistenza all'erosione e sono mediamente consistenti. E' osservabile in particolare a monte dell'abitato della frazione Bivona in corrispondenza dello stabilimento "Italcementi", alla base dell'abitato di Vibo verso la frazione Piscopio ed al confine con il territorio comunale di San Gregorio d'Ippona.

Zona 2: è formata da terreni di copertura (spessore <3 m) caratterizzati da sabbie conglomeratiche da sciolte a poco addensate (dr 25%-35%) ed in alcuni casi limose presentanti una scarsa resistenza all'erosione e poggianti sulle sabbie mioceniche (lo spessore può variare tra 15 e 20 m) rappresentanti in alcune aree il substrato granulare cementato essendo caratterizzate da un diverso grado di cementazione, per poi passare al substrato lapideo stratificato alterato intensamente fratturato. Si tratta di una zona molto estesa che si rinviene nella porzione ovest del territorio comunale. In particolare, nell'area del centro abitato di Vena Inferiore il grado di cementazione delle sabbie mioceniche risulta essere molto alto, mentre al confine con il territorio comunale di Cessaniti il grado di cementazione risulta essere di grado inferiore.

Zona 3: è formata da terreni di copertura (spessore < 3 m) da sciolti a poco addensati presentanti una scarsa resistenza all'erosione per poi passare alle sabbie mioceniche con spessori che vanno dai 15 ai 20 m e chiudere con le argille - argille siltose plioceniche (spessore di circa 50 m) con sporadiche intercalazioni sabbiose presentanti una scarsa resistenza all'erosione e una consistenza variabile (bassa nella parte superficiale e moderatamente elevata nella parte più profonda). Tale situazione si manifesta prevalentemente nei terrazzi presenti a monte dell'abitato della frazione Porto Salvo.

Zona 4: è rappresentata dalla coltre detritica elu - colluviale (spessore < di 5 metri) poco addensata con granulometrie generalmente medie e grossolane, di origine sia continentale che marina poggiate su un secondo livello costituito da sabbie mioceniche (lo spessore può variare

tra 15 e 20 m) per poi passare al substrato lapideo stratificato alterato intensamente fratturato. Si ritrova nella parte occidentale del territorio comunale in corrispondenza dei corsi d'acqua.

Zona 5: è formata da un primo livello di terreni di copertura (spessore < 3 m), da un secondo livello di argille - argille siltose (spessore compreso tra 10 e 15 m) con sporadiche intercalazioni sabbiose presentanti una scarsa resistenza all'erosione poggianti sulle sabbie medie e grossolane con grado di addensamento medio-elevato con spessori superiori agli 80 m poggianti a loro volta sul substrato granulare spesso circa 100 metri. Si ritrova in particolare nelle aree a monte dei centri abitati di Porto Salvo e Bivona.

Zona 6: è costituita da sabbie limose e limo-sabbiose poco addensate con uno spessore variabile tra i 10 e 20 m poggianti su di un substrato lapideo alterato intensamente fratturato. Individua vaste aree del territorio comunale ed in particolare il centro abitato del capoluogo.

Zona 7: è costituita da un primo livello di sabbie limose e limo-sabbiose poco addensate con uno spessore variabile tra i 10 e 20 m, da un secondo livello di argille - argille siltose (spessore compreso tra 5 e 10 m) con sporadiche intercalazioni sabbiose presentanti una scarsa resistenza all'erosione poggianti sulle sabbie medie e grossolane con grado di addensamento medio-elevato con spessori di 40 – 50 m.

Zona 8: è formata da terreni di copertura (spessore <5 m) caratterizzati da sabbie conglomeratiche in alcuni casi limose presentanti una scarsa resistenza all'erosione, da un secondo livello di argille - argille siltose (spessore compreso tra 5 e 10 m) poggianti sul calcare evaporitico miocenico talora arenaceo, presentante scarsa resistenza all'erosione (spessore < 50 m).

Zona 9: è rappresentata dalla coltre detritica eluvio e colluviale (spessore < di 5 metri) poco addensata poggianti sullo strato delle argille - argille siltose (spessore > di 100 m) con sporadiche intercalazioni sabbiose presentanti una scarsa resistenza all'erosione e una consistenza variabile (bassa nella parte superficiale e moderatamente elevata nella parte più profonda). La zona caratterizza le zone d'impiuvio e i corsi fluviali a sud- est del centro abitato della frazione Piscopio.

Zona 10: è formata da un terreno di copertura inferiore ai 3 m per poi passare allo strato delle argille - argille siltose (10-20 m) con sporadiche intercalazioni sabbiose presentanti una scarsa resistenza all'erosione e una consistenza variabile (bassa nella parte superficiale e moderatamente elevata nella parte più profonda), per poi passare alle sabbie mioceniche con spessori che vanno dai 30 ai 40 m poggianti a loro volta sul sub-strato lapideo alterato. Tale area caratterizza piccole porzioni del territorio comunale.

Zona 11: è formata da terreni di copertura (spessore < 5 m) caratterizzati da sabbie conglomeratiche in alcuni casi limose presentanti una scarsa resistenza all'erosione. Seguono le sabbie limose e limo-sabbiose plioceniche poco addensate con uno spessore variabile tra i 10 e 20 m e le argille - argille siltose con spessore compreso tra 80 - 100 m. Interessa il centro abitato di Piscopio.

Zona 12: è costituita da sabbie limose e limo-sabbiose poco addensate con uno spessore variabile tra i 15 e 20 m. Successivamente è presente lo strato delle argille - argille siltose (spessore > 80 m) con sporadiche intercalazioni sabbiose presentanti una scarsa resistenza all'erosione e una consistenza variabile (bassa nella parte superficiale e moderatamente elevata nella parte più profonda). Tale situazione si manifesta prevalentemente nella zona compresa tra i terrazzi morfologici e la valle del Mesima, in particolare all'intorno dell'abitato della frazione Piscopio.

Zona 13: è costituita da sabbie limose e limo-sabbiose plioceniche poco addensate con uno spessore variabile tra 30 e 40 m, poggiante sul substrato lapideo stratificato alterato intensamente fratturato.

Zona 14: è formata da terreni di copertura (spessore < 3 m) da sciolti a poco addensati presentanti una scarsa resistenza all'erosione poggianti sulle argille mioceniche di spessore superiore a 50 m. Tali argille sono caratterizzate da una permeabilità da bassa a moderata, una scarsa resistenza all'erosione e sono mediamente consistenti. Si passa poi alle sabbie mioceniche (lo spessore può variare tra 30-40 m).

Zona 15: è costituita da un primo livello di sabbie medie e grossolane con rari clasti poligenici di origine continentale con grado di addensamento medio elevato dello spessore inferiore a 10 m; un secondo livello di sabbie mioceniche (lo spessore può variare tra 20 e 30 m) per poi passare al substrato lapideo stratificato alterato intensamente fratturato.

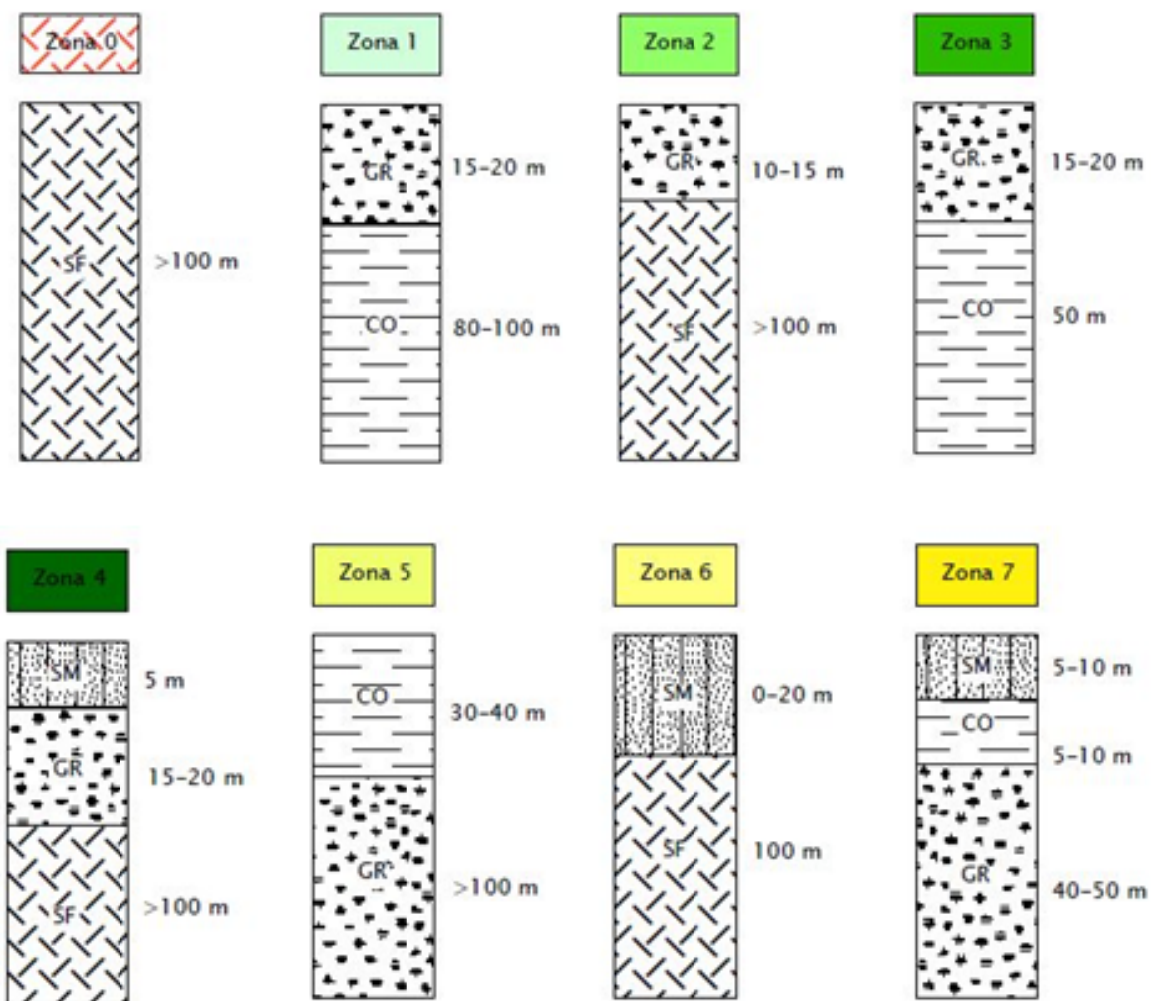
Zona 16: è rappresentata dalla coltre detritica elu-colluviale di spessore variabile tra i 5 e 10 metri poggiante su granulare cementato. Tale situazione litostratigrafica è sede di un contrasto di impedenza sismica presumibilmente elevato. Tale caratteristica si rinviene in corrispondenza delle zone morfologicamente depresse ed in particolar modo alla base dei versanti presenti nella zona di Portosalvo.

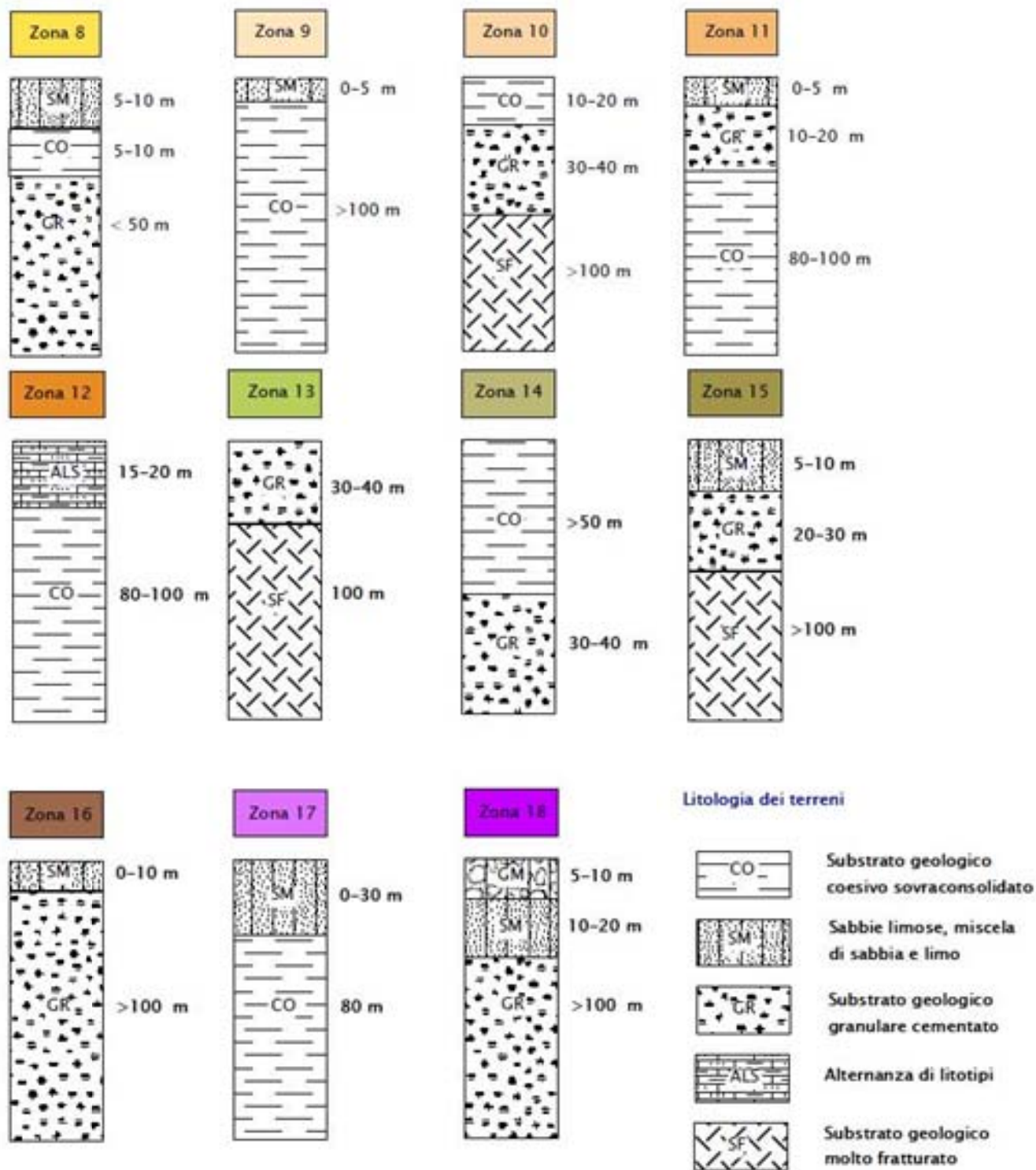
Zona 17: è rappresentata dalla coltre detritica elu-colluviale di spessore variabile tra i 1 e 30 metri rappresentata in prevalenza dalle sabbie poggiante su sub-strato coesivo. Tale situazione litostratigrafica è sede di un contrasto di impedenza sismica presumibilmente elevato. Tale caratteristica si rinviene in corrispondenza della frazione Porto Salvo e Bivona ed in parte nella zona del Pennello di Vibo Valentia Marina.

Zona 18: è rappresentata dai depositi di falda detritica di spessore variabile tra i 5 e 10 metri poggianti sulla coltre detritica elu-colluviale di spessore variabile tra i 10 e i 20 metri rappresentata in prevalenza dalle sabbie poggianti a loro volta sul substrato granulare cementato. Tale zona si rinviene in corrispondenza delle conoidi detritiche presenti nella zona di raccordo tra il versante e la piana alluvionale, aree compresa tra Porto Salvo e il centro abitato di Vibo Valentia Marina.

Di seguito si riportano le stratigrafie delle varie zone, della carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica.

Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali: descrizione stratigrafica





• **ZONE SUSCETTIBILI DI INSTABILITA'**

Nelle aree studiate sono stati osservati numerosi fenomeni di instabilità particolarmente rilevanti laddove la pendenza assume valori alti; ciò è dovuto soprattutto alla scarsa cementazione e alla facile erodibilità e disgregabilità dei materiali presenti. Nei periodi di piogge intense, l'azione delle acque, oltre a causare fenomeni di ruscellamento superficiale e di erosione lineare, crea una serie

di fenomeni di dissesto spesso superficiali e di modeste dimensioni, caratterizzati da un continuo arretramento delle scarpate.

In tali aree più frequenti fenomeni rilevati sono *colate, colate superficiali, colamenti diffusi ed erosione areale intensa* mentre i principali fattori che li controllano sono *litologia, uso del suolo e pendenza*.

Le zone suscettibili di instabilità più estese si trovano lungo il costone sovrastante la strada statale n°18 e sui versanti più scoscesi dei principali impluvi che defluiscono verso la piana alluvionale di Porto Salvo, in corrispondenza di affioramenti delle *sabbie mioceniche* e della roccia del *complesso metamorfico*.

Nelle sabbie si assiste prevalentemente a scorrimenti roto-traslativi, in genere lungo i versanti più acclivi ed in presenza di livelli idrici, per lo più localizzati in corrispondenza di orizzonti argillosi all'interno della stessa o di veri e propri strati riconducibili a locali episodi sedimentari.

Più raramente le stesse formazioni sabbiose possono generare frane per crollo, la dove affiorano su scarpate sub-verticali con una discreta cementazione, causate per lo più da fenomeni di scalzamento al piede, o per progressivo degrado delle caratteristiche meccaniche da parte degli agenti meteorici.

Le frane superficiali si manifestano con maggiore frequenza su superfici con pendenze medie comprese fra i 12 ed i 42 gradi, con un picco compreso fra i 27 ed i 36 gradi. Oltre i 42 gradi di pendenza sono rari, evidentemente, i presupposti per lo sviluppo di coperture capaci di dare luogo a questa tipologia di movimenti franosi.

Invece le *argille plioceniche* e i *depositi continentali* sono le formazioni maggiormente interessate da *erosione areale intensa*, che complessivamente rappresentano più del 45% delle superfici erose.

I depositi continentali, affiorano generalmente sulle superfici a minor pendenza, mentre le argille rappresentano la formazione dominante la dorsale che si estende a SE dell'abitato di Piscopio sui fianchi della quale, la limitata permeabilità tipica di questo litotipo, tende a favorire il ruscellamento superficiale diffuso che, grazie alle notevoli pendenze di quelle aree, può acquisire una notevole capacità erosiva.

Le argille danno luogo, per lo più, a movimenti di tipo “colata” o “scorrimento-colata”, che possono manifestarsi anche lungo pendii poco acclivi, soprattutto dove la morfologia favorisce la concentrazione e l'infiltrazione delle acque di ruscellamento superficiale.

Le coltri alluvionali di fondovalle e le falde detritiche alla base dei principali versanti, rappresentano i materiali mobilitabili per dar luogo a flussi di detrito (*debris flow*), lungo gli impluvi più modesti, o a flussi iperconcentrati (*hyperconcentrated flow*) lungo gli impluvi principali, in occasione di eventi di pioggia fuori dalla norma.

Per maggiori dettagli si rimanda alla carta delle microzone omogenee di livello 1.

CONSIDERAZIONI SULLA SUSCETTIBILITÀ ALLA LIQUEFAZIONE

La liquefazione è un processo in seguito al quale un sedimento che si trova al di sotto dellivello della falda perde temporaneamente resistenza e si comporta come un liquido viscoso a causa di un aumento della pressione neutra e di una riduzione della pressione efficace.

La liquefazione ha luogo quando la pressione dei pori aumenta fino a eguagliare la pressione intergranulare.

L'incremento della pressione neutra è indotto dalla tendenza di un materiale sabbioso a compattarsi quando è soggetto ad azioni cicliche di un sisma, con conseguente aumento del potenziale di liquefazione del terreno.

Il fenomeno di liquefazione può essere ottenuto dalla combinazione di:

11.1 FATTORI PREDISPONENTI

- ✓ Terreno saturo, non compattato, non consolidato, sabbioso limoso o con poca argilla;
- ✓ Distribuzione granulometrica, uniformità, saturazione, densità relativa, pressioni efficaci di confinamento, stato tensionale in sito.

11.2 FATTORI SCATENANTI

- ✓ La sismicità: magnitudo, durata, distanza dall'epicentro, accelerazione in superficie.

Generalmente la liquefazione si verifica in depositi recenti di sabbia e sabbia siltosa, depositi che spesso si trovano negli alvei fluviali o aree di costa.

I terreni suscettibili al fenomeno di liquefazione sono:

- ✓ Suoli non coesivi e saturi (*sabbie e limi, occasionalmente ghiaie*) con contenuti di fini plastici relativamente bassi;
- ✓ Suoli costituiti da particelle relativamente uniformi;
- ✓ Depositi sabbiosi recenti (*Olocenici*).

Per valutare il potenziale di liquefazione nel contesto del presente lavoro è stata utilizzata l'analisi qualitativa, basata sulle osservazioni delle caratteristiche sismiche, geologiche e geotecniche dei siti interessati o potenzialmente interessati dal fenomeno della liquefazione.

Tali osservazioni, effettuate sulla base dei dati disponibili, evidenziano, nella quasi totalità dei casi, la presenza di depositi costituiti da materiali ben classati, con percentuali elevate di materiali fini (< 0.002 mm), e con presenza non trascurabile di ghiaie, che i terreni analizzati, hanno scarsa suscettibilità alla liquefazione.

Essendo quindi la valutazione relativa alla suscettibilità alla liquefazione puramente qualitativa, in sede di predisposizione dei piani complessivi di intervento o dei piani attuativi o, in loro assenza, in sede di predisposizione dei progetti edilizi dovrà comunque essere verificata la stabilità nei confronti della liquefazione secondo il paragrafo 7.1.1.3.4 delle NTC/08.

Il limite dell'area potenzialmente liquefacibile, cartografato nella carta delle MOPS, è pertanto indicativo e dovrà essere verificato con indagini specifiche nel corso di successivi studi.

14 INTERPRETAZIONI ED INCERTEZZE

Il presente studio ha permesso di identificare n.16 microzone omogenee, differenziate in base alla presenza o meno di coperture; ove fossero presenti in base alle dimensioni granulometriche, alle loro alternanze, allo spessore, al grado di consistenza o al grado di addensamento, in rapporto alla presenza di un bedrock sismico o non sismico, valutabile dalla presenza o meno di un contrasto di impedenza sismica. Lo svolgimento del presente studio permette di calibrare e normare negli strumenti pianificatori successivi, gli indirizzi e le prescrizioni relative alle zone di studio; si evidenzia comunque come questo strumento risulta un fondamentale strumento di progettazione, ma che dovrebbe essere oggetto di approfondimenti e dettagli successivi dettati dalla presenza di nuove prove eseguite all'interno del territorio, permettendo dunque una classificazione più precisa della cartografia ora prodotta con l'indicazione del fattore di amplificazione sismica.

In particolare rimangono delle incertezze riguardo:

- individuazione del bed rock sismico nel centro abitato di Vibo Valentia;
- individuazione limite dell'area potenzialmente soggetta a liquefazione.

Perciò al fine di poter meglio discretizzare e caratterizzare da un punto di vista sismo-stratigrafico il territorio comunale di Vibo Valentia (VV) nonché di ridurre al minimo tali incertezze si consiglia condurre una campagna d'indagini più approfondita svolta attraverso:

- Prospezioni sismiche di tipo passivo quali HVSR e Remi in numero almeno corrispondente alle microzone omogenee individuate ;
- Individuazione dell'ubicazione dei pozzi esistenti di profondità maggiore a 100 metri al fine di individuare direttamente il substrato rigido; tale attività non è stata svolta in questo studio a causa del poco tempo disponibile e della difficoltà a reperire dati a causa dell'assenza di dati informatizzati.

Ulteriori indagini dovranno essere finalizzate all'individuazione del limite dell'area potenzialmente liquefacibile, cartografato nella carta delle MOPS, che attualmente ha un elevato grado d'incertezza.

Inoltre nelle aree a ridosso delle strutture tettoniche principali, individuate nella carta geologico – tecnica come faglie attive e capaci, sarebbe opportuno effettuare studi di risposta sismica locale (RSL) anche per edifici non ricadenti in categoria d'uso III e IV.

Il metodo HVSR consiste nello studio del rapporto spettrale tra le componenti orizzontali del rumore e quella verticale (H/V spectrum).

Il valore di tale rapporto è direttamente correlato con la frequenza di risonanza determinata dal passaggio tra due strati con una differenza significativa del contrasto di impedenza (velocità delle onde sismiche e densità del materiale).

La tecnica HVSR è pertanto in grado di fornire stime affidabili delle frequenze principali di risonanza dei sottosuoli e dall’analisi della funzione di trasferimento registrata per sito è possibile ricostruire l’andamento della velocità delle onde di taglio con la profondità (Vs-z).

In particolare perciò, le prospezioni sismiche di tipo passivo quali HVSR e Remi porterebbero all’individuazione delle frequenze di risonanza principali del sito permettendo di indicare le tipologie edilizie che potranno subire la massima amplificazione del moto del suolo per effetto della doppia risonanza.

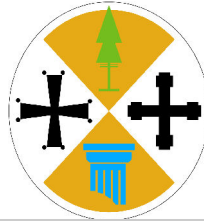
Il Geologo
Carlo Artusa

Riferimenti Bibliografici

- Relazione sulle indagini geognostiche del Piano strutturale Comunale;
- Master Plan per la sistemazione dei versanti e dei pendii instabili - Master plan per le sistemazioni fluviali– Relazione geomorfologica;
- Studio idraulico e geomorfologico per la definizione degli areali a rischio idrogeologico del territorio – Relazione geomorfologica.



PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile



CONFERENZA DELLE REGIONI E
DELLE PROVINCE AUTONOME

Attuazione dell'articolo 11 dalla legge 24 giugno 2009, n.77

MICROZONAZIONE SISMICA

Sezioni litologico–tecniche

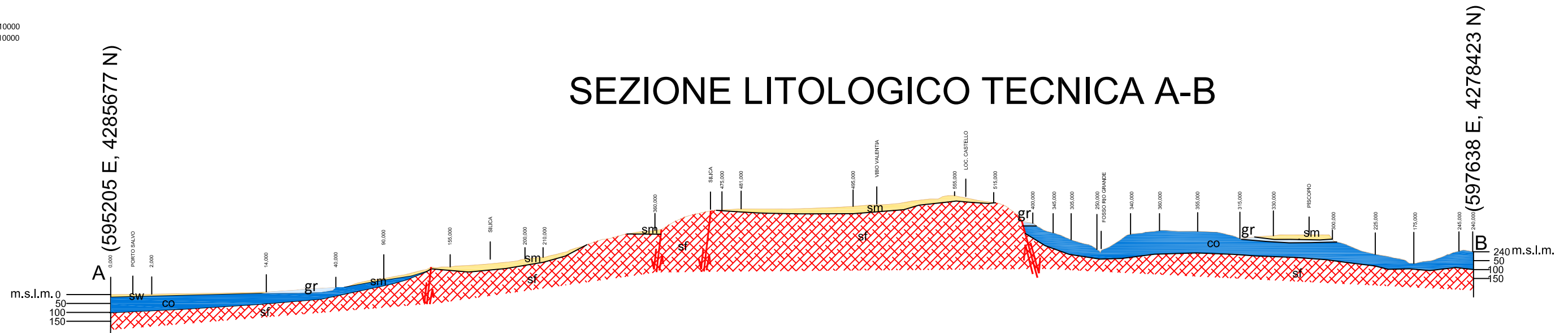
Regione Calabria
Comune di Vibo Valentia



Regione	Comune di Vibo Valentia (VV) I tecnici: Geol. Carlo Artusa	Data
---------	--	------

SCALA H 1/10000
SCALA V 1/10000

SEZIONE LITOLOGICO TECNICA A-B



SCALA H 1/10000
SCALA V 1/10000

SEZIONE LITOLOGICO TECNICA C-D

