

# CITTA' METROPOLITANA DI REGGIO CALABRIA

SETTORE DIFESA DEL SUOLO E SALVAGUARDIA DELLE COSTE  
EDILIZIA E IMPIANTISTICA SPORTIVA  
AMBIENTE ENERGIA E DEMANIO IDRICO E FLUVIALE

## **DIFESA COSTIERA SUL LITORALE DEL COMUNE DI CAULONIA (RC)**

**PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO**

**RELAZIONE GEOLOGICA**

Tavola N.

**G.2.1**

*Reggio Calabria, Aprile 2017*



Figura 3.4. Foto Carlo (1982) - Il Mare nel tempo / foto di Roberto Rindler - Scandola  
Suaguardiamare.org

**RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO**

*arch. Giuseppe Bencivinni*

**Geologo**

*geol. Pasquale Iacopino*

## **INDICE**

<b>PREMESSA</b>	<b>PAG. 3</b>
<b>G.2.1 CONSIDERAZIONI GENERALI</b>	<b>PAG. 3</b>
<b>G.2.2 LITOTIPI AFFIORANTI RILEVATI( foce F.ra Amusa- foce f.ra Allaro )</b>	<b>PAG. 5</b>
<b>G.2.3 GEOMORFOLOGIA</b>	<b>PAG. 5</b>
<b>G.2.4 ASSETTO GEOLOGICOSTRUTTURALE</b>	<b>PAG. 7</b>
<b>G.2.5 CLIMATOLOGIA</b>	<b>PAG. 7</b>
<b>G.2.6 TRASPORTO SOLIDO CONTINENTALE</b>	<b>PAG. 8</b>
<b>G.2.7 GEOMORFOLOGIA ARENILE DI CAULONIA</b>	<b>PAG. 11</b>
<b>G.2.8 INQUADRAMENTO SISMICO (Eurocodici, D.M. 14.01.2008 )</b>	<b>PAG. 13</b>
<b>G.2.9 CENNI SEDIMENTOLOGICI APPLICATI</b>	<b>PAG. 21</b>
<b>G.2.10 DESCRIZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE</b>	<b>PAG. 23</b>
<b>G.2.11 GEOLOGIA APPLICATA</b>	<b>PAG. 24</b>

# REGIONE CALABRIA

## AMMINISTRAZIONE PROVINCIALE DI REGGIO CALABRIA

### PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

#### “LAVORI DI DIFESA COSTIERA SUL LITORALE DI CAULONIA ( RC ).”

#### RELAZIONE GEOLOGICA

DISCIPLINARE D'INCARICO” SOTTOSCRITTO il 19.12.2016. DETERMINA f/s, Prog. Serv. 711 del 29.12.2016, Reg. Settore n° 1 del 05.01.2017.

RELAZIONE GEOLOGICA, SISMICA, SEDIMENTOLOGICA di I Livello, descrittiva, e GEOTECNICA (per la parte di competenza dei Geologi: Valori geotecnici, Coordinate Situ, Dati disaggregati, parametri e coefficienti sismici affioramenti litoidi, RSL

#### **Normativa di riferimento per le Funzioni dei Geologi nelle Opere d'ingegneria:**

D.M. 18.11.1971, D.M. 11.03.'88, D.lgs. 163/2006, DPR 207/2010, D.Lgs. n.50/2016, DPR328/2001 come richiamato dalla Circ. Regionale Prot. n° 357451 del 15.11.2013), D.M. 11.03.1988, Legge 109/94, art. 17, 14 quinquies, D.Lgs 163/2006, art.91, comma3.Sentenza Consiglio di Stato N. 01595/2016, REG. PROV.COLL. N. 09675/2015 REG.RIC.

#### PREMESSE

Lo studio geologico riguarda la realizzazione di un tratto di Muro paraonde, fondato su pali con paramento di valle inclinato ( 55° -:- 68° ), coronamento aggettante a mare ( mitigazione dell'”Over-Topping” e parziale dissipazione energia onda riflessa), con Berma-Filtro passante in massi naturali di II e III categoria, con funzione di Filtro e Difesa Radente antisifonamento per frangenti collassanti al piede del Muro a morfologia “ Surging” e Plunging ( Iribarren, Hudson, Van Deer Meer).

Il geologo fa proprie le Linee Guida, APQ 2006, come prescrive il PSEC 2016 (ABR) nelle Norme Tecniche d'Attuazione, art. 7 commi 1,2,3, nel contempo segue anche l'indirizzo delle Linee Guida redatte dal Comitato Istituzionale della Regione Campania, applica la Circolare MM.LL.PP.151/1991, specialmente per definire le caratteristiche **tessiturali dei sedimenti della spiaggia emersa e dei sedimenti di fondo**, punto 2.2.5 (Analisi Sedimentologica descrittiva di I livello e cenni di Analisi Dinamica con esplicitazione del Diagramma di Rivière e dimensionamento Massi per la realizzazione della Berma radente al Piede del Muro Paraonde, punto, 3.3.2.

Altrei', sono stati esaminati gli studi ed i rilievi eseguiti nel 2003, per conto della Regione Calabria : “*Indagine conoscitiva delle coste calabresi “-ATI Thecnital et Alii, anno 2003.*

Lo Studio Geologico e' supportato da Rilievi Batimetrici, Modello numerico (Mike 21), Studio Meteo-marino, Prelievo campioni dei sedimenti di fondo e della spiaggia emersa (101 campioni), allegati ai Progetti precedenti: *il progetto APQ (2008) è corredato dal parere favorevole del Nucleo Scientifico di valutazione dell'ABR, dell' Ufficio V.I.A. Regionale del 30.01.2009 e di tutti gli altri Pareri, compreso quello ai sensi del D.M. 14.01.2008.*

Per l'Attuale Progetto Definitivo ed Esecutivo Sono stati eseguiti i Rilievi topografici e le Indagini geognostiche, previste dal D.M. 14.01.2008 (NTC), dopo aver consultato i Funzionari Regionali ai primi di Dicembre.

Il tratto di Lungomare su cui intervenire e' stato indicato dal Committente, scelta obbligata oltre che scientifica.

Il Paraggio su cui insiste il settore di traversia principale e secondario e' delimitato a SW dalla foce della fra Amusa e a NE dalla foce della fra Allaro: la linea di riva si sviluppa con forma convessa a largo raggio di curvatura il cui apice coincide con la piazzetta con fontana.

#### **G.2.1 CONSIDERAZIONI GENERALI**

Le scienze geologiche valutano la Difesa Costiera e la Riqualficazione Ambientale degli arenili in erosione o in espansione, analizzando l' Ecosistema Costiero ( Componente fisica, Componente biopedologica e Componente antropica) come attuale momento statico di cicli dinamici eustatici nel breve, medio, lungo periodo ( glaciazioni e fasi interglaciali nell'Era Quaternaria).

Il livello attuale della linea di riva del Mediterraneo si e' abbassato, durante le glaciazioni, si e' alzato nelle fasi interglaciali. Il picco Würmiano e' datato 7.000-:-8.000 anni fa, la cui oscillazione e' di circa 20 m. nel Tirreniano I° e circa 10 m. nel Tirreniano II°.

L'ultimo ciclo trasgressivo, circa 0,50/1,50 m. ( Fiandriano e Versiliano ), ha determinato gli attuali ambienti deposizionali delle litoclastiti continentali ( Alluvioni, Conoidi di foce e Dune stabilizzate ), delle Dune mobili ( Cordoni dunali e spiagge emerse) in erosione e in espansione nonche' dei sedimenti di fondo.

In questo contesto paleogeografico Jonico, le scienze geologiche finalizzano le Indagini geomorfologiche, le Analisi granulometriche e le Analisi sedimentologiche costiere per l'identificazione delle cause dell'erosione o della espansione delle spiagge:

- siano esse cause fisiche ( scarse precipitazioni atmosferiche che di fatto riducono i valori energetici dei volumi defluenti con conseguente riduzione dei volumi delle portate solide versate in mare),
- siano esse concause antropiche ( regimazione idraulica non corretta lungo il reticolo idrografico che insiste sulla Unita' fisiografica e paraggio di Caulonia, forestazione areale nei bacini delle f.re Amusa ed Allaro, inerbimento dell'asta terminale con mancanza di azioni di riprofilatura golenale e diserbo, Briglie trasversali a monte e a valle delle luci dei ponti stradali e ferroviari che riducono le velocita' delle torbide ed accumulano sedimenti in alveo, infrastrutture pubbliche e private, presidiate da difese rigide come muri paraonde, scogliere radenti, ad alta e media riflessione, interagenti con il moto ondoso).

L'erosione dell'arenile, frontaliero il Lungomare asfaltato e sterrato, tra le foci delle f.re Allaro (Est) e f.ra Amusa,(Ovest) e' valutata secondo 3 parametri morfosedimentari:

- a- evoluzione linea di riva,
- b- apice di spiaggia emersa-ciglio Duna e quota Duna vegetata antropizzata,
- c- parametri sedimentologici : parametri statistici di Folk e Ward, Inman e Folk, Trask (s0), Folk-Inman in termini di  $\sigma$ ,  $\phi$ ,  $\theta$ 
  - aa- l'evoluzione della linea di riva e' valutata confrontando le carte storiche disponibili nell'arco temporale.
  - bb- la situazione morfodinamica della spiaggia e' valutata specialmente tra la quota intertidale della battigia (  $\pm 0,30$  m rispetto al SWL o livello mare) e la quota dell'altezza massima raggiungibile dall'onda incidente: morfologia "Plunging", lungo il profilo trasversale della spiaggia emersa o arenile sabbioso, **Run Up**, morfologia "Surging", allorché dissipa l'energia contro il fronte dei Cigli dunali o delle Dune sottoferrovia antropizzate come nel caso di Caulonia oltre che su berme radenti antropiche.
  - cc- i parametri statistici, Classazione e Asimmetria, consentono di valutare le caratteristiche tessiturali dei sedimenti di spiaggia che se in erosione si avranno valori bassi di  $\sigma$  (spiccata classazione) e Skweness negativo (asimmetria)

Ovviamente, sono stati determinati i parametri Mean Size, Kurtosis, e' stato diagrammato il granulo medio con la profondita' ( Mc Cammon), sono state evidenziate le caratteristiche granulometriche con i diagrammi di Shepard, Friedman, Riviere etc.( Analisi granulometriche eseguite presso il laboratorio autorizzato LAGIC, Progetto APQ). Le analisi granulometriche e l'analisi dinamica sui sedimenti di fondo mobile, indicano che il trasporto longshore e' determinato dai *campi di corrente regnanti* da NE- E) e dominanti da S-E. .

Così' definita la situazione morfosedimentaria dei sedimenti emersi e sommersi, e' stato stimato il trasporto solido ( W ) che il reticolo idrografico versa in mare, lungo l'Unita' Fisiografica, mediante il metodo di Gravelovic ( 1959), utilizzato nei bacini a carattere torrentizio dei Balcani di S-E ( Zemljic 1971) .

Il Paraggio di Caulonia, tra la foce della F.ra Allaro e la foce della f.ra Amusa, e' stato contestualizzato nell'ecosistema litoraneo, tenendo conto anche dello studio meteomarinario redatto in sede di progetto APQ.

Lo Stato di mare in acque basse o SurfZone incidente sul Paraggio di Caulonia e' stato analizzato tenendo conto dell'Ondametro di Crotone per cui la **linea di riva e' orientata da 50° a 230° N la cui normale risulta 320° N**. Il Trasporto solido longitudinale e' orientato da NE a SW.

Definito il modello fisico, individuate le cause fisiche e le concause antropiche dell'erosione in atto o possibile, si possono **valutare e adottare, in termini di benefici-costi, i " correttivi progettuali compensativi" per ridurre il Rischio e**

la messa in sicurezza del patrimonio pubblico e privato interagente con loto Moto Ondoso. L'equazione di riferimento e' la seguente :

$$R = P V E$$

( R = Rischio, P = Pericolosità, V = Vulnerabilità, E = Valore degli elementi antropici e fisici da difendere)

Nel caso specifico di Caulonia, il cordone dunale sabbioso, granulare ( Scala Wentworth) sta subendo, dal 1954, cicli di erosione con arretramento della linea di riva e riduzione volumetrica localizzata ed avanzamenti recenti dopo il 2015.

Negli ultimi 33 anni, dal 1974 al 2007, *il muro paraonde*, realizzato dal genio Civile, a presidio del Lungomare attrezzato, del patrimonio pubblico e privato, del Collettore fognario consortile, delle attrezzature per il tempo libero, dalla foce della f.ra Amusa alla piazzetta con i Bronzi, ha interagito con il moto ondoso, subendo sifonamenti localizzati così' dalla Piazzetta alla f.ra Allaro l'arenile è piu' espanso perche' si è determinato l'arretramento del ciglio della Duna antropizzata.

Il 12 e 13 Gennaio 2009, nel tratto f.ra Amusa- Piazzetta aggettante, i Muri paraonde con paramento verticale, realizzati dal Genio Civile, sono stati sifonati e ribaltati così' nel tratto Piazzetta aggettante - Impianti sportivi.

Dalla f.ra Allaro fino agli impianti sportivi, "i getti alla riva" o il Run Up si espandono fino a lambire i cordoli a difesa delle corti di private abitazioni per cui la Provincia di RC ha realizzato, nel 2009, una Berma Radente in massi naturali, al piede del ciglio della Duna antropizzata, prospicienti i Fabbricati Napoli.

## G.2.2 LITOTIPI AFFIORANTI RILEVATI tra la foce della F.ra Amusa e la foce della f.ra Allaro.

I litotipi rilevati sottoferrovia sono Spiagge vive e Dune antropizzate.

Successione stratigrafica in asse Area d' intervento, Stratigrafia SPT Dinamica continua dino a - 8,00m :

I litotipi rilevati sottoferrovia sono Spiagge vive e Dune antropizzate:

Spiagge vive o Arenile o cordone dunale: sono costituite da sabbie, granuli e ghiaie metamorfico cristallini ( circa il 95%), prevalgono i grani biancastri (Quarzo, Ortoclasio, Plagioclasti, Muscovite), grigi ( Biotite, Granati, Ornoblenda, Tormalina); i grani appiattiti (battigia) sono di rocce Granitiche, Gneissiche, Micacee, Anfibolitiche, Serpentinose , Granatifere, Dolomitiche cristalline, calcaree; i ciottoli arrotondati sono il risultato di rocce Granitiche, Quarzitiche, Sienitiche, Dioritiche

Dune antropizzate e vegetate: sono appilamenti di sedimenti clastici, coperti da suoli pedologici con scheletro solido sabbighiaioso. La sedimentazione di tali clastiti a granulometria assortita, sotto le coperture pedologiche, è incrociata, dovuta ad episodi marini e continentali: ghiaie, sabbie e ciottoli di spiaggia morta, di natura metamorfico- cristallina ( circa il 90%), a volte stratificate nei primi tre metri. da p.c con arricchimenti localizzati di cotti granodioritici arrotondati.

Definire i perimetri delle Facies deposizionali tra le foci delle f.re Amusa ed Allaro e gli episodi marini costieri diventa pura interpretazione senza adeguati sondaggi a carotaggio continuo.

Questi due litotipi clastici sono sede di falde freatiche con interfaccia salmastra, passante a falda salata.

## G.2.3 GEOMORFOLOGIA.

### *Unita' Fisiografica*

L'Unita' fisiografica , comprendente il Paraggio antistante l'abitato di Caulonia M., e' delimitata a NE dalla foce del T. Precarriti e a SW dal Molo foraneo del porto di Roccella Jonica e dalla foce della f.ra Barrucca in territorio di Roccella Jonica.

Questa delimitazione tiene conto del regime di apporto solido dei bacini che insistono sul litorale menzionato in condizioni generali e fino all'isobata -20 m.

Le Subunita' fisiografiche ed i Paraggi si sono evolute sviluppano all'interno della quale gli interscambi sedimentari e' delimitata tra la foce del T. Precarriti a NE e a SW dalla diga foranea del porto di Roccella Jonica .

Il Paraggio su cui insiste l'Intervento si è evoluto tra la foce della f.ra Amusa e la foce della f.ra Allaro.

*Spiaggia viva o area di Run-up, fino ad Agosto 2007.*

L'arenile prospiciente l'abitato di Caulonia, tra le foci della F.ra Allaro ( NE) e della F.ra Amusa (SW), si sviluppava tra il muro paraonde e la linea di riva stagionale.

Dopo la piazzetta con fontana, lato NE, l'arenile, per un certo tratto, era delimitato a monte da muri-gradinata a presidio d'impianti sportivi e per il tempo libero, oltre tali impianti, era delimitato dal fronte della spiaggia morta urbanizzata su cui corre una strada sterrata fino ai fabbricati Napoli..

Un muro paraonde con paramento verticale di valle, alto 4,00 m., presidiava il Lungomare tra la foce della f.ra Amusa e la Piazzetta dei Bronzi. Gli Eventi meteomarini da E, S, SE interagivano con detto muro, per cui, stagionalmente, si rilevavano variazioni dell'arenile sia in ampiezza sia in volumi ( in questo periodo le agitazioni da S-SW hanno determinato un significativo Ripascimento della spiaggia emersa in cui si rilevavano ( 13 Dicembre 2007), episodi deposizionali di tre mareggiate che hanno selezionato i sedimenti : sabbie grosse e ghiaie nell'area di battigia, ciottoli e ghiaie grosse arrotondate di natura granitica e granodioritica a cui fanno seguito sabbie medio-fini di spiaggia di colore biancogriastro.

Tali affioramenti elastici dell'arenile, a granulometria assortita e differenziata, spazialmente, sono lenticolari sulla spiaggia emersa come sono a Ripples Mark nei fondali, comunque simili a quelli rilevati in sede della presente progettazione.

Inoltre, sull'arenile, dopo la piazzetta con fontana, verso Est, si rilevano setti in c.c.( vecchio muro paraonde), scarificati; tale fenomeno e' dovuto alla azione abrasiva delle sabbie quarzose, movimentate dai frangenti con morfologia plunging e surging.

Attualmente questi relitti sagomati di c.c., allineati da S-W a N-E, si comportano come scogli emersi che smorzano e dissipano l'energia dei frangenti, determinando accumulo di sabbie a tergo ( sedimentazione gravitativa durante il percorso dei getti alla riva di ritorno o Run down ) e depressione topografica brusca del profilo trasversale a valle degli stessi in pratica lavorano come difesa costiera, a media RIFLESSIONE, nell'area di Run-up.

D'estate, espandendosi il profilo trasversale, in ampiezza e in altezza , questi relitti sagomati in c.c., sono quasi sempre coperti dalle sabbie.

L'arenile, dopo la pista inghiaia sul fronte della spiaggia morta, e' delimitato a monte da retrospiaggia vegetata : nel corpo dei sedimenti dell'arenile ( area di Run-up) sono dislocati i relitti sagomati in c.c. del muro paraonde, dissestato dal moto ondoso.

Questa situazione morfosedimentaria dell'arenile, risultato di azioni fisicoantropiche (circa 50 anni: 1966, 1972-2009), va compensata con interventi di presidio del patrimonio pubblico e privato esistente, con futuri interventi a mare in grado di smorzare il moto ondoso, con interventi sulla spiaggia emersa per stabilizzare l'arenile. Lo scollo delle aste terminali delle F.re Allaro, Precarriti ed Amusa puo' essere utilizzato per il Ripascimento artificiale..

*Spiaggia morta antropizzata*

L'antropizzazione della spiaggia morta, tra le FF.SS. e l'attuale Lungomare ha imposto la difesa rigida della spiaggia morta o retrospiaggia o duna vegetata mediante muri paraonde con paramento di valle verticale : questo tipo di muri, costruiti sull'area di Run-up, ha creato RIFLESSIONE, allorche' i getti alla riva hanno interagito con essi durante la mareggiate estreme ( dalla foce della f.ra Amusa alla piazzetta con i Bronzi).

Il Coefficiente di riflessione (  $K_r$  ), **per pareti verticali e' uguale a 1;  $K_r$  risulta inferiore a 1 per pareti inclinate.**

Negli anni, le onde a morfologia Surging e Plunging hanno determinato Riflessione e fenomeni localizzati di sifonamento del muro paraonde esistente tra la foce della f.ra Amusa e la piazzetta con fontana o dei Bronzi di riace.

La riqualificazione ambientale degli arenili, quando non e' esercizio di presunzione umana, risulta un investimento a medio e lungo termine di alto valore ambientale.

*Spiaggia Sommersa ( Linee Guida). Surf-zone*

Il braccio di mare antistante l'abitato e' caratterizzato da fondali con sedimenti sabbiosi a fondo mobile con morfotipi a Ripples Mark..

Tali affioramenti clastici , sedimenti di spiaggia emersa e di spiaggia sommersa, hanno costituito una valida difesa costiera fino al 1965, in quanto riuscivano a dissipare l'energia del moto ondoso ed il deficit dei sedimenti in uscita era compensato dai sedimenti versati a mare dal reticolo idrografico che insiste sull'Unita' Fisiografica e sul Paraggio di Caulonia ( F.re Amusa, Allaro, Precarriti).

In sede di progetto APQ (2007-2010), tali sedimenti sono stati campionati il 13 Ottobre 2007 (67 Campioni, sedimenti di fondo mobile) ed il 27 Ottobre 2007 (30 campioni spiaggia emersa).

Le sabbie che costituiscono la spiaggia emersa ed i sedimenti di fondo sono metamorfiche e granitiche, trascurabile la parte carbonatica. Sono stati tracciati 21 Transetti da NE a SW .

#### G.2.4 ASSETTO GEOLOGICO STRUTTURALE

Lo Scrivente, in sede di tesi di laurea, presentata presso la facoltà di geologia della Università di Roma, condividendo la scuola Francese del tempo ( Caire,Matteur, Grand-Jacquet) rilevo' la seguente sintesi tettonica per l'area in esame , quale frammento geologico della catena " alpina".L'edificio geologico si sarebbe formato in tre fasi orogeniche principali :

- La prima ,d'eta' cretacea, avrebbe provocato il carreggiamento principale delle falde cristalline da Est ad Ovest o reciprocamente;
- La seconda , d'eta' oligomiocenica inferiore , avrebbe rimaneggiato le unita' messe in posto precedentemente e sara' all'origine delle falde di scorrimento del flisch cretatico ( Argille varicolori ) ;
- La terza, d'eta' pontoplioquaternaria e l'esogenia atmosferica, avrebbe prodotto i rilievi attuali .

Le argille varicolori, provengono dal Sud Tirreno; in eta' cretacea, poggiano gia' sul mosaico metamorfocristallino, in un bacino tra Sardegna e Rif magrebino.

La tettonica Oligomiocenica, oltre a saldare le zolle del mosaico cristallino Calabro-Peloritano, mobilizza le argille varicolori, dislocandole sul flisch Oligomiocenico ..

Il materiale necessario per realizzare la formazione del Flisch oligomiocenico ( Formazione Stilo – Capo D'orlando), sarebbe da ricercarsi in un cratone , un tempo emerso,in un'area a Sud-Ovest dell'attuale massiccio Calabro-Peloritano.

Inoltre, le caratteristiche delle formazioni Calabro-Peloritane e Betico-Babyle, indicano l'analogia se non l'identita' della evoluzione geologica di questa regione mediterranea.

La situazione paleogeografica, nel Mesozoico, da Ovest ad Est e' la seguente : oceano tetideo, dominio cristallino, carbonati mesozoici e unita' di Stilo, bacino di sedimentazione delle Argille Varicolori ; la seconda fase alpina ha prodotto grandi pieghe e limitati sovrascorrimenti. Il ciclo appenninico inizia dall'Oligocene inferiore-medio. Le Marne bisnche a Foraminiferi ( Trubi in Sicilia) affiorano da Capo Spartivento,a monasterace comunque sono litotipi tipici del Pliocene lungo le province joniche.

#### G.2.5 CLIMATOLOGIA

Per l'individuazione delle caratteristiche climatiche del territorio Jonico, compreso tra la displuviale e l'area costiera si è fatto riferimento ai dati registrati nelle stazioni termo pluviometriche installate dal Servizio Idrografico Nazionale.

Complessivamente, il clima del comprensorio in esame ha carattere essenzialmente mediterraneo presentando inverni miti e prolungati periodi di siccità estiva. Estendendosi il territorio dal livello del mare agli oltre 1.800 mt dei rilievi aspromontani, a seconda della fascia altimetrica considerata e dell'esposizione dei versanti, si registrano ovviamente accentuate variazioni nei dati meteorologici, comunque contenute entro i limiti generali del "clima mediterraneo".

Infatti, esaminando i dati termometrici riferiti ad un lunghissimo periodo di osservazione , a Caulonia dal 1921 al 1980 sono stati registrati 965 mm ( in particolare 1680 mm anno 1972, 322 mm anno 1977, 776 mm in un mese nell'anno 1951 ), a Fabrizia dal 1921 al 1980 si sono registrati 1736 mm e 2675 mm nell'anno 1951.

Cio' evidenzia che ciclicamente le precipitazioni a Caulonia e bacini contermini sono da *Paesi aridi (322 mm nell'anno 1977) e da paesi monsonici ( 2675 mm a Fabrizia nell'anno 1951, 1972, 31 Ottobre-primo Novembre 2015) : si evidenzia che il trasporto solido versato a mare dal reticolo idrografico, durante le Torbide, è la fonte del ripascimento naturale delle spiagge emerse nell'area in esame.*

Le temperature rilevate nelle due stazioni sopra richiamate, così come i dati pluviometrici riferiti ad una serie di stazioni significative per il territorio in esame (riportati per il periodo 1921-1980 ) sono indicative delle condizioni climatiche

riscontrabili nel territorio, compreso tra la displuviale aspromontana e l'area costiera. Il clima comunque è spiccatamente mediterraneo con abbondanti piogge in inverno e secco in estate.

## G.2.6 TRASPORTO SOLIDO CONTINENTALE

Il reticolo idrografico che insiste sull'Unità Fisiografica e sulle subUnità Fisiografiche è formato dai corsi d'acqua torrentizi, drenanti i bacini delle F.re Amusa, Allaro, Precarriti.

I Parametri idrogeologici dei corsi d'acqua nonché le caratteristiche geomorfologiche, geolitologiche e biopedologiche dei bacini consentono di stimare le portate solide che vengono convogliate a mare.

Le portate di max piena e le portate solide stimate sono desunte dalle precipitazioni 1921-1950 MM. LL. PP., perché anteriori alle azioni di regimazione idraulica diffusa e di forestazione. In ogni caso, l'acquisizione dei dati pluviometrici è stata estesa al 1980.

### Stima delle portate di massima piena ,con i metodi FAO e Giandotti, di alcuni bacini.

Tra i metodi per stimare la  $Q_{max}$  nei bacini in esame, viene utilizzato il Metodo razionale, confrontato con i metodi empirici ( Valentini, Magliaro, Scimeni) e semiempirici ( Gherardelli e Iscowski ),

La portata al colmo è valutata mediante l'altezza della pioggia ragguagliata cioè la precipitazione di durata pari al tempo di corrivazione

$$t_c = 4 \cdot \sqrt{A} + 1,5 \cdot L / 0,8 \cdot \sqrt{H} \quad (\text{Giandotti})$$

$$t_c = L^{1,5} (15 \cdot H^{0,38}) \quad (\text{FAO})$$

Giandotti :

$$q_c = 0,277 \cdot (\gamma \cdot cd \cdot \lambda \cdot t) \cdot P_{crit} \quad \text{dove } \gamma = \text{rapporto tra la } q_{max} \text{ e la } q_{min} ;$$

$\lambda$  = durata della precipitazione in rapporto a t  
 $cd$  = coeff. di Deflusso  
 $P_c$  = pioggia critica

La pioggia critica, non avendo una rete di pluviografica dentro i bacini in esame, viene valutata utilizzando anche i Pluviometri esterni. ( $h_c = h_{24} \cdot \sqrt{T_c/24}$ )

Con lo stesso metodo, sono state stimate le portate dei corsi d'acqua, con portate stagionali, che insistono sull'Unità fisiografica in esame.

La rete scolante presenta bacini la cui forma è Dendritica-Pinnata, Pinnata, Dendritica. Tale morfologia è dovuta agli affioramenti litologici, molto vari nell'unità di bacino ( metamorfici, conglomeratici, argillosi, flischiodi, alluvionali, sabbiosi dei cordoni dunali), all'erosione lineare e alla tettonica. Il numero d'Ordine dei vari bacini, nell'analisi dei bacini ha seguito le tre leggi di Horton.

Il trasporto solido del reticolo idrografico che insiste sull'Unità fisiografica e subUnità fisiografiche in esame è subordinato alla perdita di suolo per erosione, dovuta a molti fattori:

- erodibilità dei suoli e delle rocce dovuta agli agenti atmosferici ed all'azione erosiva lineare dell'acqua etc.
- copertura vegetale dei bacini prima e dopo il periodo d'erosione delle spiagge sabbiose emerse o cordoni dunali
- pendenza media dei versanti
- regimazione idraulica nel reticolo idrografico prima e dopo l'erosione dei cordoni dunali
- insolazione ( escursioni termiche) dovuta alla temperatura media dell'area

Ovviamente non tutto il materiale eroso raggiunge la sezione di chiusura di un bacino in quanto parte di esso si deposita prima, come deposito alluvionale lungo gli alvei montani, mediani e lungo le aste terminali dei bacini, drenati dalle F.re Amusa ed Allaro.

Il coefficiente di sedimentazione (grandezza tra il valore di resa in sedimenti e valore di perdita di suolo) e' determinato da altri parametri del bacino come la Densita' di drenaggio, la Portata liquida del reticolo idrografico, la Pendenza degli alvei.

I bacini sono stati traguardati e pesati dalle Carte di Analisi: carte geomorfologiche, geolitologiche, carte litotecniche, carte di gerarchizzazione dei reticoli idrografici mediante le tre leggi di Horton.

Ai fattori fisici, si accompagnano azioni antropiche prelogiche di *regimazione idraulica* allorche' non si valutano gli effetti che briglie, traverse, argini spondali, diffusa forestazione, determinano sui cordoni dunali costieri e sui sedimenti batiali fino alla isobata -10 m. ( mancato ripascimento annuale) e di *difesa costiera* allorche' non si valutano gli effetti erosivi per RIFLESSIONE sui Waterfront delle scogliere radenti a presidio dei rilevati ferroviari.

Vari modelli sono stati diffusi per valutare la perdita di suolo: USLE, USDE, PSIAC etc. Il trasporto solido del reticolo idrografico che insiste sulle coste di Caulonia e' valutato con il metodo di Grivilovic ( 1959 ), in quanto e' stato messo a punto per valutare il corso torrentizio dei reticoli idrografici dell'est e del sud-est della regione balcanica.

Ogni bacino e' valutato con i parametri richiesti dal metodo di Grivilovic i cui dati di base sono: temperatura media annua, Precipitazione media annua in mm, area bacino in erosione (Kmq), pendenza media del bacino (%), area totale bacino (Kmq), lunghezza asta principale in Km., copertura vegetale, litologia, topologia processi erosivi, azioni antropiche interagenti con l'aveo dopo il 1954 etc.

L' espressione di Grivilovic per valutare la perdita di suolo e' la seguente :

$$W = T \cdot h \cdot \pi \cdot (Z^{1.5} \cdot S) \quad \text{dove}$$

$W$  = produzione annua sedimenti nel bacino  
 $Z$  = coefficiente d'erosione  
 $S$  = superficie bacino  
 $Z = x \cdot y \cdot (\Phi + \sqrt{i})$   
 $x = 0,8$  coefficiente protezione del suolo (copertura vegetale scarsa)  
 $y = 1,5$  coefficiente d'erodibilita' del suolo (rocce friabili, scisti, argille, materiali clastici),  
 $\Phi = 0,4$  coefficiente che esprime il grado e tipologia dei processi erosivi  
 $i$  = Pendenza media del bacino  
 $h$  = pioggia media annua (mm)  
 $T$  = funzione di  $t$  = isoterma media annua  
 $Z$  = e' determinato utilizzando le medie ponderate di ogni coeffic..

I valori dei coefficienti che si assegnano alle varie aree dei bacini in esame sono relativi alle caratteristiche geomorfologiche, litologiche, vegetazionali rilevate (Carte di Analisi)

Per stimare le quantita' del materiale trasportato ( $Q$ ) per sospensione, per saltellamento, per trascinamento fino alla *sezione di chiusura* ( regime torrentizio) e' necessario moltiplicare il valore  $W$  per un Fattore di Riduzione  $R$

$$Q = W \times R \quad \text{dove } W \text{ e' la produzione annua di sedimenti}$$

$R$  = coefficiente di moltiplicazione o fattore  $R$  di riduzione

$$W = T \cdot h \cdot \pi \cdot (Z^{1.5} \cdot S \cdot \Phi + \sqrt{I})$$

$$R = (P \cdot H)^{0.5} \cdot [(8) / (L + 10)^6] \quad (\text{mc/Kq.anno}) \quad \text{dove}$$

$P$  = Perimetro bacino  
 $H$  = Altezza media ( Km)  
 $L$  = lunghezza asta principale del bacino ( Km)

### **PORTATE AL COLMO, valutate con i DATI PLUVIOMETRICI 1921-1950 MM.LL.PP.**

Le portate al colmo vengono stimate con i dati pluviometrici 1921-1950, pubblicati dal MM.LL.PP.

In questo periodo non erano iniziate le azioni per ridurre il Rischio idrogeologico ( Forestazione e Regimazione idraulica: dopo le alluvioni del 1951 e 1954 iniziarono questi interventi senza tenere conto della diminuzione delle portate solide continentali e relativi versamenti a mare ).

Vengono utilizzati questi dati perché le oscillazioni delle linee di riva avevano un equilibrio statistico consolidato tra il 1920 ed il 1960.

In seguito, le azioni antropiche evidenziate e la diminuzione delle precipitazioni hanno determinato le recenti erosioni degli arenili di Monasterace e Caulonia a cui si accompagna il corpo aggettante del Porto di Roccella Jonica, ancora non assorbito dalla dinamica morfosedimentaria dell'Unità fisiografica illustrata, ovviamente per i campi di corrente stagionale e moti ondosi da Ponente e da Libeccio (W-SW).

Le precipitazioni 1920-1950 sono prese in considerazione per i motivi sopraevidenziati e perché riteniamo necessario un confronto con le piogge degli ultimi dieci anni 1998-2007. La tab. 1-2 evidenzia le Qmax delle f.re Amusa ed Allaro., calcolate con la formula di Giandotti.

<b>precipitazioni 1920-1951</b>	<b>tr 200 anni</b>			
Bacino F.ra Amusa	= Qmax	321,36	mc/sec	
Bacino F.ra Allaro	= Qmax	1.275	mc/sec	

<b>precipitazioni 1920-1951</b>	<b>tr 10 anni</b>			
Bacino F.ra Amusa	= Qmax	144,690	mc/sec	
Bacino F.ra Allaro	= Qmax	551,000	mc/sec	

Le piogge sono state stimate prendendo in considerazione le stazioni di Punta Stilo, Riace, Stilo e San Nicola di Caulonia: l'altezza di 1283 mm è mediata e si differenzia dal dato regionale di 1748 (Bacino Allaro, non si hanno gli anni di misurazione). **La pioggia misurata a Caulonia negli ultimi 10 anni è 751 mm. (1998-2007)**

Le portate solide, versate in mare dai bacini delle F.re Amusa ed Allaro e microbacini contermini, sono stimate con il metodo evidenziato comunque supportato dalle tre leggi di Horton, valide per reticoli idrografici in erosione (i coefficienti di vegetazione e di litologia in prospettiva erosione sono stimati prima del 1951-54).

**TERRITORIO DI CAULONIA : SEDIMENTI AL NETTO DELLA DEPOSIZIONE , RIDOTTI DEL COEFFICIENTE R  $Q = ( W * R )$  dove W ( trasporto solido) R = ( Fattore di riduzione ). ULTERIORE RIDUZIONE PER ATTUALI CAUSE FISICHE E CONCAUSE ANTROPICHE**

**Pioggia 1283**

**periodo 1921-1950**

**Trasporto solido max = 84.625 mc/anno ( Riduzione cause fisiche e antropiche)**

**Trasporto solido min = 9.421 mc/anno**

**Pioggia**

**periodo 1998-2007**

**Trasporto solido max = 49.878 mc/anno ( Riduzione cause fisiche e antropiche)**

**Trasporto solido min = 5.437 ma/anno**

Queste Portate solide stimate si discostano dai Dati regionali, al netto della deposizione, perché l'altezza di pioggia utilizzata per stimare i volumi prodotti è 1748 mm per l'Allaro e 1312 per l'Amusa. NOI ABBIAMO UTILIZZATO UNA PIOGGIA MEDIA 1283 fino al 1950.

In ogni caso, si evidenzia che *non più del 50% dei volumi stimati è stato versato in mare* comunque tale volume di **84.625 mc/anno** è stato sufficiente per mantenere condizioni di equilibrio dinamico delle linee di riva, statisticamente stabili fino al **1976**.

*Dopo tale periodo, la notevole diminuzione delle precipitazioni atmosferiche ( predesertificazione in atto), le azioni antropiche di regimazione idraulica e forestazione, l'uso urbanistico delle dune vegetate hanno rappresentato concause significative per l'erosione geomorfologica progressiva degli arenili di Caulonia, Roccella, Riace, Stignano e Monasterace.*

Negli ultimi anni dal 1997 ad Ottobre 2015, le precipitazioni medie a Caulonia sono state **751 mm** per cui i volumi versati in mare sono stimati **49.878 mc/anno**.

**SAREBBE AUSPICABILE CHE LA REGIONE CALABRIA REALIZZASSE ALCUNE STAZIONI TORBIOMETRICHE, DA CAPO D'ARMI A PUNTA STILO.**

Dal 1954 ( ultima catastrofica alluvione con crolli di Ponti stradali e ferroviari, argini longitudinali e briglie trasversali etc.), in pochi anni , si e' determinato questo Deficit di portate solide continentali, tale da causare l'erosione parziale degli arenili di Caulonia, Riace, Stignano Monasterace e delle altre coste limitrofe ad E e W, per chi scrive; cio' e' dovuto alle seguenti cause fisiche e concause antropiche :

- deficit di precipitazioni annuali con relativo deficit di produzione e trasporto solido.
- eccessiva forestazione lungo i bacini e alla prelogica regimazione idraulica , spondale e trasversale lungo il reticolo idrografico; si aggiunge la sottrazione d'inerti in alveo, ( frazione sabbiosa e ghiaiosa) fin dal 1960.
- fenomeni di RIFLESSIONE localizzati dovuti a difese costiere radenti in massi naturali e massi in c.c. a presidio dei rilevati ferroviari nonche' a Muri paraonde verticali a presidio del patrimonio pubblico e Privato esistente ( Rip Current) .

## **G. 2. 7 GEOMORFOLOGIA ARENILE ANTISTANTE L'ABITATO DI CAULONIA**

La spiaggia emersa tra le foci delle F.re Amusa e Allaro e' costituita da sabbie metamorfocristalline gia' descritte. Lungo i profili trasversali della spiaggia emersa, si registrano riduzioni di volumi consistenti ma non quantificabili, non disponendo di rilievi storici con capisaldi topografici ben definiti.

La morfologia dei fondali, fino all'isobata -10 ml (Batimetrie APQ),. evidenzia affioramenti di sedimenti di fondo mobile di varie dimensioni, con morfologie regolari, caratterizzate da morfotipi a *Ripples marks*, variamente orientati e localmente incrociati stagionalmente.

Le morfologie rilevate dai rilievi, in sede di Prog. Preliminare APQ, evidenziano un andamento regolare dei fondali fino all'isobata -10,00 m, direzione NE-SW, parallela alla linea di riva, oltre la quale si rileva un anfiteatro di testata di un canyon submarino il cui ciglio e' sulla direttrice dell'alveo della f.ra Allaro ( prolungamento del talweg subalveo) e rappresenta il ciglio della piattaforma continentale.

Le implicazioni morfosedimentarie di questo canyon sono significative sia per l'evacuazione dei sedimenti di torbida convogliati a mare dalla f.ra Allaro e della Precarriti sia per la movimentazione dei sedimenti durante la frequenza prevalente delle mareggiate e dei campi di corrente.

Tra la battigia si è rilevata una barra sommersa con Truologo al piede foraneo, distante 46 ml dalla battigia , Sez. 1 del Finanziamento di 400.000,00 euro (2011),

I Frangenti che si sviluppano durante le mareggiate provenienti dall'arco 60°-110° movimentano i sedimenti verso SW per cui l'ambiente deposizionale e' determinato dall'energia del moto ondos.

Queste onde oblique creano fenomeni di erosione per moto laminare, dopo il frangimento Plunging e Surging, per cui le due Rip-current ( Analisi Dinamica) che si dettrminano , evacuaono verso il largo i sedimenti nel tratto Foce f.ra Allaro e Piazzetta con fontana mentre tra questo punto dell'arenile fino alla foce della f.ra Amusa possono interagire con la Radente ed il Muro paraonde esistente, creando riflessione comunque non tale da determinare totale erosione del profilo trasversale dell'arenile in quanto

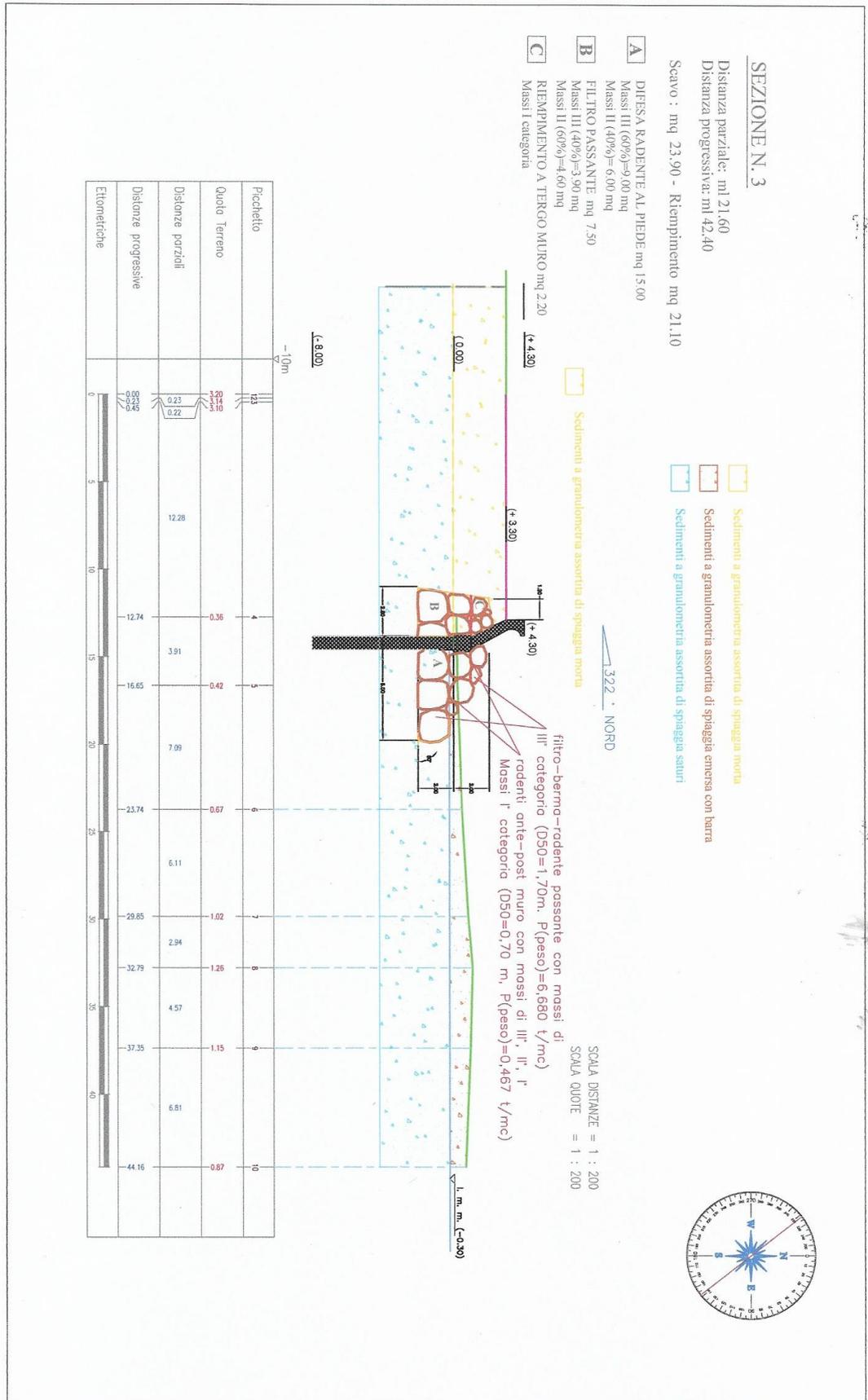
- l'angolo d'inclinazione del Paramento di valle del Muro paraonde
- il Coronamento dello stesso, aggettante a mare
- l'angolo d' inclinazione della Radente in Massi naturali ( 1:3)

riducono il Kr di Riflessione, riducendo la forza di trascinamento, per moto laminare dei Getti alla Riva riflessi, il cui carico di sabbie in sospensione viene depositato secondo fenomeni gravitativi dal piede della Barma-Radente alla limite foraneo della fascia intertidale.

Onde presidiare gli interventi antropici sulla Duna vegetata ( per 50 anni , Vita nominale dell'Opera 2062),, si sono realizzati tre Interventi integrati, ad Est della foce della f.ra Amusa: Muri paraonde fondati su pali e presidiati dalla Berma-Filtro passante, dalle Radenti ante-post Muro con MASSI NATURALI, fondati a -2,00 m.-:- 2,50 m. da p.c. (quota 0,,00 SWL).

Tali tre Interventi hanno dato alta efficienza ( modello fisico della Sez. 3di progetto):

- **hanno messo in sicurezza**, dal 2009 ad oggi, la Duna vegetata urbanizzata e infrastrutturata ( E= Valore Economico incalcolabile tra INVESTIMENTO di DIFESA COSTIERA e VALORE ECONOMICO DELL'EDILIZIA RICETTIVA, delle INFRASTRUTTURE VIARIE e INFRASTRUTTURE DI RETE PUBBLICHE E PER IL TEMPO LIBERO )
- **hanno determinato la riqualificazione ambientale** dell'arenile in erosione geomorfologica progressiva, dovuta in gran parte all'inclinazione del paramento di valle del Muro (-:- 63°) che ha abbassato il K ( Coefficiente di Riflessione) rispetto ai Paramenti dei Muri verticali, che associata al Coronamento aggettante a mare (Bitta rovesciata), non solo evita l'**Overtopping!** ma **riduce l'energia dei Getti alla Riva riflessi** a beneficio della decantazione dei sedimenti in sospensione tra il Piede del Muro e la battigia
- **hanno concorso alla Riqualificazione ambientale della spiaggia emersa** sia in volume (barre emerse), sia in ampiezza; oltre questo modello antropico di compenso si sono accompagnati **eventi meteoalluvionali significativi** ( Novembre 2015, Novembre 2016-Feabbraio 2017; in 75 giorni sono caduti circa 680 mm di pioggia quanto cade in un anno) che hanno aumentato di molto il Trasporto Solido defluente a mare.



Sez. 3 - Area d'intervento

Questo modello antropico, descritto dai tre interventi eseguiti, oltre quello eseguito dal Comune di cui il geologo che scrive, è stato incaricato di fornire la Consulenza al RUP per un Intervento di Somma Urgenza (2015), costituito da un Ripascimento, con ciottolame da Fiume, ampiezza di 18 ml ed imbascamento a -0,50 m. dal SWL, (0,00: livello medio mare), al Piede di una Radente in Massi naturali che hanno dato alta efficienza e notevole contributo alla Riqualificazione Ambientale dell'arenile tra l'attuale testata del Muro Paraonde e la Piazzetta con i due Bronzi.

L'Intervento di Progetto (stessa tipologia d'intervento) è coerente con il **D.M. 14.01.2008** e con **la Normativa regionale di cui si esplicita, sinteticamente, la " Pericolosità Sismica di Sito " nella sezione di narrativa G.2.8 seguente.**

## G.2.8 INQUADRAMENTO SISMICO

### ( EUROCODICI )

La carta della "scuotibilità sismica" italiana classifica il territorio di Caulonia come ZONA SISMICA DI 1ª CATEGORIA i cui parametri dinamici sono:

$S = 12$  grado di sismicità

$C = (S-2) / 100 = 0,1$  (Coefficiente d'intensità sismica)

La legislazione italiana attribuisce grande importanza al coefficiente di fondazione ( $C_f$ ) per poter valutare il coefficiente sismico di progetto ( $K_s$ ).

Le caratteristiche dinamiche del terreno di sottofondazione sono specifiche, localmente, per l'interazione struttura-terreno.

Per poter quantificare l'interazione terreno-strutture delle Opere in progetto, per evento dinamico e tellurico, si valuta il coefficiente sismico di progetto mediante la nota relazione:

$K_s = C R C_f$

dove  $C = 0,1$  Coefficiente d'intensità sismica

$R = 1$  Coefficiente di risposta della struttura, essendo  $T_0 < 0,8$  sec, il periodo fondamentale di vibrazione del manufatto.

$C_f =$  Coefficiente di fondazione così calcolato:

$C_f = C_{f1} \times \xi_1 \times \xi_2$  dove

$C_{f1} = 1,1$  Coefficiente dipendente dalle caratteristiche geomeccaniche dei terreni

$\xi_1 = 1,3$  Valore dipendente dall'acclività del pendio

$\xi_2 = 0,85$  Coefficiente funzione della capacità del substrato ad assorbire le onde di taglio.

$K_s = 0,121$

Per tale valore si ottiene l'angolo d'inclinazione della componente verticale dei carichi, dovuto all'evento sismico.

La determinazione del coefficiente sismico di progetto ( $K$ ) consente di determinare la componente verticale dei carichi, in un evento sismico:

Terremoto di progetto =  $\vartheta = \arctg K_s \approx 7^\circ$

In Calabria, il terremoto catastrofico del 1783 produsse 215 laghetti per frane di versante (Vivenzio : Storia de' Tremuoti, vol. II, Pag. 68) che hanno sbarrato gli alvei dei torrenti e delle fiumare nel loro corso meandriforme.

I danni al patrimonio edilizio della costa Tirrenica furono massimi come massimi furono le perdite umane circa 35.165. La *costa jonica* non subì gravi perdite umane, ma gravi dissesti strutturali nell'edilizia esistente (Vivenzio) per evidenti situazioni tettoniche.

Ferruzano, nel 1907, fu colpito da un terremoto con intensità sismica del IX grado MCS, con una Magnitudo pari a 6,4 e una profondità epicentrale di 26 Km.

### Descrizione delle Zone Sorgente della Calabria

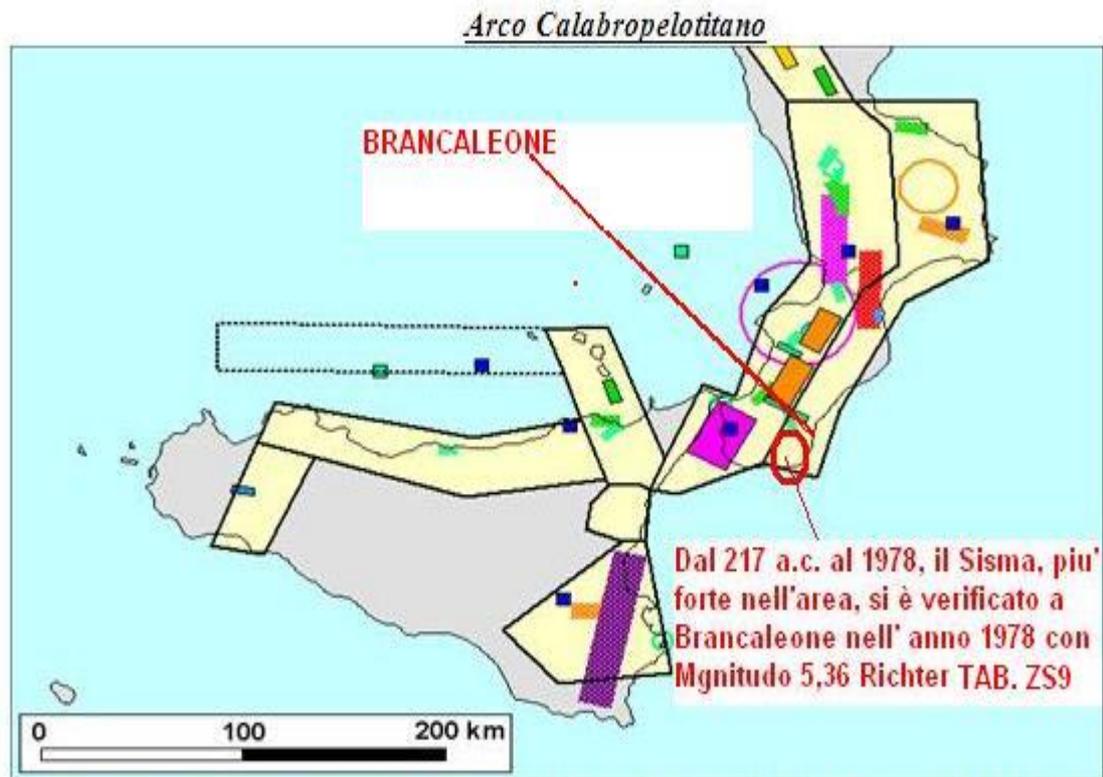
Le zone-sorgente della Calabria fino allo Stretto di Messina sono state definite nella Carta ZS9, evidenziata a pag 16, “Zona Jonica 930” e “Zona Tirrenica 929”. La figura 5 mostra il modello proposto in relazione al contenuto informativo di DISS 2.0. L'esistenza di queste due distinte zone rispecchia livelli di sismicità ben differenti. I terremoti con più elevata Magnitudo hanno infatti interessato i bacini del Crati, del Savuto e del Mesima fino allo Stretto di Messina (zona 929). Tra questi eventi spiccano la sequenza del 1783 e i terremoti del 1905 e 1908. Viceversa sul lato ionico della Calabria solo 4 eventi hanno superato un valore di magnitudo pari a 6, e tra questi il terremoto del 1638 appare come l'evento più forte verificatosi

Queste determinazioni geologiche, litostratigrafiche e sismiche con magnitudo  $M_L > 6$  e altre considerazioni sismolitostratigrafiche consentono la Modellazione Geologica per valutare l'**Azione sismica di progetto** e la **valutazione della RSL (risposta sismica locale)**: i Sismi o scosse telluriche più vicini a Brancaleone  $M_L > 5,36$  è stato quello di Brancaleone del marzo 1978.

#### RISPOSTA SISMICA LOCALE (RSL). APPROCCIO SEMPLIFICATO.

La Risposta sismica locale (RSL) è l'azione sismica quale emerge in “superficie” a seguito delle modifiche subite in ampiezza, durata e contenuto in frequenza originandosi dal **Bedrock-Like o geologico** (- 27,50 m. da p.c.) se il **Bedrock sismico** ( $V_s > 800$  m/sec) e' più profondo di 30 m. da p.c. o non accertabile

Per individuare l'azione sismica di progetto si valuta la RSL mediante specifiche analisi oppure si può fare riferimento ad un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento (Tab. 3.2.II e 3.2.III), sulle morfologie topografiche e sulla litostratigrafia. La Normativa, D.M. 14.01.2008, consente di classificare i sottosuoli mediante la misura delle velocità equivalenti delle  $V_{s30}$ . L'area presenta Amplificazione topografia  $T1 = 1 < 15^\circ$  NTC Tab. 3.2.IV, area costiera a monte SS 106.



Zonazione sismogenetica ZS9 per l'Arco calabro e la Sicilia (bordi in nero) a confronto con la distribuzione delle sorgenti sismogenetiche contenute nel database DISS 2.0.

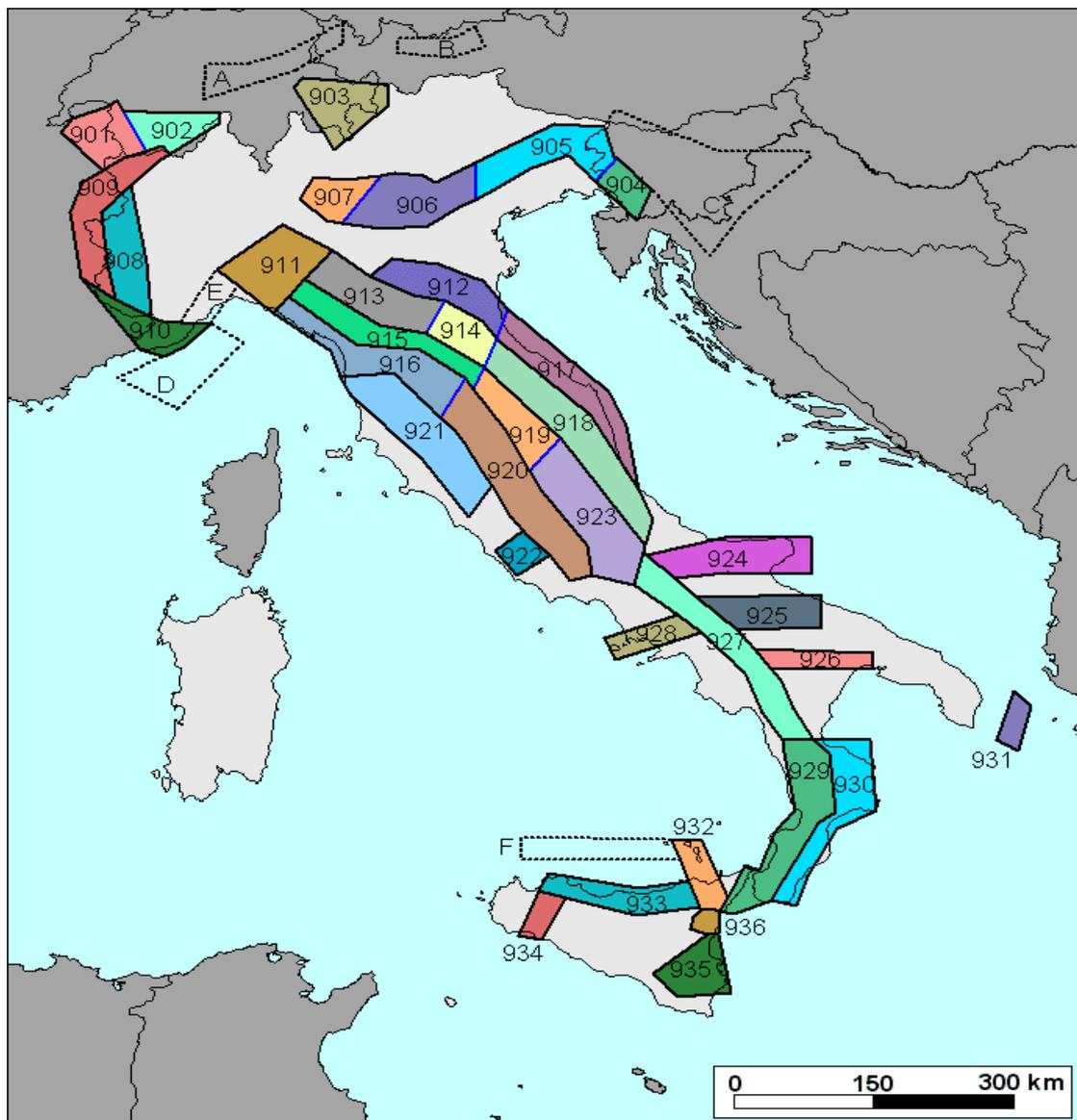
Cio' considerato Meccanismi estensionali sono attesi nelle zone 929 e 930, come risultato della risposta superficiale all'arretramento flessurale della litosfera adriatica. Tale interpretazione è in accordo col presupposto Cinematico su cui si fondava ZS4 (2003). Le modifiche alle zone della Calabria, risultato dei recenti avanzamenti nella conoscenza della tettonica attiva di questo settore, non cambiano il quadro cinematico di riferimento

*Il sisma del 23.10.1907, Calabria Jonica meridionale,  $M_L = 5.9$  con Epicentro ad ovest di San Luca ha devastato Ferruzzano, ingenti danni a San Luca e Platì oltre che sul litorale jonico, colpito poi da Tsunami tra Capo Bruzzano e Bianco. Lesioni anche a Motta S. Giovanni, Radicena, Brancaleone, S. Ilario, Gerace Marina, Siderno, Sinopoli. (almeno 150 morti GNDT). Niente Tsunami a Caulonia.*

*Il sisma del 1783, nel comune di Castelvetero (attuale Caulonia) danni alle cose e vittime; da G. Vivenzio et Alti:  
 “...si cagionarano delle rovine per il terremoto del 5 e 7 Febbraio colla perdita di 8 uomini, 43 donne e 44 ragazzi ...la città parte distrutta ... e parte inabitabile ... e Ella situata sopra una eminenza presso ...fiume Allaro...”*

*Il sisma del 28.12.1908, Reggio e Messina, produsse danni catastrofici e 90.000 -:- 120.000 vittime, Magnitudo 7.1 scala Richter. Pochi danni a Caulonia e niente Tsunami.*

*Cio' considerato, si ritiene che la Magnitudo verificabile dal 217 a.c. al 1907 e al 1978 debba essere considerata < a 6,8 scala Richter.*



**Figura 5 . Zonazione sismogenetica ZS9 per l'Arco calabro e la Sicilia (bordi in nero) a confronto con la distribuzione delle sorgenti sismogenetiche contenute nel database DISS 2.0.**

#### **DM 14.01.2008 (NTC). SISMICA DI BASE e RSL per la parte di competenza dei geologi**

Per valutare se un'opera strutturale è sicura bisogna far riferimento a degli *stati limite*, che possono verificarsi durante un determinato *periodo di riferimento* della stessa opera. Quindi per poter stimare l'azione sismica, che dovrà essere utilizzata nelle verifiche agli stati limite o nella progettazione, bisognerà stabilire:

- in primo luogo la *vita nominale* dell'opera, che congiuntamente alla *classe d'uso*, permette di determinare quel *periodo di riferimento*;
- una volta definito il periodo di riferimento e i diversi stati limite da considerare, una volta definite le relative *probabilità di superamento*, è possibile stabilire il *periodo di ritorno* associato a ciascun stato limite; a questo punto è possibile definire la *pericolosità sismica di base* per il sito interessato alla realizzazione dell'opera, facendo riferimento agli studi condotti sul territorio nazionale dal Gruppo di Lavoro 2004 nell'ambito della convenzione-progetto S1 DPC-INGV 2004-2006 e i cui risultati sono stati promulgati mediante l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri (OPCM) 3519/2006.

### VITA NOMINALE, CLASSI D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO

Nelle NTC08 il periodo di riferimento, che non può essere inferiore a 35 anni, è dato dalla seguente relazione:

$$V_R = V_N \cdot C_U \quad (2.1) \quad \text{dove}$$

$V_R$  = periodo di riferimento  $V_N$  = vita nominale  $C_U$  = coefficiente d'uso

La vita nominale di un'opera strutturale  $V_N$ , secondo le NTC08, è definita come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata e viene definita attraverso tre diversi valori, a seconda dell'importanza dell'opera e perciò delle esigenze di durabilità:

- $V_N \geq 50$  anni per le opere ordinarie, ponti, infrastrutture e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale. Nel caso specifico  $V_N = 50$  anni.

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso. Le NTC08 prevedono quattro classi d'uso a ciascuna delle quali è associato un valore del coefficiente d'uso:

**Classe II:** Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.  $C_U = 1.0$ ;

Nel caso in esame viene presa in considerazione la **classe d'uso II** a cui è associato il coefficiente d'uso  $C_U = 1$ .

Una volta ottenuti  $V_N$  e  $C_U$ , è possibile calcolare il periodo di riferimento  $V_R$ , che qui vale:

$$V_R = 50 * 1 = 50 \text{ anni.}$$

### STATI LIMITE, PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO E PERIODO DI RITORNO

Gli stati limite ultimi sono:

- **Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV):** a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;
- **Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC):** a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

Poiché è  $V_R = 50$  anni, il tempo di ritorno  $T_R$  sarà:

Stato limite di esercizio: operatività	SLO	$T_R = 30$
Stato limite di esercizio: danno	SLD	$T_R = 50$
Stati limite ultimo: salvaguardia della vita	SLV	$T_R = 475$
Stati limite ultimo: di prevenzione del collasso	SLC	$T_R = 975$

Tabella 3.2- Stati limite e rispettivi tempi di ritorno, nel periodo di riferimento  $V_R$

### DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

La pericolosità sismica di base, cioè le caratteristiche del moto sismico atteso al sito di interesse, nelle NTC08, per una determinata probabilità di superamento, si può ritenere definita quando vengono designati un'accelerazione orizzontale massima ( $a_g$ ) ed il corrispondente spettro di risposta elastico in accelerazione, riferiti ad un suolo rigido e ad una superficie topografica orizzontale.

Per poter definire la pericolosità sismica di base le NTC08 si rifanno ad una procedura basata sui risultati disponibili anche sul sito web dell'INGV <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>, nella sezione "Mappe interattive della pericolosità sismica".

Secondo le NTC08 le forme spettrali sono definite per 9 differenti periodi di ritorno  $T_R$  (30, 50, 72, 101, 140, 201, 475, 975 e 2475 anni) a partire dai valori dei seguenti parametri riferiti a terreno rigido orizzontale, cioè valutati in condizioni ideali di sito, definiti nell'**Allegato A** alle NTC08:

$a_g$  = accelerazione orizzontale massima;

$F_0$  = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

$T_{C^*}$  = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

I tre parametri si ricavano per il 50° percentile ed attribuendo a:

$a_g$ , il valore previsto dalla pericolosità sismica S1

$F_0$  e  $T_{C^*}$  i valori ottenuti imponendo che le forme spettrali in accelerazione, velocità e spostamento previste dalle NTC08 scartino al minimo dalle corrispondenti forme spettrali previste dalla pericolosità sismica S1 (il minimo è ottenuto ai minimi quadrati, su valori normalizzati).

I valori di questi parametri vengono forniti in tabella (Tabella 4.1), contenuta nell'**Allegato B** delle NTC, per i 10751 punti di un reticolo di riferimento in cui è suddiviso il territorio nazionale, identificati dalle coordinate geografiche longitudine e latitudine.

### Pericolosità sismica di sito

Il moto generato da un terremoto in un sito dipende dalle particolari condizioni locali, cioè dalle caratteristiche topografiche e stratigrafiche dei depositi di terreno e degli ammassi rocciosi e dalle proprietà fisiche e meccaniche dei materiali che li costituiscono. Per la singola opera o per il singolo sistema geotecnico la risposta sismica locale consente di definire le modifiche che un segnale sismico subisce, a causa dei fattori anzidetti, rispetto a quello di un sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (sottosuolo di categoria A, definito al § 3.2.2).

### Coefficienti sismici

I coefficienti sismici orizzontale  $K_h$  e verticale  $K_v$  dipendono del punto in cui si trova il sito oggetto di analisi e del tipo di opera da calcolare. Il parametro di entrata per il calcolo è il tempo di ritorno ( $T_R$ ) dell'evento sismico che è valutato come segue:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})} \quad (5.1)$$

Con  $V_R$  vita di riferimento della costruzione e  $P_{VR}$  probabilità di superamento, nella vita di riferimento, associata allo stato limite considerato. La vita di riferimento dipende dalla vita nominale della costruzione e dalla classe d'uso della costruzione (in linea con quanto previsto al punto 2.4.3 delle NTC). In ogni caso  $V_R$  non può essere inferiore a 35 anni.

### Stabilità delle fondazioni dirette e su pali

Nel caso di stabilità dei pendii i coefficienti  $K_h$  e  $K_v$  sono così determinati:

$$K_h = \beta_s \cdot \left( \frac{a_{max}}{g} \right) \quad (5.2)$$

$$K_v = \pm 0.5 \cdot K_h \quad (5.3)$$

Con

$\beta_s$  coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;

$a_{max}$  accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

$g$  accelerazione di gravità.

I valori di  $\beta_s$  sono riportati nella tabella 5.1.

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	$\beta_s$	$\beta_s$
$0.2 < a_g(g) \leq 0.4$	0.30	0.28
$0.1 < a_g(g) \leq 0.2$	0.27	0.24
$a_g(g) \leq 0.1$	0.20	0.20

**Tabella 5.1- Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito.**

Tutti i fattori presenti nelle precedenti formule dipendono dall'accelerazione massima attesa al sito di riferimento rigido e dalle caratteristiche geomorfologiche del territorio.

$$a_{\max} = S_S \cdot S_T \cdot a_g \quad (5.4)$$

$S_S$  (effetto di amplificazione stratigrafica) ( $0.90 \leq S_S \leq 1.80$ ) è funzione di  $F_0$  (Fattore massimo di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale) e della categoria di suolo (A, B, C, D, E).

$S_T$  (effetto di amplificazione topografica), varia con il variare delle quattro categorie topografiche:

$$\mathbf{T1: } S_T = 1.0;$$

### Muri di sostegno

Per i muri di sostegno i coefficienti  $K_h$  e  $K_v$  sono così determinati:

$$K_h = \beta_m \cdot \left( \frac{a_{\max}}{g} \right) \quad (5.5)$$

$$K_v = \pm 0.5 \cdot K_h \quad (5.6)$$

Con:

$\beta_m$  coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito, per i muri che non siano in grado di subire spostamenti relativi rispetto al terreno assume valore unitario altrimenti assume i valori riportati nella Tabella 5.2.

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	$\beta_m$	$B_m$
$0.2 < a_g(g) \leq 0.4$	0.31	0.31
$0.1 < a_g(g) \leq 0.2$	0.29	0.24
$a_g(g) \leq 0.1$	0.20	0.18

**Tabella 5.2 - Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito.**

$a_{\max}$  accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

$g$  accelerazione di gravità.

Tutti i fattori presenti nelle precedenti formule dipendono dall'accelerazione massima attesa sul sito di riferimento rigido e dalle caratteristiche geomorfologiche del territorio.

$$a_{\max} = S_S \cdot S_T \cdot a_g \quad (5.7)$$

$S$  è il coefficiente comprendente l'effetto di amplificazione stratigrafica  $S_s$  e di amplificazione topografica  $S_T$ .  
 $a_g$  accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

## PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

19.03.2017



**ORTOFOTO INTERVENTO DI CAULONIA M.**

Vita nominale ( $V_n$ ): 50 [anni]  
 Classe d'uso: II  
 Coefficiente d'uso ( $C_u$ ): 1  
 Periodo di riferimento ( $V_r$ ): 50 [anni]

Periodo di ritorno ( $T_r$ ) SLO: 30 [anni]  
 Periodo di ritorno ( $T_r$ ) SLD: 50 [anni]  
 Periodo di ritorno ( $T_r$ ) SLV: 475 [anni]  
 Periodo di ritorno ( $T_r$ ) SLC: 975 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Coordinate geografiche del punto

Latitudine (WGS84): 38,3408900  
 Longitudine (WGS84): 16,4669400  
 Latitudine (ED50): 38,3419200  
 Longitudine (ED50): 16,4677300

Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito e valori della distanza rispetto al punto in esame

Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]	Distanza [m]
1	44113	38,345670	16,416980	4445,67
2	44114	38,343940	16,480510	1136,87
3	44336	38,293970	16,478300	5410,81
4	44335	38,295710	16,414750	6911,24

Parametri di pericolosità sismica per TR diversi da quelli previsti nelle NTC08, per i nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento

### Punto d'indagine

Stato limite	Tr[anni]	ag[g]	F0[-]	Tc*[s]
SLO	30	0,042	2,405	0,281
SLD	50	0,054	2,386	0,312
SLV	475	0,139	2,495	0,414
SLC	975	0,181	2,502	0,439

### PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO

Coefficiente di smorzamento viscoso  $\xi$ : 5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico  $\eta=[10/(5+\xi)]^{(1/2)}$ : 1,000

Categoria sottosuolo (MASW fino a 30 ml Vs30= 339 m/sec):

**C:** Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero NSPT30 compreso tra 15 e 50 nei terreni a grana grossa cu30 compreso tra 70 e 250 kPa nei terreni a grana fina).

**D:** Depositi di terreni a grana scarsamente addensati o terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 inferiori a 180 m/s (ovvero NSPT30 < a 15 terreni a grana grossa cu30 < a 70 kPa nei terreni a grana fina).

Lo Strutturista puo' fare i calcoli e le verifiche utilizzando la categoria di sottosuolo C o D comunque per Fondazioni su pali è riferita alla quota della testa dei Pali che coincide con la quota d'imposta della Trave di collegamento della testa dei Pali.

Categoria topografica: **T1: Pendii con inclinazione media inferiore di 15°**

### Coefficienti sismici stabilità delle fondazioni

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,015	0,020	0,060	0,075
0,008	0,010	0,030	0,037	
amax [m/s <sup>2</sup> ]	0,738	0,957	2,433	3,052
Beta	0,200	0,200	0,240	0,240

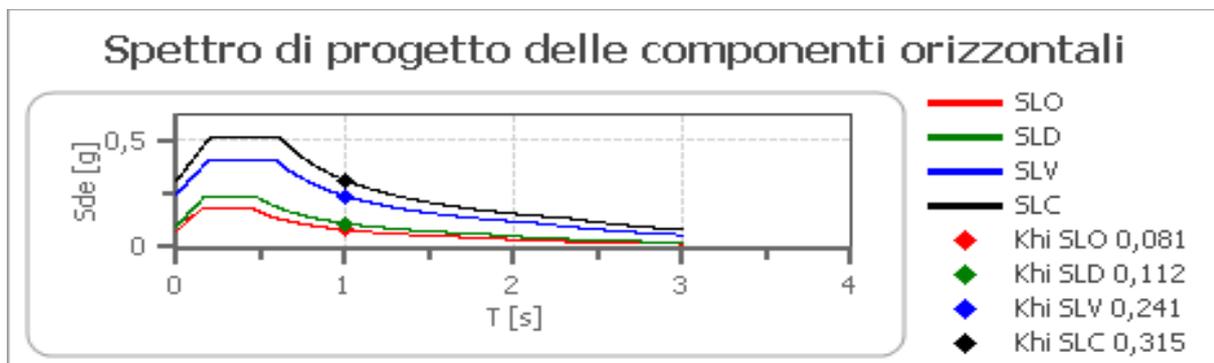
### Spettro di progetto

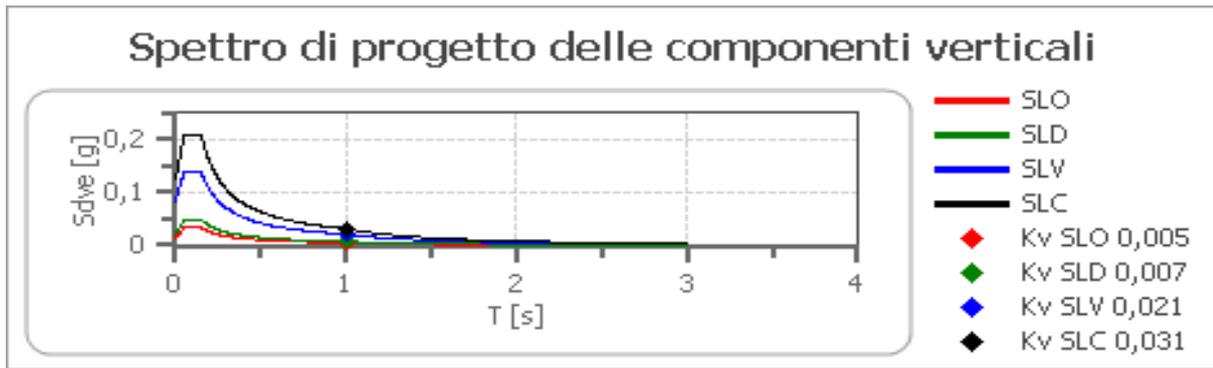
Fattore di struttura spettro orizzontale q: 1,50

Fattore di struttura spettro verticale q: 1,50

Periodo fondamentale T: 1,00 [s]

	SLO	SLD	SLV	SLC
khi = Sde(T) Orizzontale [g]	0,081	0,112	0,241	0,315
kv = Sdve(T) Verticale [g]	0,005	0,007	0,021	0,031





	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	q [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Sd(0) [g]	Sd(TB) [g]
SLO orizzontale	1,0	0,042	2,405	0,281	1,500	1,600	1,200	1,800	1,000	0,150	0,449	1,767	0,075	0,181
SLO verticale	1,0	0,042	2,405	0,281	1,500	1,600	1,200	1,200	1,000	0,050	0,150	1,000	0,014	0,033
SLD orizzontale	1,0	0,054	2,386	0,312	1,500	1,540	1,200	1,800	1,000	0,160	0,480	1,817	0,098	0,233
SLD verticale	1,0	0,054	2,386	0,312	1,500	1,540	1,200	1,200	1,000	0,050	0,150	1,000	0,020	0,049
SLV orizzontale	1,0	0,139	2,495	0,414	1,490	1,410	1,200	1,788	1,500	0,194	0,583	2,155	0,248	0,413
SLV verticale	1,0	0,139	2,495	0,414	1,490	1,410	1,200	1,200	1,500	0,050	0,150	1,000	0,084	0,139
SLC orizzontale	1,0	0,181	2,502	0,439	1,430	1,380	1,200	1,716	1,500	0,202	0,606	2,325	0,311	0,519
SLC verticale	1,0	0,181	2,502	0,439	1,430	1,380	1,200	1,200	1,500	0,050	0,150	1,000	0,125	0,209

Elaborazione con software autorizzato

**Il sito non è soggetto a Liquefacibilità dei sedimenti a granulometria assortita in quanto il D50 è maggiore di 2 mm. (SEED-IDRISS, ANDRUS e STOKOE)**

## G.2.9 CENNI SEDIMENTOLOGICI APPLICATI SUI CAMPIONI DI SPIAGGIA EMERSA E SUI SEDIMENTI DI FONDO ( Studi ed interpretazioni geologiche e sedimentologiche in sede di progetto APQ e successivi).

Sulla spiaggia emersa sono state eseguite analisi granulometriche e sedimentologiche per definire il  $D_{50}$ ,  $\sigma$ ,  $\phi$  ( Deviation Standard ),  $S_0$  ( Coefficiente di Trask ), Kurtosis e Asimmetria ( $\sigma_{kg}$ ) etc. onde poter definire le caratteristiche tessiturali delle sabbie, dei granuli e delle ghiaie, scala WentWorth,. Sono allegati i Diagrammi , relativi alle distribuzioni granulometriche.

Sui sedimenti di fondo sono state eseguite analisi sedimentologiche applicate per la determinazione delle caratteristiche tessiturali finalizzate ad individuare i Percorsi di transito mediante analisi Dinamica e Modale ( Diagrammi di Rivière, Triangolare di Blampied, Pearson-Craig-Leroy, Friedman, Passega, Riviere etc.).Le Analisi granulometriche sono state eseguite dal laboratorio calabrese LAGIC srl.

Le carte sedimentologiche tematiche evidenziano le distribuzioni granulometriche nonche' gli Indici statistici in forma Grafica di Folk&Ward, di Inman e Folk, di Mc Cammon. ( Carta della Distribuzione granulometrica D50, e carta della Deviation Standard G. o Spreading G, Relazione geologica di progetto APQ)

La granulometria e' l'espressione delle dimensioni dei grani : (a) misura delle dimensioni,(b) distribuzione statistica delle dimensioni dei grani. Per ogni granulo si possono esprimere i valori delle tre dimensioni: a,b,c /3 o in forma geometrica  $3\sqrt{a+b+c}$ .

L'analisi di ogni campione evidenzia nella scheda identificativa dimensioni in mm e  $\phi$  (phi) , frequenze % e frequenze cumulate %. Le curve di frequenza si possono ottenere graficamente , unendo con tratti curvi i punti segnati, il risultato e' una curva con andamento sigmoidale. Schede monografiche e Curve Cumulative: diagrammi semilogaritmici.

Per avere una maggiore "efficienza statistica" , si evidenziano gli indici statistici, unita'  $\phi$  (phi) secondo Folk&Ward, Inman e Folk, Trask, McCammon.

Per definire le caratteristiche tessiturali dei sedimenti di fondo e della spiaggia emersa , si utilizzano i parametri grafici di Folk&Ward (1957) : tale metodo utilizza l'analisi delle curve di distribuzione dei diametri granulometrici.. La media dei grani risulta :

$$M\phi = \frac{\phi_{16} + \phi_{50} + \phi_{84}}{3} \quad \text{Folk \& Ward}$$

Evidenzia la media aritmetica ( Mean size) che sprime il centro di gravita' della distribuzione , funzione della dimensione dei granuli : e' il momento del primo ordine rispetto all'origine.

Deviazione Media  $\sigma$  ( Sorting ) Grado di selezione della distribuzione ( Inclusive Standard Deviation)

$$\sigma_{\phi} = \frac{\phi_{84} - \phi_{16}}{4} + \frac{\phi_{95} - \phi_{5}}{6 \times 6} \quad \text{Folk\&Ward} \quad 79\% \text{ di efficienza}$$

Misura il grado di dispersione o variabilita' di una distribuzione granulometrica. Misura di dispersione omogenea= scarto quadratico medio. Si definisce scarto quadratico medio della variabile causale  $\chi$ , la radice quadrata della sua varianza.

Sedimenti ben cerniti con  $\sigma_{\phi}$  basso, sono costituiti da poche classi granulometriche che probabilmente hanno subito il vaglio del mezzo altamente selettivo. Sedimenti mal cerniti sono quelli depositati in massa , in brevissimo tempo.

Se si usa la Mediana (  $D_{50}$  ), come indicatore di tendenza centrale, la misura della dispersione e' ottenuta dai quartili, I° ( 25%) e III° ( 75% ) :

$$OD_{\phi} = \frac{\phi_{75} - \phi_{25}}{2} \quad \text{deviazione interquartile. Valore minimo = 0 ( mono classe )}$$

$$S_o = Q1/Q3 \text{ mm. } \frac{\text{coefficiente di cernita o di classazione}}{\text{I quartile (25\%), III Quartile ( 75\% )}}, \text{ Trask} \quad 37\% \text{ di efficienza}$$

$$\sigma_{\phi} = \frac{\phi_{84} - \phi_{16}}{2} > 1 \quad \text{Inman (1952)} \quad 54\% \quad \text{“}$$

Per  $QD_{\phi} = 0$ ,  $S_o = 1$  curva cumulativa pari ad una linea verticale ( monoclasse )

Indice Skewness ( Inclusive Graphic Skewness). Il coefficiente di asimmetria  $S_{K\phi}$  ( Skewness ) e' importante perche' qualifica il grado di simmetria della distribuzione granulometrica indipendentemente dal classamento. L'indice varia da 1 a -1 e rappresenta il livello d'energia :

per valori negativi dello Skewness si ha alto livello d'energia e quindi probabilita' d'erosione; per valori positivi, basso livello d'energia e probabilita' di accrescimento della spiaggia, ovviamente non protetta

L'asimmetria di una distribuzione puo' essere dovuta a due cause deposizionali : ad una popolazione originaria si aggiungano e mescolino materiali di un'altra popolazione , oppure che alla stessa vengano sottratti , per rimozione, dei granuli appartenenti a particolari classi granulometriche.

Si parla di asimmetria negativa quando vi e' una coda di materiali grossolani( media a sinistra della mediana e della moda ); l'asimmetria positiva prevede la presenza di una coda di materiale fine ( media a destra della mediana e della moda)

$$\sigma_k = \frac{\phi_{16} + \phi_{84} - 2\phi_{50}}{2(\phi_{84} - \phi_{16})} + \frac{\phi_5 - \phi_{95} - 2\phi_{50}}{2(\phi_{95} - \phi_5)} \quad \text{Folk\&Ward}$$

Indice Kurtosis ( Coefficiente di appuntimento). questo indice misura i valori di picco di una distribuzione . Indica la proporzione tra il sedimento centro della distribuzione e quello ad entrambi i margini dello stesso campione :

- Curve leptocurtiche ( puntute ) , episodio sedimentario rapido ed improvviso con curva stretta e molto appuntita e con classi dimensionali in ascissa e frequenze percentuali in ordinata,
- Curve platicurtiche ( modestamente puntute), episodio sedimentario piu' graduale ed una sedimentazione equivalente di classi granulometriche diverse.

- Curve mesocurtiche ( forme mediamente puntute ), episodi sedimentari intermedi .

$$\beta_{\phi} = \frac{\phi_{95} - \phi_{5}}{2,44 (\phi_{75} - \phi_{25})}$$

- L'analisi dei diagrammi granulometrici e sedimentologici eseguiti in sede APQ, consente alcune valutazioni :
- Il diametro medio di Mc Cammon indica tre fasce di sedimentazione verso il largo;
- la prima, tra la battigia e l'isobata -1,00 m., e' caratterizzata da ghiaie e granuli con poco sabbia ( area scalino) Il D50 in mm supera i 4 mm cio' evidenzia alta energia e deriva netta verso SE.
- la seconda, tra -1,00 m. ed il rebord continentale e - 15,00 m., evidenzia sedimenti sabbiosi di varia gradazione tranne per i campioni , prelevati a -10 m e -15 m lungo il transetto 12 N -10 m. lungo il transetto 14 P ( 0,550-2,00 mm sabbie grosse).
- la terza , tra l'isobata -15,00 m. e - 30,00 m., evidenzia la presenza di sabbie fini e di Peliti come in genere si rileva in altre aree costiere Bovalino e Bova Marina.

Cio' si evince dal diagramma che rappresenta la distribuzione del Diametro con la profondita'.

Anche la distribuzione del primo centile evidenzia la diminuzione del diametro dopo l'isobata -1,00 m.

Il diagramma di Friedman ( Centile-Mediana) evidenzia un miscuglio di sedimenti tra la linea di riva e l'isobata -1,00 -2,00 m. m. ( granulometrie assortite e alta energia).

Dopo l'isobata -1,00 i sedimenti dimostrano di essere poco classati fino all'isobata -4,00 m. , discretamente classati dopo l'isobata -4,00m. fino all'isobata -10,00 m.

I diagrammi tra Kurtosi e Asimmetria , tra Asimmetria e Deviation standard, tra Deviation Standard e Granulo medio consentono di valutare che la capacita' di trasporto non risulta selezionata dalle dimensioni dei sedimenti.

Si puo' affermare ( diagrammi di Friedman e Passega) che il trasporto avvenga per correnti con la diminuzione del granulo medio, specialmente cio' si evince con il diagramma di Passega. Inoltre, si rileva un trasporto per correnti con presenza di rotolamento.

In conclusione, l'analisi granulometrica rivela la presenza di un trasporto per correnti ad elevata energia entro l'isobata -2,00 m. ed un trasporto per correnti con variazioni di velocita' oltre l'isobata - 25,00 m. anche se in presenza di un solo campione prelevato a -30,00 m, Bova M., comunque probante per confronto tra ambienti deposizionali Jonici limitrofi.

L'analisi dinamica , in questa fase , viene effettuata per campioni singoli o gruppi di campioni comunque probanti per una prima sintesi.

Si sono utilizzati anche gli indici di evoluzione di Riviere che evidenziano la predominanza del tipo parabolico per cui il deposito si ha per eccesso di carico , da correnti di trasporto, con carico idraulico notevole. Diagramma 2a.

La presenza di un lieve scarto tra Mediana e Media ( tendenza centrale con la profondita') indica che i sedimenti di fondo mobile abbiano maturato una progressiva evoluzione granulometrica durante i percorsi deposizionali.

Inoltre, il diagramma 2°, parametri della grossolanita'( media ) e dell'energia (N, facies granulometrica) consente di osservare nel deposito fondo mobile in esame un sedimento ad evoluzione granulometrica normale.

La facies a maturazione parabolica indica che i sedimenti in esame , trasportati da correnti di qualsiasi natura , specialmente torbiditiche, con velocita' da deboli a medie , sono stati depositi per eccesso di carico.

Queste prime analisi granulometriche e sedimentologiche dei sedimenti indicano una prima fascia deposizionale litoranea , fino all'isobata - 1-2,00 m., in cui i grani , soggetti a forte agitazione per cui vengono trasportati per rotolamento e saltazione, tipici della deriva per longshore currents .

Oltre l'isobata -2,00 m., fino all'isobata - 25,00 m. , l'analisi dinamica indica correnti con carico idraulico notevole .

Oltre l'isobata -15,00 m., la deposizione avviene per eccesso di carico con dinamica decrescente e quindi con meno turbolenze sia per Rip-currents e Undertow.

L'analisi Dinamica e Modale ha consentito al geologo, in sede APQ ( Linee Guida APQ), di cartografare la Carta della Deviation Standard Geometrica ( usata dal Modello numerico a due Linee Mike 21, e indicare i Settori di Transito del nastro trasportatore dei sedimenti litoranei.

#### G.2.10 DESCRIZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE.

Il geologo ha ritenuto di eseguire le seguenti Indagini geognostiche per contestualizzare gli aspetti geolitologici, stratigrafici con definizione delle Unità litotecniche e gli aspetti geodinamici e sismicità C. 6.2.1.

**Geognosia in Situ : 2 Prove SPT con penetrometro DPSH in data 13 Marzo 2017 ( Report allegato )  
Prova Masw + 1 Tomografia in data 13 Marzo 2017( Reports allegati )**

#### G.2.11. GEOLITOLOGIA APPLICATA

##### Stratigrafia -affioramenti geolitologici

I litotipi rilevati sottoferrovia sono Spiagge vive e Dune antropizzate:

- *Spiagge vive*: sono costituite da sabbie, granuli e ghiaie metamorfico cristallini ( circa il 95%), prevalgono i grani biancastri (Quarzo, Ortoclasio, Plagioclasti, Muscovite), grigi ( Biotite, Granati, Ornoblanda, Tormalina); i grani appiattiti (battigia) sono di rocce Granitiche, Gneissiche, Micacee, Anfibolitiche, Serpentinose, Granatifere, Dolomitiche cristalline, calcaree; i ciottoli arrotondati sono il risultato di rocce Granitiche, Quarzitiche, Sienitiche, Dioritiche
- *Dune antropizzate e vegetate*: sono appilamenti di sedimenti clastici, coperti da suoli pedologici con scheletro solido sabbighiaioso. La sedimentazione di tali clastiti a granulometria assortita, sotto le coperture pedologiche, è incrociata, dovuta ad episodi marini e continentali: ghiaie, sabbie e ciottoli di spiaggia morta, di natura metamorfico-cristallina ( circa il 90%), a volte stratificate nei primi tre metri. da p.c con arricchimenti localizzati di ciottoli granodioritici arrotondati.

Definire i perimetri delle Facies deposizionali tra le foci delle f.re Amusa ed Allaro e gli episodi marini costieri diventa pura interpretazione senza adeguati sondaggi a carotaggio continuo. Questi due litotipi clastici sono sede di falde freatiche con interfaccia salmastra, passante a falda salata.

*Per ottenere indicazioni sulle caratteristiche fisicomeccaniche dei sedimenti di sottofondazione e' stata eseguita il 13 Marzo 2017, una Prova SPT 1 dinamica continua i cui risultati sono evidenziati nel REPORT della Prova a firma della Ditta incaricata e controfirmato dal geologo che scrive per PRESA VISIONE.*

Nel caso in esame, il volume significativo di suolo, e' caratterizzato dai valori dei parametri geotecnici desunti con la Prova SPT 1 dinamica continua con penetrometro DPSH da p.c.( quota Arenile)

**Le caratteristiche dei suoli secondo il D.M. 14.01.2008 (NTC) sono state acquisite con una Prova MASW ed una TOMOGRAFIA (Sismica a Rifrazione). La caratterizzazione fisicomeccanica, mediante i valori dei parametri geotecnici acquisiti, evidenzia i dati disaggregati della pericolosità sismica di base, per la parte di competenza del geologo, necessari per gli aspetti geotecnici, (parametri litotecnic) e per gli aspetti sismici ( Vs30 = 339 m/sec ) Sottosuolo C, amax, kh, kv ) da non confondere con la Relazione geotecnica, propria dello Strutturista e con la Relazione sulle Fondazioni dello Stesso.**

- Indicando come riferimento i parametri di cui alla narrativa della prova SPT1 nonché l' Istogramma SPT1, si evidenziano i valori dei Parametri geotecnici per calcolare la capacità portante limite e d' esercizio per fondazioni innervate su Pali in ambiente dinamico.

##### PROVA SPT 1.

**Unità litotecniche. Stratigrafia e caratteristiche fisicomeccaniche, ottenute con la prova SPT 1.**

**Unità A: da -0,00 m da p.c. a -360 m. da p.c.: litotipo clastico incoerente (sciolti come da SPT 1) a granulometria assortita ( Classificazione AGI), da un punto di vista geotecnico, ha una potenza di 3,60 m. ed e' caratterizzato da, peso di volume, angolo attrito interno e Coesione =0. ( Verifiche in termini di tensioni efficaci). Vs30 = 172 m/sec .**

**Unita' B:** da -3,60 m. a - 8,40 m. da p.c. sedimenti incoerenti saturi a granulometria assortita moderatamente addensati ( *Classificazione AGI*).  $V_{s30} = 297$  m/sec. ;

#### PROVA MASW-

#### SISMOSTRATIGRAFIA

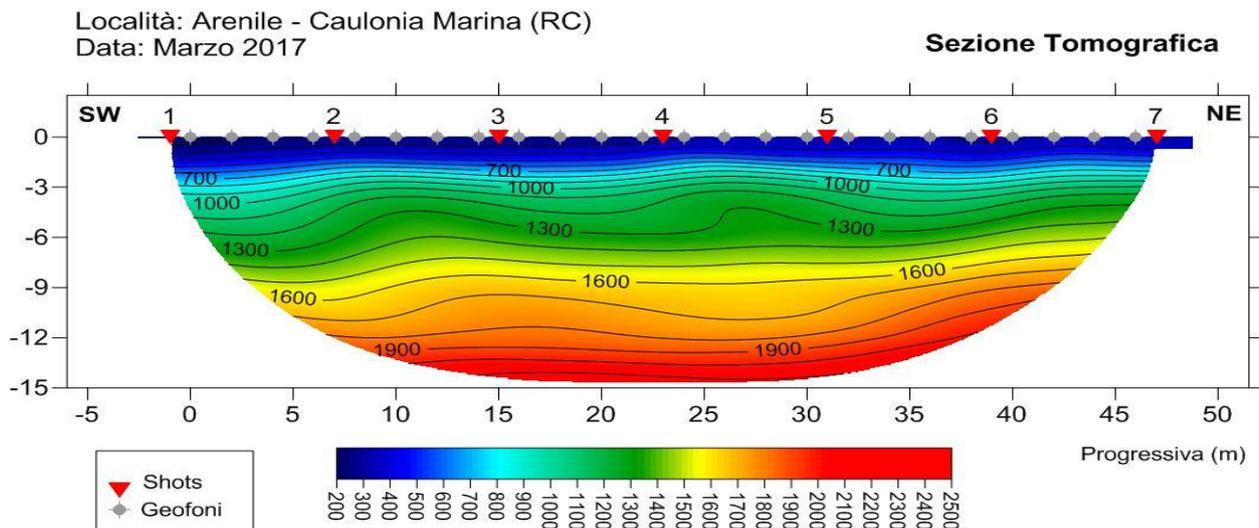
<i>Unita' A:</i>	da 0 a -3,60 m. da p.c.	<i>N° colpi</i> 2,72	$V_{s30} = 172- 297$ m/sec
<i>Unita' B:</i>	da -3,60 m. a -6,00 m. da p.c	<i>N° colpi</i> 18,54	$V_{s30} = 297$ m/sec.
<i>Unita' C</i>	da - 6,00 m. a -8,40 m. da p.c.	<i>N° colpi</i> 20,06	$V_{s30} = 297$ m/sec.

<i>Sedimenti da - 8,40 m. a -18,00 m sedimenti clastici moderatamente addensati</i>	$V_{s30} = 297-342$ m/sec.
<i>Sedimenti da -18,00 m. a -27,00 m suoli coesivi ( tetto Marne Bianche alterate )</i>	$V_{s30} = 342-513$ m/sec.
<b>Bedrock-like o strato d'emersione</b>	- 27,00 m. da p.c. $V_{s30} = 612$ m/sec.
<b>Bedrock sismico</b>	> - 30,00 m. da p.c. non accertato

#### PROVA TOMOGRAFIA. STENDIMENTO 48 ml.

La prospezione **Sismica a Rifrazione** è stata condotta con uno stendimento geofonico di 48m Le oscillazioni del suolo sono state rilevate da 24 geofoni verticali (Geospace) posizionati lungo il profilo di indagine con offset di 2.00m. Come sorgente sismica è stata utilizzata una mazza da 8kg che impatta verticalmente su una piastra circolare in alluminio.

#### PERCORSO DEI RAGGI SISMICI



Una delle delle condizioni principali per l'applicazione del metodo della sismica a rifrazione è che la velocità di propagazione delle onde sismiche aumenti con la profondità ( $V_1 < V_2$ ).

La velocità con la quale le **onde P** si propagano in un mezzo dipende dalle proprietà fisiche (cioè rigidità, densità, saturazione) e dal grado di omogeneità del terreno. L'arenile di Caulonia non presenta anomalie sismiche e stratigrafiche per la profondità investigata.

Le Indagini geognostiche ed i Report relativi sono allegati all' elaborato delle Indagini Geognostiche, *acquisito per PRESA VISIONE in quanto il geologo redattore della relazione Geologica non puo' essere lo stesso che ha eseguito l'indagine.*

**Il Bedrock sismico- like o sismostrato d' emersione** è rilevato a - 27,00 m. da p.c., ed è costituito da Marne bianche plioceniche ( nota storica, dal 217 a.c. ad oggi , 2.234 anni : il Sisma piu' forte si è avuto a Brancaleone nel 1978, Magnitudo 5,3, scala Richter)..

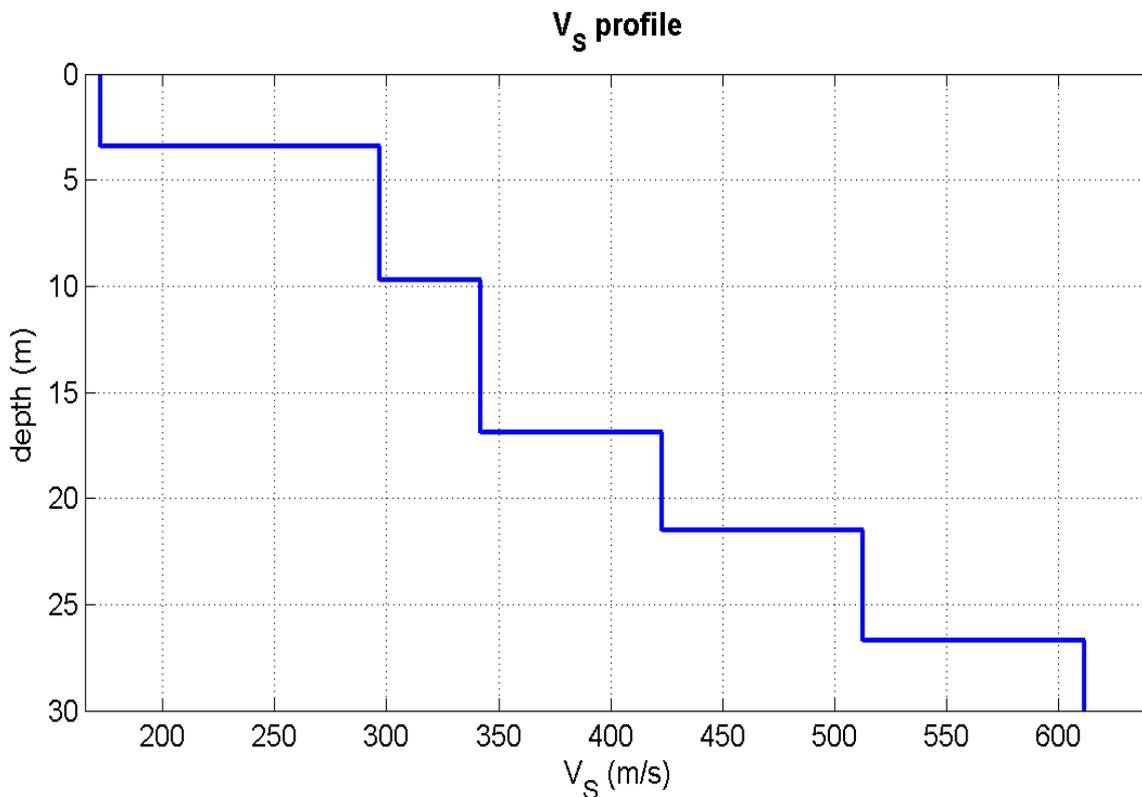
E' dal 2009, che il geologo che scrive, ricorda alle Istituzioni che piu' che le MASW ( è difficile avere una giacitura orizzontale degli strati sopra il Bedrock sismico o il Bedrock-like ) sarebbe necessario misurare:

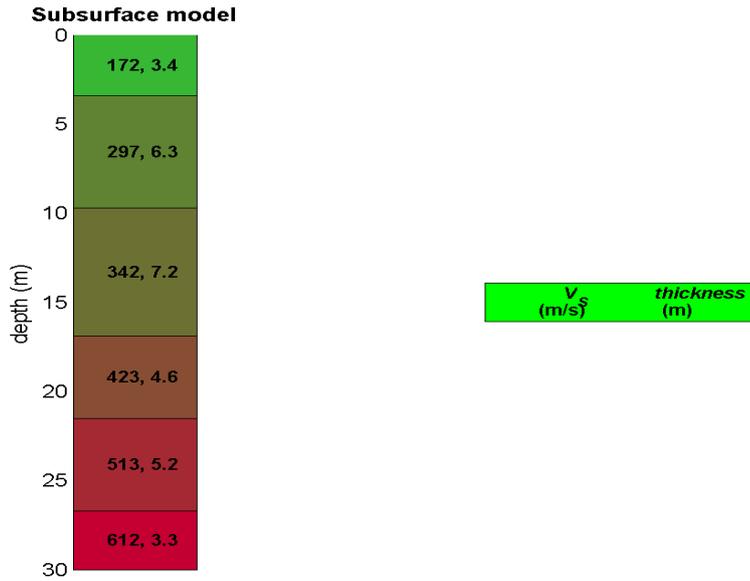
- i microtremori meglio la frequenza di risonanza ( $f_r$ ) dello strato 1 (spessore), relativa alle onde S dei terreni per evitare la doppia risonanza tra Terreni ed Edifici. la cui risonanza è regolata dall'altezza secondo Pratt.; l'analisi H/V consente d'identificare i contrasti d'impedenza tra strati.

In Calabria come in California, questa annotazione risulta più coerente con la sicurezza quando il Bedrock sismico è < 30 m. da p.c., fermo restando che le MASW risultano utili ma indicative: è singolare che si misuri il tempo con precisione quando le  $V_{s30}$ , velocità equivalenti, possono avere un range di variabilità del 30%.

Il suolo fino a 30 m. da p.c. è classificabile C perché le  $V_{s30}$ , velocità equivalenti, risultano  $V_{s30} = 339$  m/sec .

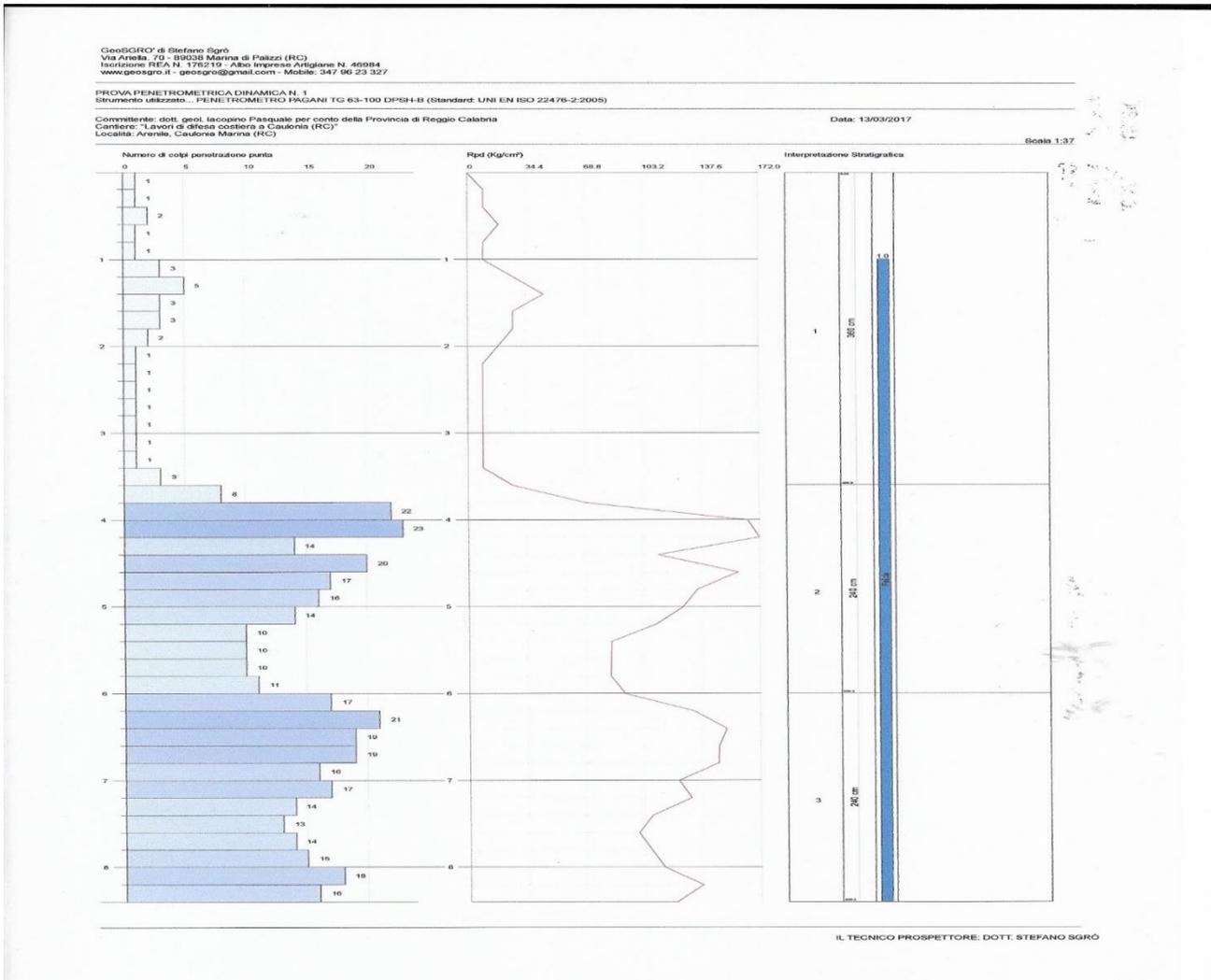
Le verifiche di calcolo secondo il D.M. 14.01.2008, essendo le  $V_{s30} < 297$  m/sec , fino a - 10 m. da p.c., possono essere eseguite sia per suolo D sia per suolo C ( Tab. 3.2.2).





**DATI GEOTECNICI ESTRAPOLATI DALLA PROVA SPT 1**

Dalla prova SPT 1 si evidenziano l'Istogramma e i Valori geotecnici. L'Istogramma Nr 1 evidenzia il N. Colpi fino alla profondita' di 8,40 m. da p.c. Allegato. REPORT firmato dal geologo che scrive per Presa Visione, secondo normativa. **ISTOGRAMMA SPT 1**



## Valori dei Parametri Geotecnici

### Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per falda	Peck-Hanson	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] -	2.7	3.60	2.7	27.77	20.77	28.76	26.61	30.68	0	<30	21.36	27.81	27.98	22.35
[2] -	22.09	6.00	18.545	32.3	25.3	33.19	29.73	36.63	42	30-32	31.68	32.56	45.94	34.26
[3] -	25.12	8.40	20.06	32.73	25.73	33.62	29.86	37.09	42	30-32	32.35	33.02	46.53	35.03

### Modulo di Young (Kg/cm<sup>2</sup>)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] -	2.7	3.60	2.7	---	21.60	---	---	---
[2] -	22.09	6.00	18.545	307.39	148.36	219.53	319.09	167.73
[3] -	25.12	8.40	20.06	319.70	160.48	237.41	330.45	175.30

### Edometrico (Kg/cm<sup>2</sup>)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] -	2.7	3.60	2.7	---	33.01	19.17	50.04
[2] -	22.09	6.00	18.545	111.27	65.56	131.67	120.71
[3] -	25.12	8.40	20.06	120.36	68.67	142.43	127.47

### Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] -	2.7	3.60	2.7	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
[2] -	22.09	6.00	18.545	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
[3] -	25.12	8.40	20.06	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

### Peso unità di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m <sup>3</sup> )
[1] -	2.7	3.60	2.7	Meyerhof ed altri	1.38
[2] -	22.09	6.00	18.545	Meyerhof ed altri	1.58
[3] -	25.12	8.40	20.06	Meyerhof ed altri	1.60

### Peso unità di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m <sup>3</sup> )
[1] -	2.7	3.60	2.7	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.86
[2] -	22.09	6.00	18.545	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.98
[3] -	25.12	8.40	20.06	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.99

**Modulo di Poisson**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] -	2.7	3.60	2.7	(A.G.I.)	0.35
[2] -	22.09	6.00	18.545	(A.G.I.)	0.32
[3] -	25.12	8.40	20.06	(A.G.I.)	0.31

**Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm<sup>2</sup>)**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e
[1] -	2.7	3.60	2.7	165.35	229.34
[2] -	22.09	6.00	18.545	1011.69	744.38
[3] -	25.12	8.40	20.06	1089.19	780.97

**Coefficiente spinta a Riposo K0=SigmaH/P0. Coefficiente di reazione di sottofondo.**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	K0
[1] -	2.7	3.60	2.7	Navfac 1971-1982	0.44
[2] -	22.09	6.00	18.545	Navfac 1971-1982	3.79
[3] -	25.12	8.40	20.06	Navfac 1971-1982	4.06

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

	NSPT	Prof. Strato(m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] -	2.7	3.60	2.7	Robertson 1983	5.40
[2] -	22.09	6.00	18.545	Robertson 1983	37.09
[3] -	25.12	8.40	20.06	Robertson 1983	40.12

**Tab.1.Valori indicativi stimati da PROVA SPT 1 dinamica continua per calcolo capacita' portante dei sedimenti incoerenti Verifica in termini di tensioni efficaci ( lungo termine).**

DH	G <sub>am</sub>	G <sub>ams</sub>	φ°	φ°corr.	c'	C corr	Ko	Ey	Ed	Ni	Cs
<b>m</b>	daN/mc	daN/mc	°	°	daN/cm <sup>q</sup>	daN/cm <sup>q</sup>	daN/cm <sup>c</sup>	daN/cm <sup>q</sup>	daN/cm <sup>q</sup>	cm <sup>q</sup> /s	
3,60-8,40	1600	1800	30° -:- 34°		0		< 4,6	<230	< 127	0,30-:-032	

**DH=Potenza strato**, G<sub>am</sub>= Peso di Unita' di Volume, G<sub>ams</sub> Peso di volume saturo, φ° Angolo attrito, φ°corr. ,c' = Coesione intercetta, C , corr , cu = Coesione non drenata, Ey = Modulo elastico (Young), Ed= Modulo Edometrico, Ni= Poisson, Cv = coeff Consolid Primaria, Cs= Coeff Consolid.

secondaria - Ko= Coefficiente di reazione di sottofondo Valori strumentali da Istogramma SPT 1: Lo strutturista puo' usare valori dei parametri i ≤ a quelli della Tab. 1.

*I Dati della Tab. 1, sopra riportati, sono strumentali quindi sono stime che lo Strutturista puo' adottare: per quanto riguarda il Peso di Volume, a nostro avviso, puo' essere assunto il valore 1600 -:- 1800 Kgt/mc e per il Peso di Volume saturo puo' essere assunto < a 2000 Kg/mc.*

**STIMA DEI VALORI DINAMICI. MODELLO MEDIO MASW DIFESA COSTIERA CAULONIA**

Facendo riferimento al modello medio (Vs e spessore degli strati), ottenuto dal processo di inversione, di seguito si riporta un quadro con la stima della Vp, della densità e di alcuni Moduli elastici.

N. STRATO	SPESSORE (Thickness) (m)	Vs (m/s)	DENSITA' (gr/cm <sup>3</sup> )	MODULO i TAGLIO (MPa)	Vp (m/s)	POISSON	MODULO di BULK (MPa)	MODULO i YOUNG (MPa)	MODULO di LAME' (MPa)
1	3.4	172	1.84	55	421	0.40	254	152	217
2	6.3	297	1.93	170	603	0.34	475	456	361
3	7.2	342	1.96	229	679	0.33	598	610	445
4	4.6	423	2.01	360	840	0.33	939	957	699
5	5.2	513	2.05	539	978	0.31	1241	1414	882
6	3.3	612	2.09	782	1145	0.30	1696	2035	1174

Si consiglia di utilizzare i seguenti parametri geotecnici per eseguire il dimensionamento e la forma delle Opere di Progetto .

Le fondazioni profonde ( Pali  $\phi$  800 mm), protetti da lamierino) saranno immorsate nei sedimenti a granulometria assortita : fino a 8,00 m. di profondita' ( Prova SPT 1 ) si hanno sedimenti clastici di sabbie, granuli, ghiaie e piccoli ciottoli

***I valori dei parametri geotecnici dei sedimenti clastici in cui sono immorsati i pali di sottofondazione del muro paraonde sono cosi' stimati:***

- *Sabbie e ghiaie con ciottoli*

$$\begin{aligned} \text{Peso di volume} &= 16,00 \text{ :- } 18,00 \text{ KN/m}^3 \\ \text{Peso di volume saturo} &= 19,00 \text{ :- } 20,00 \text{ KN/m}^3 \\ \text{Coesione intercetta} &= 0 \\ \text{Angolo attrito interno } \phi &= 32^\circ \approx 35^\circ ; \end{aligned}$$

***I valori dei parametri geotecnici dei sedimenti di sottofondazione della Scogliera radente sono cosi' stimati :***

- *Sedimenti clastici metamorfocristallini ( Sabbie, ghiaie, Ciottoli di sottofondazione Scogliera Radente)*

$$\begin{aligned} \text{Peso di volume sabbie e granuli saturi} & \quad \gamma_{\text{sat}} = 20,5 \text{ KN/m}^3 \\ \text{Peso specifico acqua marina} & \quad \gamma_w' = 10,030 \text{ KN/ m}^3 \\ \text{Coesione intercetta } C' & \quad = 0 \\ \text{Angolo attrito interno} & \quad \phi' = 32^\circ - 35^\circ \end{aligned}$$

***I valori dei parametri geotecnici dei Massi della Scogliera Radente sono cosi' stimati :***

*Difesa radente ( Massi III e II Categ.)*

$$\begin{aligned} \text{Peso di Volume} & \quad \gamma = 24 \text{ :- } 26 \text{ KN/m}^3 \\ \text{Peso specifico acqua marina} & \quad \gamma_w' = 10,030 \text{ KN /m}^3 \\ \text{Coesione intercetta} & \quad C' = 0 \\ \text{Angolo attrito interno} & \quad \phi' = 40^\circ - 45^\circ \\ \text{Porosita'} & \quad v = 32 \text{ :- } 38\% \end{aligned}$$

**Nel calcolo dei Pali, sia in condizioni statiche che dinamiche, le caratteristiche dinamiche dei sedimenti in esame , M , non devono essere mai ridotte, pertanto, i Parametri di Progetto sono anche Parametri Caratteristici in ambiente dinamico D.M. 14.01.2008.**

*Il calcolo, sia con l'approccio 1 sia con l'approccio 2, non deve amplificare le Azioni A ,  $\gamma F = 1$ ; con l'approccio 1, combinazione 2, si dovrebbe fare riferimento ai coefficienti R3; se si esegue il calcolo della stabilita' globale di dovrebbe utilizzare l'approccio 1-combinazione 2 ( A2+M2+R2, GEO)*

***Difese Radenti e Filtro Antisifonamento.***

Per evitare lo scalzamento dei sedimenti sabbio-ghiaiosi con ciottoli al piede del Muro e relativo Sifonamento della Trave di fondazione di collegamento della testata dei Pali, per Frangenti a morfologia Surging e Plunging, collassanti ( Collapsing) in prossimita' del Muro, si realizzerà il Filtro passante largo ( 9,00 ml ) con massi di III e II Categoria( Filtri inversi di Terzaghi) i cui vuoti ( 32-:-38%), nel tempo, saranno riempiti da ghiaie e ciottoli dalla risacca stagionale e dal moto ondosso incidente con eventi meteomarini significativi. Fig. 1-1 di pag. 12

Questo strato drenante e portante ( Filtro) eviterà i fenomeni di Renard e l'asportazione del " fino" sotto e a tergo delle fondazioni del muro durante le Risacche o durante eventi meteomarini significativi a morfologia " Collapsing" o "Surging". La pressione dell'onda incidente a morfologia " Collapsing" o "Surging". che collassa sulla Radente ed eventualmete anche sul paramento del Muro, per unita' di superficie, è circa 9,6 t/mq ( Bojitch ).

## G.2.12 APPENDICE QUALITATIVA

**L'intervento tra la testata del Muro paraonde esistente e la Piazzetta con i due Bronzi di Riace è finalizzato alla messa in sicurezza delle infrastrutture esistenti (Lungomare, Servizi di rete e Infrastrutture per il tempo libero ) mediante :**

geologo pasquale iacopino

- *Muro paraonde con paramento di valle inclinato ( 58°-68°), fondato su Pali trivellati con trave di collegamento e coronamento aggettante a mare con angolo di 30°*
  - *Scogliera Radente al piede*
  - *Filtro Antisifonamento in massi naturali*
1. Questo modello integrato di difesa il geologo lo ha proposto nel 1996 nel litorale di Bova Marina per presidiare un tratto di lungomare e del Collettore fognario di valle dai frangenti incidenti da 135° -210° Nord .
  2. In loc. Murrotto ( Palizzi ), un muro paraonde con paramento verticale subiva sifonamenti stagionali perche' i frangenti interagivano con morfologia "Collapsing " : la difesa proposta dal geologo (finanziamento regionale POR "2000-2006) fu un Ripascimento artificiale, costituito da ciottolame , 64 -450 mm , larghezza 12 ml, profondita' 1 m da 0,00 SWL, coperto da granuli e Ghiaie , 6-32 mm il cui apice contro muro aveva quota + 1,50 m. SWL..
  3. Nel 2015, a Caulonia, il geologo consulente del RUP, data l'esigua somma concessa dalla Provincia ha proposto e realizzato la difesa del litorale, tra testata Muro paraonde esistente e piazzetta con i bronzi, la sostituzione dell'arenile con un "materasso " di ciottolame da fiume , largo 18 ml e spesso 1,00 ml., raccordandolo con il lungomare, alto 4,10 m. da SWL , mediante una *Scogliera Radente di Massi naturali arrotondati di natura granitici di II e III categoria.*

Questi tre interventi hanno dimostrato "alta efficienza" sia per la messa in sicurezza della Duna antropizzata ed infrastrutturata sia per la riqualificazione ambientale con la creazione di spiagge emerse di pregio e di notevole ampiezza rispetto agli arenili rilevati nel 2009, ovviamente le portate solide versate in mare dagli eventi alluvionali di Ott-Nov. 2015, Nov.2016- Febbraio 2017 hanno creato le condizioni sedimentarie per il Ripascimento naturale comunque **coadiuvato dall'efficienza degli interventi eseguiti**

- *del paramento inclinato foraneo del Muro paraonde ( riduzione della Riflessione dell'onda "collapsing")*
- *del filtro passante in massi naturali di III e II categoria*
- *della Scogliera Radente ante muro.*
- *per l'esiguo finanziamento della Provincia, intervento 3 citato ( pag. 31 ), potranno essere salpati parzialmente i Massi arrotondati della Radente , realizzata nel 2015.*

Questo tratto di arenile di progetto e' stato ed è contestualizzato con gli eventi meteomarini significativi che insistono sul Paraggio. Tali eventi trasmettono lo stato di mare dal largo, allo stato di mare litoraneo o "Surf-Zone" .

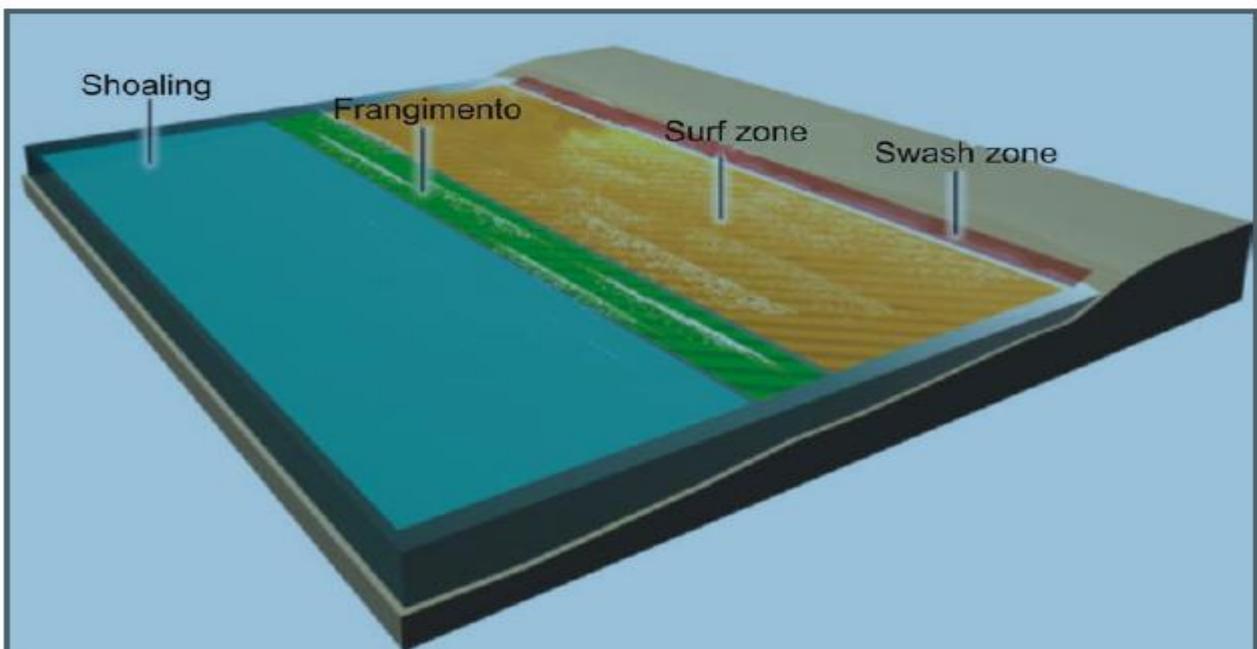


FIG.A SCHEMA AREA COSTIERA DI CAULONIA

Lo Schema delle regioni costiere, ad iniziare dall'effetto Shoaling-Rifrazione (effetto fondali) all'area di Swash Zone (battigia –area intertidale), Fig. A, evidenzia la linea dei Frangenti che, secondo la teoria dell'onda solitaria Munk, Mc Cowan, individua il frangimento in base al criterio di Stokes  $H/d = 0,78$  per cui ipotizzando l'altezza d'onda al largo,  $H_o = 5$  m. e la lunghezza d'onda al largo ( $L_o = 170$  m :- 110 m), si puo' definire, mediante iterazioni, la profondita' di frangimento  $d_b$ , utilizzando i Nomogrammi al frangimento (Milano V.).

$$d_b = H_b / 0,78 = 6,40 \text{ m}$$

La Surf-Zone di Caulonia è caratterizzata da fondali le cui batimetriche sono a largo raggio di curvatura su cui insistono forzanti anemologiche di cui si evidenzia il Fetch (pag. 34).

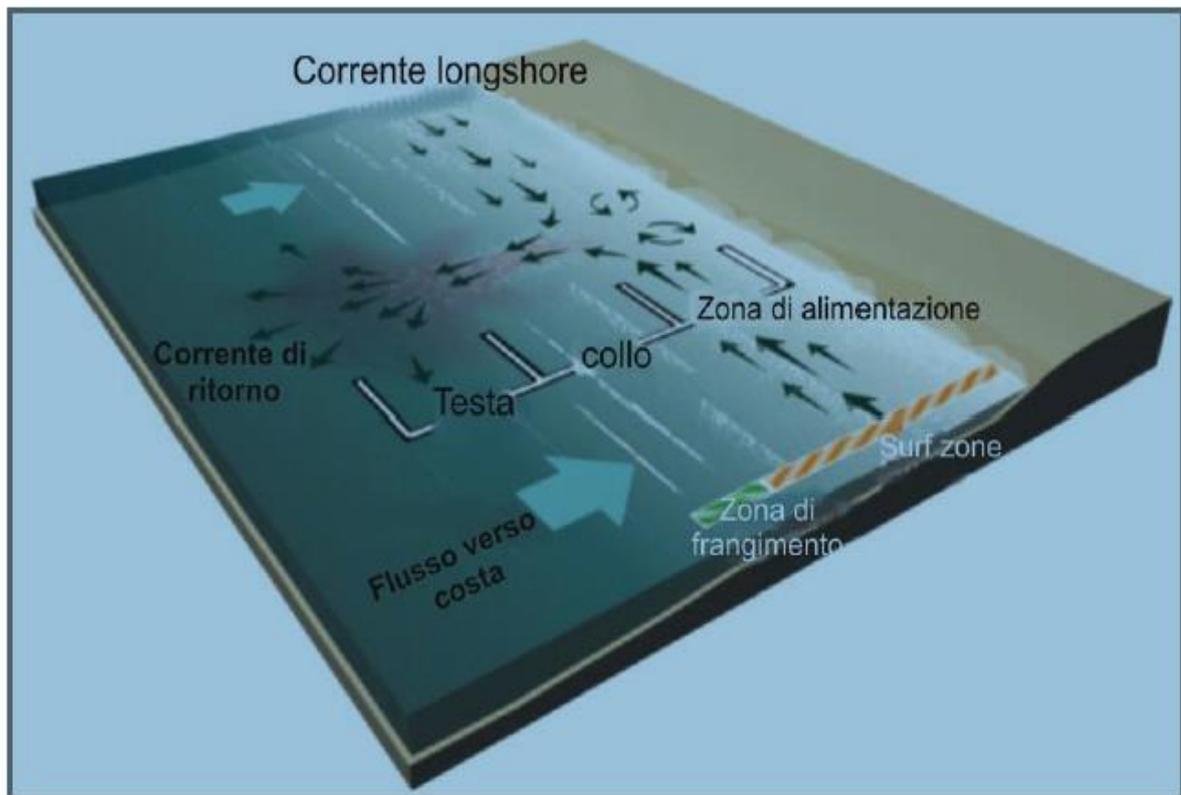
La morfologia batiale fino all'isobata – 10 m., evidenzia che le isobate si parallele alla linea di Riva con direzione Ne-Sw ( $50^\circ$ - $230^\circ$  N).

La morfologia è simile tra l'isobata -10 m. e l'isobata -20 m : i fondali, lato NE, presentano la fossa a “morfologia Canyons batiali”, direzione SE ( $160^\circ$  N), bordo della piattaforma continentale.

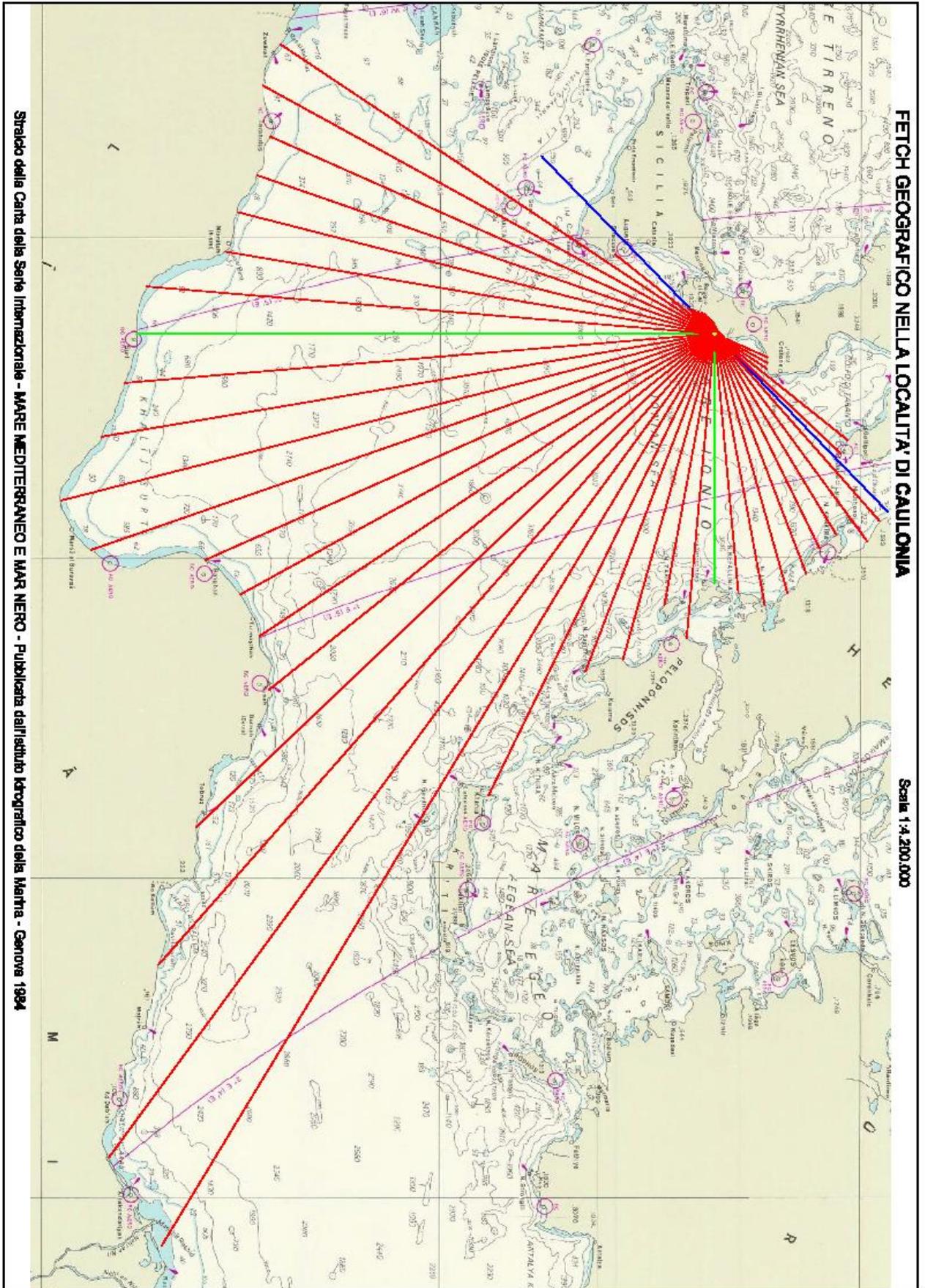
Cio' provoca aumento delle altezze d'onda al frangimento, onde incidenti da  $40^\circ$ -  $90^\circ$  N, con implicazioni erosive sull'arenile esposto a queste Onde oblique..

La Fig. B evidenzia il meccanismo idrodinamico-morfosedimentario con cui si formano le *Rip-Current in ambiente litoraneo con evacuazione dei sedimenti verso il largo, principale causa dell'erosione degli arenili per cui bisogna ridurre il loro carico solido che presuppone alta professionalita.*

*Il dimensionamento del D50 medio del Masso piu' pesante (P), del Masso medio, del Masso piu' piccolo nonche' il Vu (Volume unitario) di tutto il Filtro e delle Radenti, è stato sviluppato secondo il metodo di di Saville, le esperienze di Battjes e le formule di Van der Meer nonche' l'espressione di Hunt per onde regolari incidenti.*



**Figura B Rip-Current e Current Longshore**



Stralco della Carta della Serie Internazionale - MARE MEDITERRANEO E MAR NERO - Pubblicata dall'Istituto Idrografico della Marina - Genova 1984

# COMUNE DI BOVA MARINA ( R C )

**PROGETTO:** “LAVORI DI DIFESA COSTIERA SUL LITORALE DI CAULONIA ( RC ).”

## ALLEGATO 2

( D.M.11.03.1988, 554/99, D.M. 14.01.2008,S CS N. 5666/1999, CIRC. REGIONALE 28.06.2012 n. 7)

**COMMITTENTE : PROVINCIA DI REGGIO CALABRIA**

**ALLEGATO 2 - TABELLA DI SINTESI DATI GEOLOGICI  
( Circolare Regionale)**

**STUDIO GEOLOGICO  
Dott. Pasquale Iacopino  
S.S. 106 Km. 56,900  
89038 - PALIZZI (R.C.)  
Tel. 0965/763948**

**IL GEOLOGO  
Dott. Pasquale Iacopino**

**16 Aprile 2017**

ALLEGATO 2**“TABELLA DI SINTESI DATI GEOLOGICI”**

(ai sensi dell'art 3, comma 6, lettera i del Regolamento Regionale N 7 del **28 giugno 2012** - testo coordinato con le modifiche ed integrazioni di cui al R.R. n. 2 del 19 marzo 2013)

Condizioni stratigrafiche e topografiche**a) Approccio utilizzato per la valutazione dell'amplificazione**

- Semplificato  
 Numerico mono-dimensionale  
 Numerico bi-dimensionale

**b) Latitudine della stratigrafia**      Latitudine (WGS84):      38,3408900      Latitudine (ED50):      38,3419200  
**c) Longitudine della stratigrafica**      Longitudine (WGS84):      16,4669400      Longitudine (ED50):      16,4677300

**d) Quota del piano campagna [m. s.l.m.] :- 3 m. slm**

**e) Differenza fra la quota del piano campagna e la quota di imposta delle fondazioni [m]    0,00-:- 8,00 m.**

**f) Metodo di calcolo della velocità delle onde di taglio ( $V_{s30}$ )**

- DOWN-HOLE  
 SPT/CU  
 SASW  
 MASW  
 CROSS-HOLE  
 Altre misure **TOMOGRAFIA**

**g) Sismostratigrafia utilizzata nella modellazione derivante dalle indagini geognostiche e sismiche eseguite a partire dal piano campagna:**

<i>Litologia</i>	<i>Descrizione</i>	<i>Profondità dello strato base dal piano di campagna [m]<sup>(1)</sup></i>	<i>V<sub>s30</sub> [m/s]</i>	<i>SPT<sup>(2)</sup></i>	<i>CU [kPa]<sub>2</sub><sup>f</sup></i>
Arenile sterile	<b>A-SEDIMENTI</b> a granulometria assortita sterili <i>moderatamente consistente</i> (AGI)	0,00 m – 300	172		-
Sedimenti clastici saturi	<b>B-SEDIMENTI</b> a granulometria a sterili <i>consistente</i> (AGI)	-3,00 m -8,40	297	-	-
					-
					-

Note: 1) la profondità minima dell'ultimo strato dichiarato in stratigrafia deve essere di 30 m (misurati dal piano d'imposta delle fondazioni)

2) dato richiesto in caso di scelta del metodo SPT/CU al precedente punto f)

## h) Geologia: informazioni generali

### 1.4 affioramenti geolitologici

Successione stratigrafica in asse Area d'intervento, Stratigrafia da SPT Dinamica con Rifiuto a - 8,40 m. :

Stratigrafia da Prova SPT

- (a) Sedimenti a granulometria assortiti di spiaggia viva sterile Velocita' sismiche equivalenti **Vs30 = 172 m/sec(Prova MASW).**
- (b) Sedimenti clastici saturi a granulometria assortita **Velocita' sismiche equivalenti Vs30 = 297 m/sec (Prova MASW).**

### Sismostratigrafia

#### PROVA MASW-

#### SISMOSTRATIGRAFIA

Unita' A:	da 0	a -3,60 m. da p.c.	N° colpi 2,72	Vs30 = 172- 297 m/sec
Unita' B:	da -3,60 m. a	-6,00 m. da p.c	N° colpi 18,54	Vs30 = 297 m/sec.
Unita' C	da - 6,00 m. a	-8,40 m. da p.c.	N° colpi 20.06	Vs30 = 297 m/sec.

Sedimenti da - 8,40 m. a -18,00 m sedimenti clastici moderatamente addensati Vs30 = 297-342 m/sec.

Sedimenti da -18,00 m. a -27,00 m suoli coesivi ( tetto Marne Bianche alterate ) Vs30 = 342-513 m/sec.

Bedrock-like o strato d'emersione - 27,00 m. da p.c. Vs30 = 612 m/sec.

Bedrock sismico > - 30,00 m. da p.c. non accertato

*il Tetto del Bedrock Like o strato d'emersione si rileva a - 24,50 m. , Vs30= 687,6 m/sec*

**Tab.1.Valori indicativi stimati da PROVA SPT 1 dinamica continua per calcolo capacita' portante dei sedimenti incoerenti Verifica in termini di tensioni efficaci ( lungo termine).**

DH	G <sub>am</sub>	G <sub>ams</sub>	φ°	φ°corr.	c'	C corr	Ko	Ey	Ed	Ni	Cs
m	daN/mc	daN/mc	°	°	daN/cm <sup>q</sup>	cm <sup>q</sup> /s					
3,60-8,40	1600	1800	30°	-:- 34°	0		< 4,6	<230	< 127	0,30-:-032	

DH=Potenza strato, G<sub>am</sub>=Peso di Unita' di Volume, G<sub>ams</sub> Peso di volume saturo, φ° Angolo attrito, φ°corr. ,c' = Coesione intercetta, C , corr , cu = Coesione non drenata, Ey = Modulo elastico (Young), Ed= Modulo Edometrico, Ni= Poisson, Cv = coeff Consolid Primaria, Cs= Coeff Consolid. secondaria , Ko= Coefficiente di reazione di sottofondo Valori strumentali da Istogramma SPT 1: Lo strutturista puo' usare valori dei parametr i ≤ a quelli della Tab. 1.

*I Dati della Tab. 1, sopra riportati , sono strumentali quindi sono stime che lo Strutturista puo' adottare: per quanto riguarda il Peso di Volume, a nostro avviso, puo' essere assunto il valore 1600 -:- 1800 Kgt/mc e per il Peso di Volume saturo puo' essere assunto < a 2000 Kg/mc.*

### h) Categoria topografica **T = 1**

- **Categoria di sottosuolo: Vs30 = 339 m/sec C**

- **Profondità del Bedrock:**

■ > 30 metri

■ < 30 metri - 750 m da piano campagna **Bedrock-like o Strato d'emersione.**

■ Sconosciuta

- **Stratificazione del litotipo rilevato : SI**

■ Irregolare

- **Presenza di discontinuità:** NO (contatti stratigrafici e tettonici gravitativi)
- **Presenza di faglie :** NO
- **Presenza di frana :** NO
- **Profondità della falda [m]:** . 3,00 m

**Morfologia:**

**Forme di spiaggia emersa a largo raggio di curvatura.**

**Ubicazione dell'opera**

- Pianura aperta antropica degradante con pendenza < 10°.
  - Pendio degradante verso Sud con pendenza di 2°

Palizzi 19. Aprile 2017

geologo pasquale iacopino (FIRMATO x )