



# COMUNE DI SAN FERDINANDO

Piazza Generale Nunziante, 1  
89026 - San Ferdinando  
Città Metropolitana di Reggio Calabria  
Codice Fiscale 82002040804  
[www.comune.sanferdinando.rc.it](http://www.comune.sanferdinando.rc.it)  
Tel : 0966 7614111  
fax : 0966 7614105  
p.e.c. protocollo.sanferdinando@asmepec.it

## LOCALIZZAZIONE

ITALIA	CALABRIA	CITTA' METROPOLITANA DI REGGIO CALABRIA	COMUNE DI SAN FERDINANDO
--------	----------	---	-----------------------------

# P.C.S.

## PIANO COMUNALE DI SPIAGGIA

L. R. 17/2005 e s. m. i. e della L. U. R. n. 19/2002 e s. m. i.

Testo adeguato al Piano di Indirizzo Regionale concernente

Norme per l'esercizio della delega di funzioni amministrative sulle aree del Demanio marittimo"  
approvato con deliberazione del Consiglio Regionale della Calabria n° 147 del 12 giugno 2007.

### OGGETTO DELL'ELABORATO

Relazione Geomorfologica

### SCALA ELABORATO

### CODICE ELABORATO

SGR1

### SINDACO

Dott. Andrea TRIPODI

### ASSESSORE

Dott. Gianluca GAETANO

RESPONSABILE DELL'AREA TECNICA  
RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO  
Ing. Ferdinando LARUFFA

### FIRMA

### DATI PROGETTISTI

Arch. Beatrice BRUZZI'

Arch. Carlo STALTERI

### GEOLOGO:

Dott. Amato PAGLIARO

### TIMBRI - FIRME

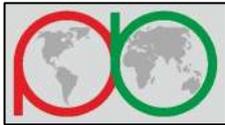


VERSIONE	DATA	STUDIO GEOMORFOLOGICO	TECNICO INCARICATO
01	SETTEMBRE 2020	PRIMA STESURA	GEOL. AMATO PAGLIARO

Questo elaborato è di proprietà dell'AMMINISTRAZIONE COMUNALE DEL COMUNE DI SAN FERDINANDO,  
perciò qualsiasi divulgazione o riproduzione anche parziale deve essere espressamente autorizzata da

**UFFICIO TECNICO - COMUNE DI SAN FERDINANDO**

Piazza Generale Nunziante, 1 - 89026 - San Ferdinando Città (RC) - [www.comune.sanferdinando.rc.it](http://www.comune.sanferdinando.rc.it) - Tel : 0966 7614111

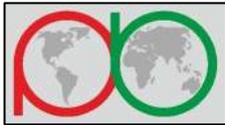


## INDICE

1. PREMESSA.....	1
2. UBICAZIONE GEOGRAFICA.....	3
3. CONDIZIONI CLIMATICHE.....	4
3.1 <i>Regime climatico</i> .....	4
3.2 <i>Indice di aridità</i> .....	6
3.3 <i>Clima e weathering</i> .....	7
4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....	8
5. ASSETTO TETTONICO.....	11
5.1 <i>La Faglia di Gioia Tauro</i> .....	13
5.2 <i>Accelerazioni massime attese al piano campagna</i> .....	17
5.3 <i>Magnitudo attesa</i> .....	18
5.4 <i>Eventi sismici di riferimento</i> .....	19
5.4.1 <i>La sequenza sismica del 1783</i> .....	20
6. ASSETTO GEOLOGICO LOCALE DEL TERRITORIO DI SAN FERDINANDO...23	
6.1 <i>Condizioni idrogeologiche</i> .....	25
6.2 <i>Caratteristiche geomorfologiche</i> .....	28
6.3 <i>Caratterizzazione geotecnica e sismica dei terreni e relativo modello schematico del sottosuolo</i> .....	29
7. DESCRIZIONE CARTE TEMATICHE DI PIANO.....31	
7.1 <i>Carta di inquadramento geologico e strutturale (Tav.1)</i> .....	31
7.1.1 <i>Interpretazioni ed Incertezze - Morfogenesi località Zona Industriale</i> .....	33
7.2 <i>Carta geomorfologica e dell'evoluzione storica della linea di riva (Tav.2)</i> .....	34
7.2.1 <i>Analisi storica della linea di riva di San Ferdinando</i> .....	34
7.2.2 <i>Analisi della dinamica del litorale di San Ferdinando</i> .....	42
7.2.2.1 <i>Caratterizzazione del clima ondoso</i> .....	42
7.2.2.2 <i>Caratteristiche della spiaggia emersa e dei fondali marini</i> .....	46
7.3 <i>Carta dei vincoli geo-ambientali (Tav. 3)</i> .....	47
7.4 <i>Ortofotocarta e documentazione fotografica (Tav.4)</i> .....	48
7.5 <i>Carta delle pericolosità geologiche (Tav.5)</i> .....	48
7.6 <i>Carta della pericolosità sismica (Tav.6)</i> .....	48
7.7 <i>Carta della Fattibilità delle azioni di Piano (Tav.7)</i> .....	49
8. CONCLUSIONI.....	54
9. BIBLIOGRAFIA.....	56

## ALLEGATO

### I. Norme Tecniche di Attuazione - Componente geologica



## RELAZIONE GEOMORFOLOGICA

### 1 - PREMESSA

Su incarico dell'Amministrazione Comunale di **San Ferdinando** (Determina n.116 del 09.07.2020), lo scrivente: Geol. Amato Pagliaro, abilitato all'esercizio della professione di geologo ed iscritto all'Albo Professionale dell'Ordine dei Geologi della Calabria (sezione A - Specialisti) con il n°1122 dal 01.10.2012; ha eseguito lo **Studio Geomorfologico** dell'intera area demaniale marittima, finalizzato alla redazione del **Piano Comunale di Spiaggia (PCS)**, di cui all'art. 24 comma 1 - lett. f della L.R. n.19 del 16 Aprile 2002 recante "Norme per la tutela, governo ed uso del territorio" (Legge Urbanistica della Calabria).

Lo studio, teso alla definizione di tutte le problematiche geologiche e della dinamica costiera nonché degli aspetti morfologici, litologici, sismici, geomorfologici, idrogeologici ed idrografici, è stato sviluppato su base topografica (C.T.R.) in scala 1:2.000 per l'intero territorio.

La stesura del lavoro è stata articolata nelle seguenti fasi successive:

**FASE I** - Esecuzione di uno studio di insieme mirato a fornire i lineamenti essenziali della geologia dell'area e gli aspetti geomorfologici globali, con particolare attenzione agli aspetti relativi al pericolo di erosione costiera ed alle condizioni di maggior pericolosità geologica e sismica locale.

**FASE II** - Rilevamento geologico-geomorfologico di dettaglio in scala 1:2.000, e redazione delle carte tematiche di analisi **obbligatorie** previste nel Decreto Dirigenziale n.507 del 30.01.2015 del Dipartimento n°9 (LL.PP.) - Settore 2 - della Regione Calabria; recante: "approvazione dell'aggiornamento dei contenuti minimi degli studi geomorfologici per i differenti livelli di pianificazione finalizzati al rilascio dei pareri di compatibilità geomorfologica (art. 13 della Legge n.64/74 e art.89 del D.P.R. n.380/01)"; costituite da:

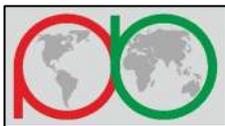
- **SGR3** - Sezioni geologiche
- **SGR4** - Carta di inquadramento geologico e strutturale;
- **SGR5** - Carta geomorfologica e dell'evoluzione storica della linea di riva;
- **SGR6** - Carta dei vincoli geo-ambientali;
- **SGR7** - Ortofotocarta e documentazione fotografica;
- **SGR8** - Carta delle pericolosità geologiche;
- **SGR9** - Carta della pericolosità sismica;



**FASE III** - Analisi dei dati acquisiti e loro sintesi nella redazione della cartografia definitiva, rappresentata dalla:

- **SGR10** - Carta della Fattibilità delle azioni di Piano;
- **SGR11** - Carta di trasposizione della Fattibilità Geologica sulla Pianificazione.

**FASE IV** - Stesura della Relazione Geomorfologica generale illustrativa nonché delle **Norme Tecniche di Attuazione** (componente geologica), **da riportarsi nelle Norme Tecniche di Attuazione di Piano, del quale formeranno parte formale e sostanziale.**



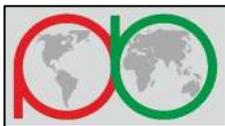
## 2 - UBICAZIONE GEOGRAFICA

Il territorio comunale di **San Ferdinando** (RC) si sviluppa per ~ 3.760 mt lungo la costa tirrenica meridionale, e risulta compreso tra quota 0 mt. s.l.m. ed i 40 mt. s.l.m.. Presenta una superficie complessiva di ~ 14 km<sup>2</sup>, ed è confinato a Nord ed a Est dal Comune di Rosarno (RC), a Sud dal Comune di Gioia Tauro (RC), ed a Ovest dal Mare Tirreno.



Fig. 2.1: inquadramento orografico del territorio comunale di San Ferdinando – stralcio foglio n°582 (Gioia Tauro) della Carta d'Italia.

Il territorio in esame ricade nel foglio n°582 (Gioia Tauro) della Carta d'Italia alla scala 1:50.000, nel Foglio n.582 Sez. I e II della Carta Tecnica Regionale alla scala 1:25.000 e negli elementi n. 582083, n. 582111, n. 582112, n. 582121, n. 582123, n. 582124, della Carta Tecnica Regionale alla scala 1:5.000 del Luglio 2008.



### 3 - CONDIZIONI CLIMATICHE

#### 3.1 - Regime climatico

Dal punto di vista climatico, il territorio comunale di San Ferdinando, si inserisce in un contesto relativamente poco piovoso, con precipitazioni totali annuali che raggiungono circa i 873 mm, e clima sub-umido con temperature medie annuali di 17.8 °C.

Le precipitazioni sono concentrate soprattutto nel periodo tardo autunnale e nei mesi invernali, ma comunque con eventi significativi anche in primavera.

Sono abbastanza comuni inoltre gli eventi caratterizzati da precipitazioni di breve durata e forte intensità, favorite dall'assetto orografico regionale.

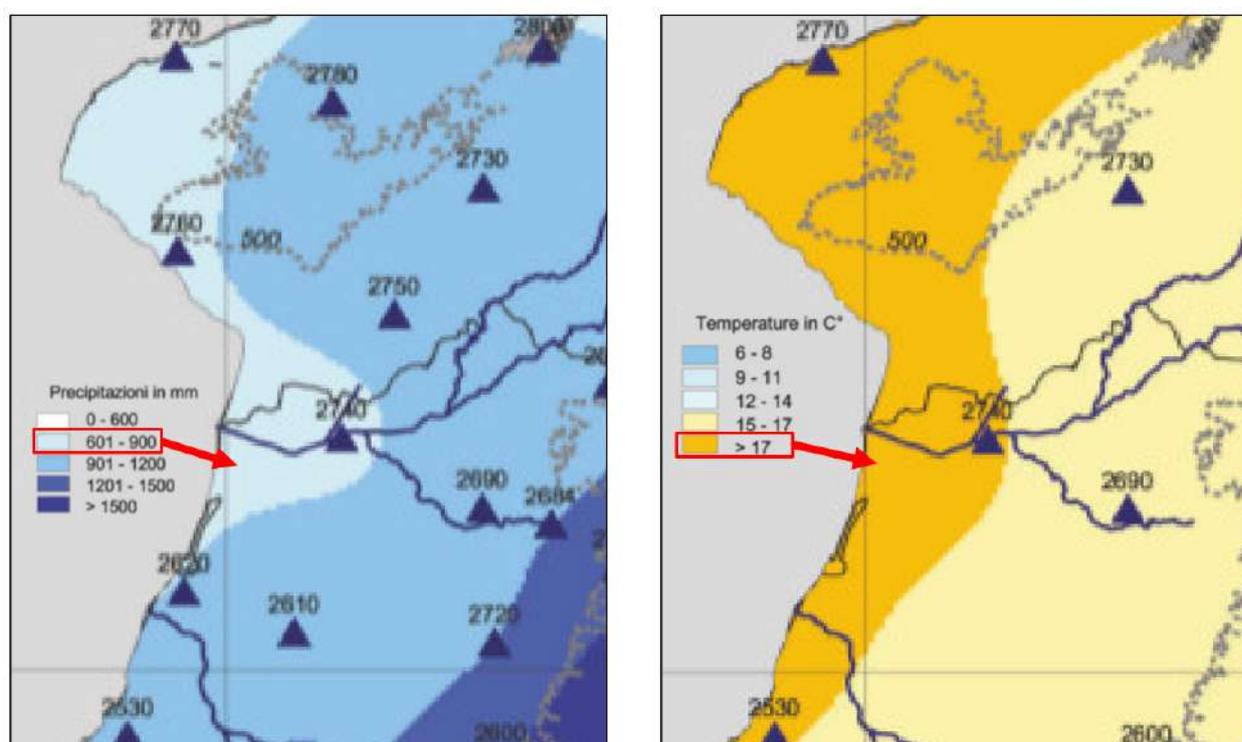
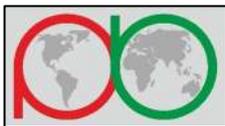


Fig. 3.1.1: reteo metereologica del centro funzionale Multirischi; precipitazione media annua (a sx); temperatura media annua (a dx).

Di valido aiuto a tal fine possono essere i valori riferiti alla stazione termo-pluviometrica di Rosarno (cod. 2740), i cui valori, estratti dal Centro Funzionale Multirischi della Calabria (ARPACAL), sono sinteticamente riportati nella tabella della pagina seguente.



Tab. 3.1.1: valori totali medi mensili delle precipitazioni (dal 1916 al 2020) e delle temperature (dal 1940 al 2020) misurate nella stazione termo-pluviometrica di Rosarno (cod. 2740).

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	TOT
<b>Precip.</b>	110.8	92.2	81.6	61.9	49.5	26.1	17.3	21.6	55.7	103.4	126.5	126.1	<b>872.9</b>
<b>Temp.</b>	10.2	10.7	12.2	14.8	18.0	22.1	24.7	25.0	22.5	19.0	14.9	11.5	<b>17.8</b>

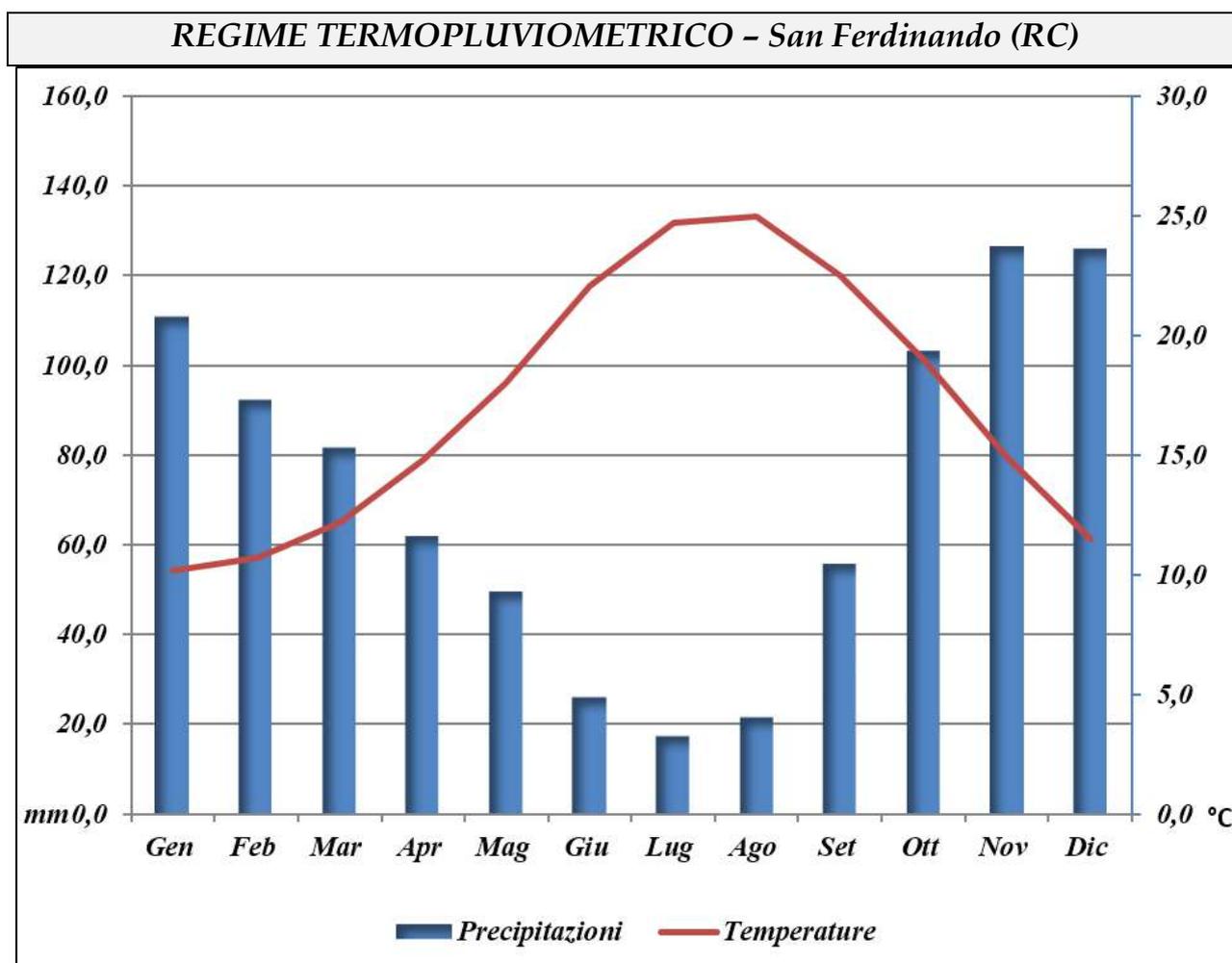
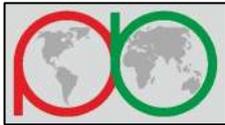


Fig. 3.1.2: regime termo-pluviometrico di San Ferdinando (RC)



### 3.2 - *Indice di aridità*

Al fine di caratterizzare il clima dell'area oggetto di studio, è stato calcolato l'indice di aridità di DE MARTONNE (1926); tale l'indice relaziona le precipitazioni medie annue e le temperature medie annue attraverso l'introduzione di una costante numerica ed è calcolato attraverso la seguente espressione:

$$I_a = \frac{P}{T + 10}$$

dove

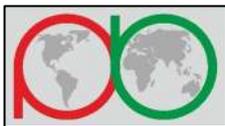
**P** = precipitazione media annua in mm;

**T** = temperatura media annua in °C;

Tab. 3.2.1: *classificazione climatica in base all'indice climatico DE MARTONNE (1926).*

	<i>Clima</i>
$I_a < 5$	<i>desertico</i>
$5 < I_a < 15$	<i>steppico</i>
$15 < I_a < 20$	<i>semiarido mediterraneo</i>
$20 < I_a < 30$	<i>subumido</i>
$30 < I_a < 60$	<b><i>umido</i></b>
$I_a > 60$	<i>perumido</i>

L'indice di De Martonne ( $I_a=31,4$ ), calcolato sulla base dei valori medi annuali, indica come il clima possa essere considerato "**umido**".



### 3.3 - *Clima e weathering*

I dati di piovosità e temperatura media annua, hanno consentito inoltre di correlare il tipo e l'intensità dei processi di disgregazione fisica ed alterazione chimica in funzione del regime termo-pluviometrico locale:

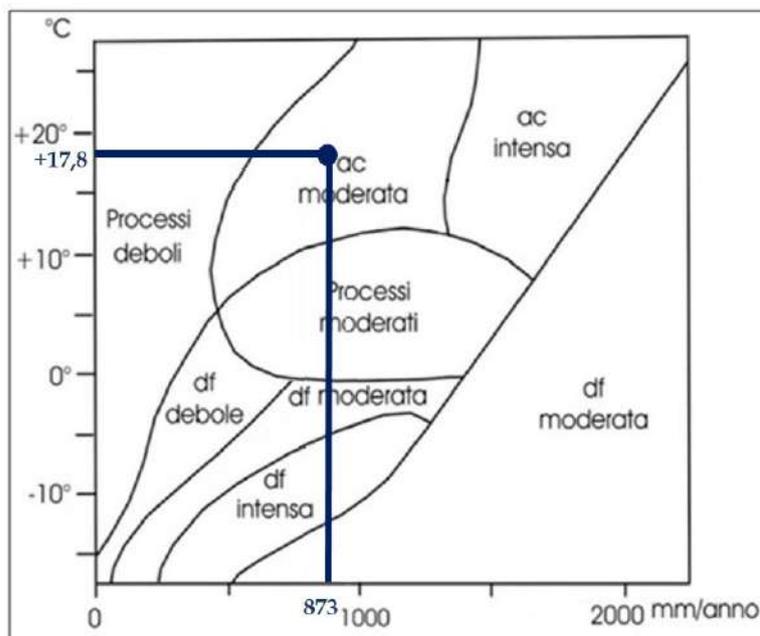
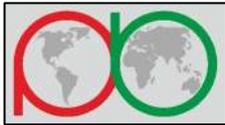


Fig. 3.3.1: relazione fra le condizioni di precipitazione media annua e di temperatura media annua e le situazioni più favorevoli ai processi elementari di disgregazione fisica (df) e di alterazione chimica (ac) [da: Peltier, 1950; modificato].

Dal grafico precedente, si evince che, in funzione della piovosità e delle temperature locali, sono prevalenti i fenomeni di alterazione chimica ovvero: l'idratazione dei feldspati e dei fillosilicati in genere (caolinitizzazione e cloritizzazione), l'ossidazione della biotite e dei minerali femici dovuti all'ossigeno, l'idrolisi delle rocce silicatiche.



#### 4 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO

In accordo con la definizione fornita da SCANDONE *et alii* (1974), l'**Arco Calabro-Peloritano (ACP)** viene interpretato come **un frammento della catena alpina cretaco-paleogenica ed Europa-vergente**, prodotto durante le fasi collisionali tra la placca africana ed europea, costituito da coltri di derivazione sia oceaniche (falde piemontesi e liguri) che continentali (falde austroalpine), sovrascorse in toto, nel Miocene inferiore, sulle unità più interne della catena appenninica-maghrebide, neogenica ed Africa-vergente.

L'ACP, raccorda il segmento NW-SE dell'Appennino meridionale (Africa-vergente), avente per avampaese la zona apula, con quello E-W delle Maghrebidi (Africa-vergente), avente per avampaese in Sicilia la zona ibleo-ragusana e, ad W della faglia di Zaghouan, la zona sahariana.

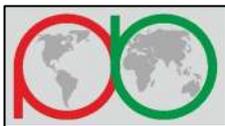
I confini tettonici tra l'ACP e la catena Appenninica-Maghrebide sono rappresentati da due importanti faglie con movimento trascorrente: **la linea di Sangineto** a Nord (movimento sinistro) e quella di **Taormina a Sud** (movimento destro). All'altezza della linea di Sangineto, attiva almeno fino al Tortonian superiore (AMODIO MORELLI *et alii*, 1976), le unità tettoniche della catena Appenninica, si immergono sotto le coltri alpine calabresi, per riaffiorare in varie finestre tettoniche nella catena costiera calabra e nella stretta di Catanzaro (Unità Panormidi-Imeresi, Unità Lagonegresi-Imeresi e Unità del M.Alpi).

Per lungo tempo l'ACP è stato considerato come un elemento unitario avente un'unica storia evolutiva, ma studi recenti, mostrano che è costituito da due settori che si distinguono nell'assetto tettonico-stratigrafico delle unità di cui si compongono, nelle caratteristiche strutturali e nell'evoluzione tettonica (BONARDI *et alii*, 1980).

I due settori i quali vengono suddivisi da un allineamento Capo Vaticano - Valle del Mesima - Soverato, sono costituiti da una serie di differenze le quali possono essere riassunte nei seguenti punti, avendo come riferimento il settore meridionale (Peloritani, Aspromonte e Serre) e ponendole in contrapposizione alle caratteristiche del settore settentrionale (Catena Costiera, Sila):

- *manca di unità ofiolitiche;*
- *manca di metamorfismo alpino nelle unità cristalline;*
- *manca di unità carbonatiche appenniniche sottostanti alle unità cristalline.*

**La segmentazione a blocchi dell'ACP** ed il relativo sollevamento tettonico (decesce verso l'avanfossa e l'avanpaese) avviene ad opera di altri importanti sistemi di faglie, direttamente connessi alla subduzione della litosfera oceanica Ionica sotto la litosfera



Tirrenica, lungo il piano di Wadati-Benioff (a ~ 20 km di profondità, immergente verso N-W di ~ 50°- 60° c.d. "a ginocchio").

Alcuni Autori (MONACO *et alii*, 1996), mettono in relazione il sollevamento quaternario dell'area, con la rottura e il distacco dello slab Ionico in subduzione.

In particolare il meccanismo invocato è quello della compensazione isostatica agevolata dal flusso di materiale astenosferico al di sotto della crosta.

Secondo un'altra interpretazione (NEGREDO *et alii*, 1999), la causa è da ricondursi all'interazione tra l'arretramento verso SE dello slab Ionico in subduzione e la convergenza tra Africa e Europa in direzione N-S

I sistemi di faglie longitudinali, ovvero paralleli alle direttrici strutturali della catena, seguono la curvatura dell'arco passando da direzioni N-S a direzioni NE-SW ed EW.

I sistemi di faglie trasversali interrompono la continuità della catena delimitando delle strutture di affondamento (graben), in corrispondenza delle quali si opera la curvatura dell'arco. Questi sistemi passano da direzioni ENE-WSW a E-W, ESE-WNW e NE-SW.

La particolare disposizione di tali strutture nei confronti dei settori da esse limitati permette di individuare, nell'arco, un assetto geometrico costituito da blocchi o longitudinali o trasversali che presentano un'evoluzione neotettonica differenziata.

In particolare il territorio comunale di San Ferdinando, ricade nella Piana di Gioia Tauro, una vasta area tettonicamente depressa impostatasi tra i massicci cristallini di Capo Vaticano a Nord e Serre ad Est di cui ne segue la direzione assiale.

Lo sviluppo di tale fossa è controllato da sistemi longitudinali, mentre la sua continuità è interrotta dai graben del Mesima a Nord e Messina a Sud, subsidenti dal Miocene medio-superiore al Pleistocene SE (GHISSETTI, 1980).

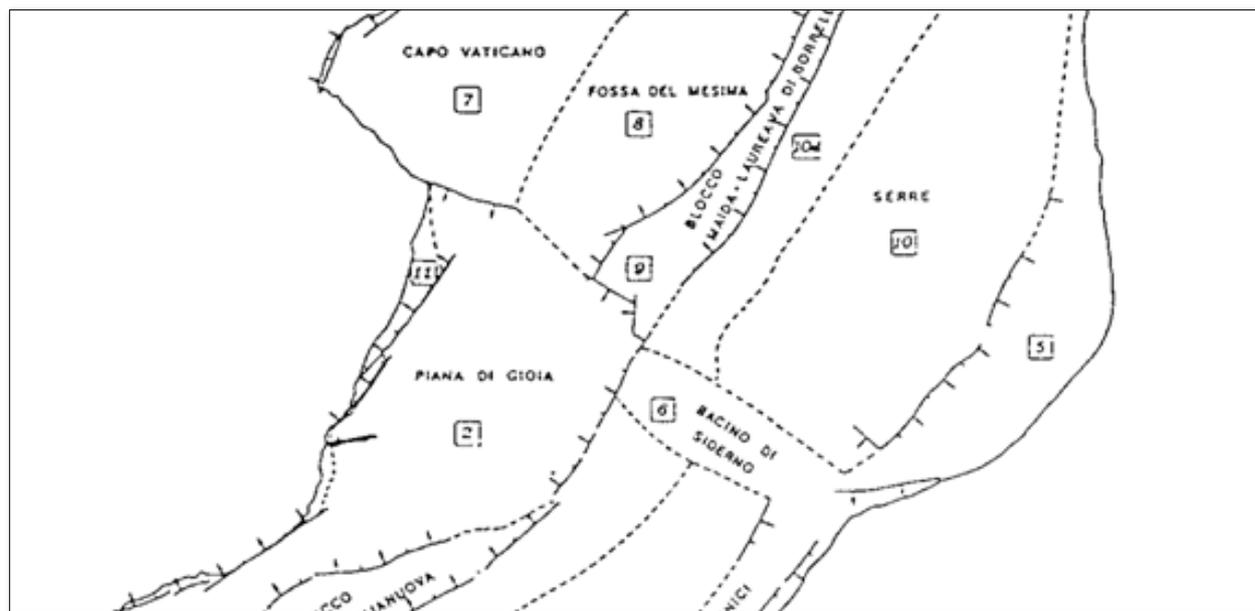


Fig.4.1: zonazione neotettonica da F.Ghisetti, 1980

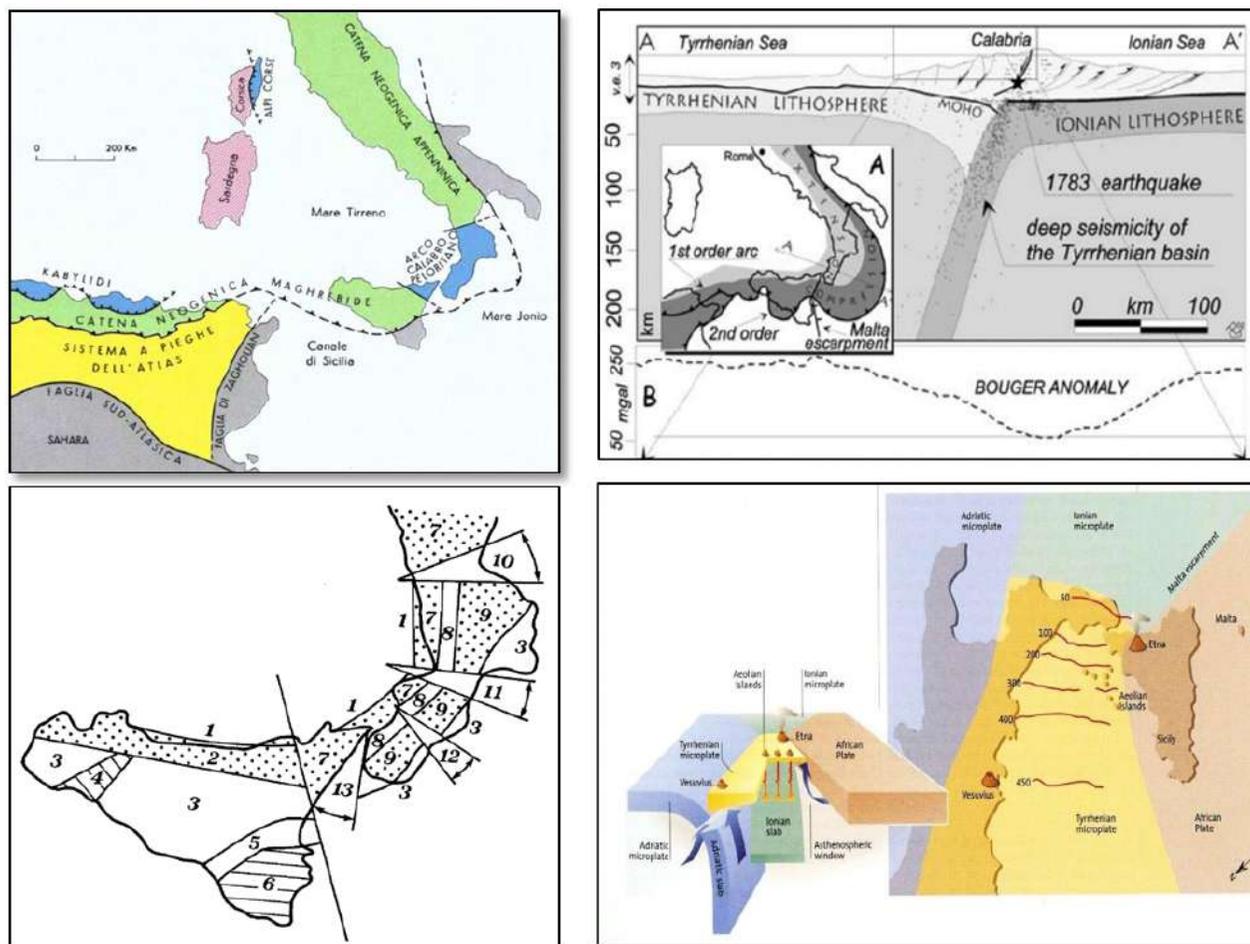
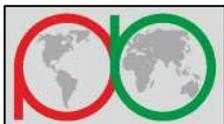
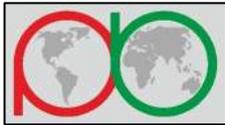


Fig. 4.2: posizione dell'Arco Calabro-Peloritano nell'orogene Appennino-Maghrebide - in alto a sx. Subduzione della litosferica ionica sotto la litosfera tirrenica in alto a dx. La segmentazione a blocchi dell'arco calabro. 8) graben del Mesima/Piana di Gioia Tauro in basso a sx. Geodinamica delle placche in basso a dx.



## 5 - ASSETTO TETTONICO

Sul sistema di **faglie attive** nell'area si confrontano diverse correnti di pensiero: secondo TORTORICI *et alii* (1995) e GALLI & BOSI (2002), la struttura tettonica caratterizzante la sismogenicità dell'area, sarebbe la faglia di Cittanova (FC), una struttura tettonica a cinematica normale lunga circa 30 km ed immergente verso ovest di circa 60° (faglia n°112 in fig. 5.1).

Tale faglia presenta uno spessore di roccia cataclastica di circa 50 m e lo slip-rate medio stimato è di circa 0.60-0.70 mm/anno, con un tempo di ritorno medio di 1350-1800 anni per eventi con Magnitudo  $\geq 7$ , comparabile al massimo terremoto storico verificatosi nell'area, occorso nel 1783.

Secondo VALENSISE *et alii* (1993) sarebbe la faglia attiva prospiciente il bacino di Gioia Tauro dall'omonimo nome (FGT), cieca (sepolta) e a basso angolo (30°) immergente verso est la struttura tettonica responsabile del sisma del 1783 avvenuto nell'area della Piana di Gioia Tauro.

Lo slip-rate medio stimato è di circa 1 mm/anno e il tempo di ritorno medio per  $M \geq 7$  circa millenario (n°110 in fig. 5.1).

Un ulteriore faglia attiva (GHISSETTI, 1979) a sviluppo NW-SE, denominata Nicotera (FN) immergente verso SW di circa 70°-80°, (n°108 in fig. 5.1) delimita a sud il massiccio del Monte Poro e mediante meccanismi prevalentemente normali (con componente di trascorrente sinistra), determina il sollevamento ed il troncamento del basamento cristallino e delle sue coperture sedimentarie plio-pleistoceniche.

Lo slip-rate medio stimato è di circa 0.5 mm/anno. Il tempo di ritorno per  $M \geq 6$  è di 740-3700 anni (n°108 in fig. 5.1).

A questa faglia trasversale si associa, più a sud, la faglia denominata S. Eufemia (SE) lunga ~ 18 km (n°111 in figura 5.1) che delimita a Sud-Ovest il bacino di Gioia Tauro e che mediante meccanismi prevalentemente normali (con componente di trascorrente sinistra) determina il sollevamento del margine occidentale dell'Aspromonte. Lo slip-rate medio stimato è di circa 0.7 mm/anno.

Le faglie sismogenetiche citate precedentemente risultano ben descritte e caratterizzate nell'ambito del progetto dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia "*Database of Individual Seismogenic Sources - DISS version 3*", nonché nel catalogo ITHACA (ITaly HAZard from CApable faults), dell'I.S.P.R.A..

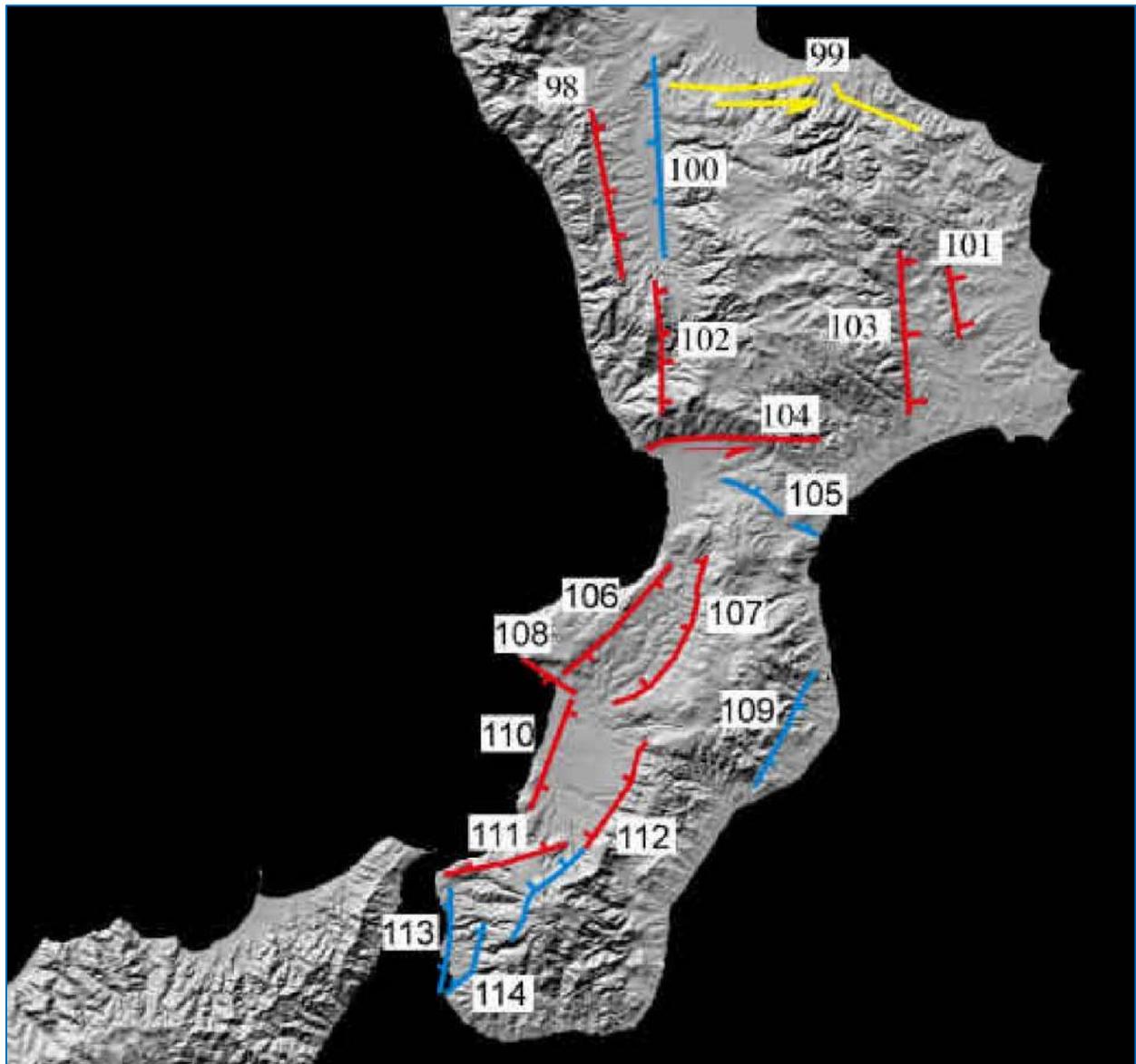


Fig. 5.1: carta delle faglie attive della Calabria meridionale (Galadini et alii).



### 5.1 La Faglia di Gioia Tauro (VALENSISE & D'ADDEZIO, 1994)

Nel presente paragrafo si riportano gli esiti dello studio condotto sulla **faglia di Gioia Tauro (FGT)** da VALENSISE *et alii* (1993) quale struttura caratterizzante la sismogenicità del territorio di San Ferdinando (RC).

Dai lineamenti geologici e geomorfologici dell'area, unitamente al modello delle deformazioni ipotizzate (si veda fig. 5.1.2), gli Autori hanno definito i "markers" geometrici e strutturali della FGT, di seguito riportati:

- strike (direzione): 25°;
- dip (inclinazione): 35°ESE;
- rake (pitch): 270° (faglia normale);
- lunghezza: 30 km;
- larghezza: 17 km;

La geometria della FGT, **contraddistinta da una cinematica di tipo normale** (estensionale) orientata a N110-N120, è coerente con la direzione delle principali strutture geologiche calabresi (la cresta degli Horst dell'Aspromonte e delle Serre, l'asse del Graben del Mesima, la linea di costa) e con la direzione di massimo allungamento del campo macrosismico verificatosi durante il terremoto distruttivo del 1783 avvenuto nell'area della Piana di Gioia Tauro.

La figura n°5.1.1 della pagina seguente mostra le variazioni di quota e di inclinazione attesi per riattivazione della FGT; in un tratto di 1 km la faglia potrebbe generare una depressione profonda 500 mt, allungata parallelamente alla catena dell'Aspromonte. Il pattern delle deformazioni illustrate in fig. 5.1.1 è inoltre concordante con l'inclinazione dei terrazzi marini affioranti in zona e con il corso delle paleolinee di costa; è possibile osservare che la geometria delle paleolinee di costa più recenti (Olocene e 125 K) è pressoché rettilinea, mentre la più antica (1 M) mostra una marcabile convessità verso est.

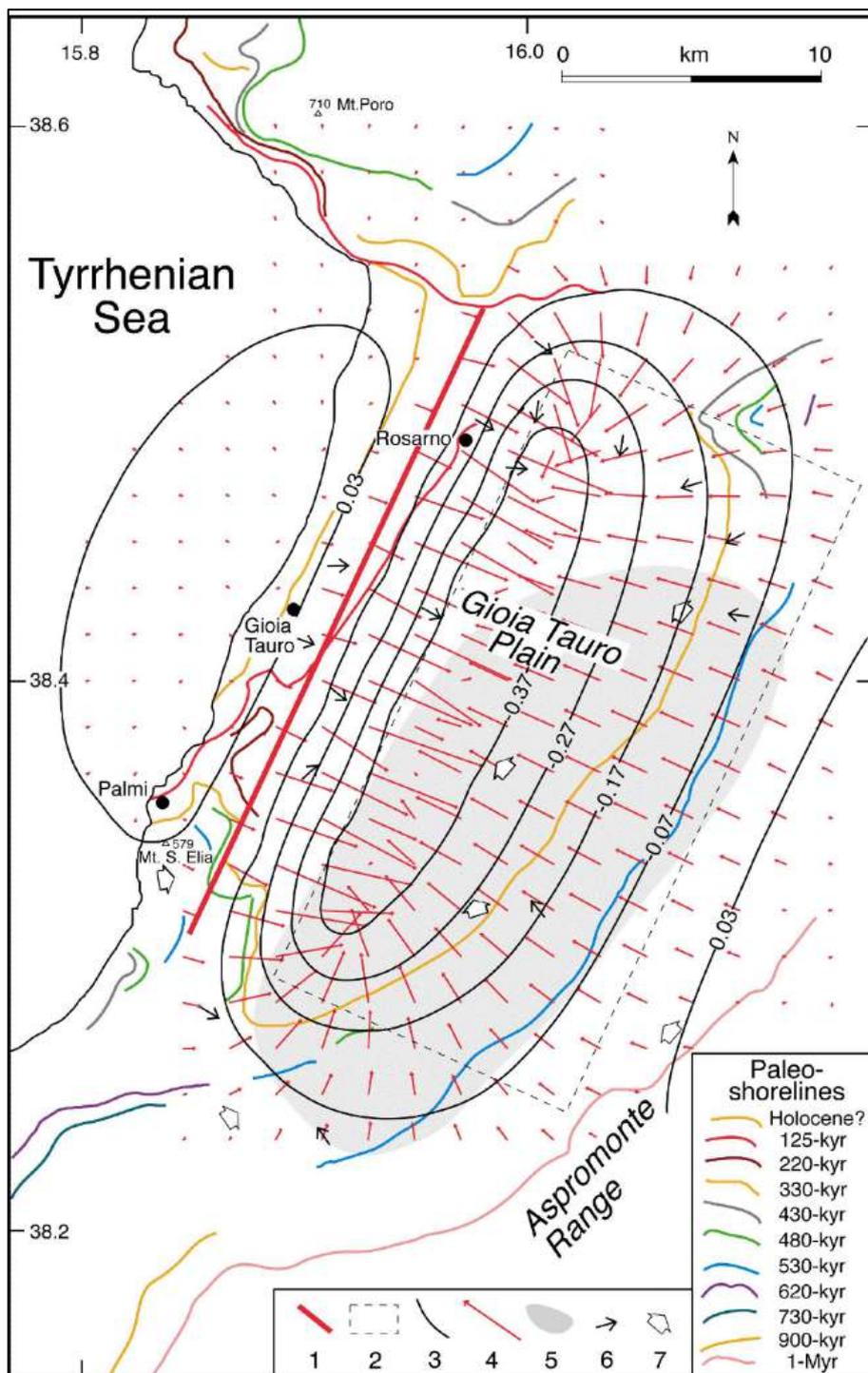
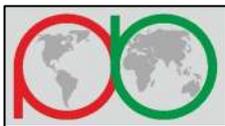
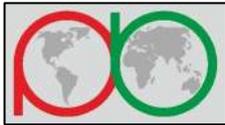


Fig. 5.1.1: confronto tra le deformazioni ipotizzate per riattivazione della faglia di Gioia Tauro e i lineamenti geologici e geomorfologici dell'area; 1: intersezione della FGT con la superficie topografica attuale; 2: proiezione in superficie del piano di faglia; 3: isolinee degli spostamenti verticali (esprese in percentuale); 4: direzione del gradiente della deformazione verticale ipotizzata; 5: area mesosismica del terremoto del 1783; 6: direzione d'immersione dei depositi marini recenti; 7: direzione d'immersione dei terrazzi marini.



Il modello delle deformazioni ipotizzate per riattivazione della Faglia di Gioia Tauro è inoltre coerente rispetto alla impostazione dei recenti depositi marini di pianura. Tale confronto è possibile solo se la loro attuale disposizione spaziale è attribuibile esclusivamente a spostamenti legati all'attività della faglia (ovvero, l'età dei depositi non può essere precedente a quella dell'inizio dell'attività della faglia).

Nella piana di Gioia Tauro, i depositi ivi presenti dovrebbero presentare direzione d'immersione ed inclinazione verso il Mar Tirreno (e/o sub-orizzontale).

Al contrario le direzioni d'immersione e le inclinazioni della sequenza pleistocenica sono generalmente convergenti verso il centro della piana, con strati che immergono verso ovest, alle pendici dell'Aspromonte e verso est lungo la costa;

Per caratterizzare meglio la posizione della faglia sismogenetica di Gioia Tauro è stato studiato inoltre il pattern del reticolo idrografico locale, altro elemento geomorfologico le cui modifiche possono essere legate all'attività tettonica.

Come mostrato in fig. 5.1.2 il reticolo idrografico locale (rappresentato dal F. Mesima, Pelissa e Petrace) si adatta abbastanza fedelmente alle direzioni del gradiente della deformazione verticale ipotizzata indotta dalla faglia; da N a S il pattern è progressivamente rotante e convergente verso due distinte zone situate a ~10 Km dalla costa.

Questi due punti di attrazione del drenaggio sono posti all'interno dell'area di massimo affondamento ipotizzata prodotta per attività della faglia.

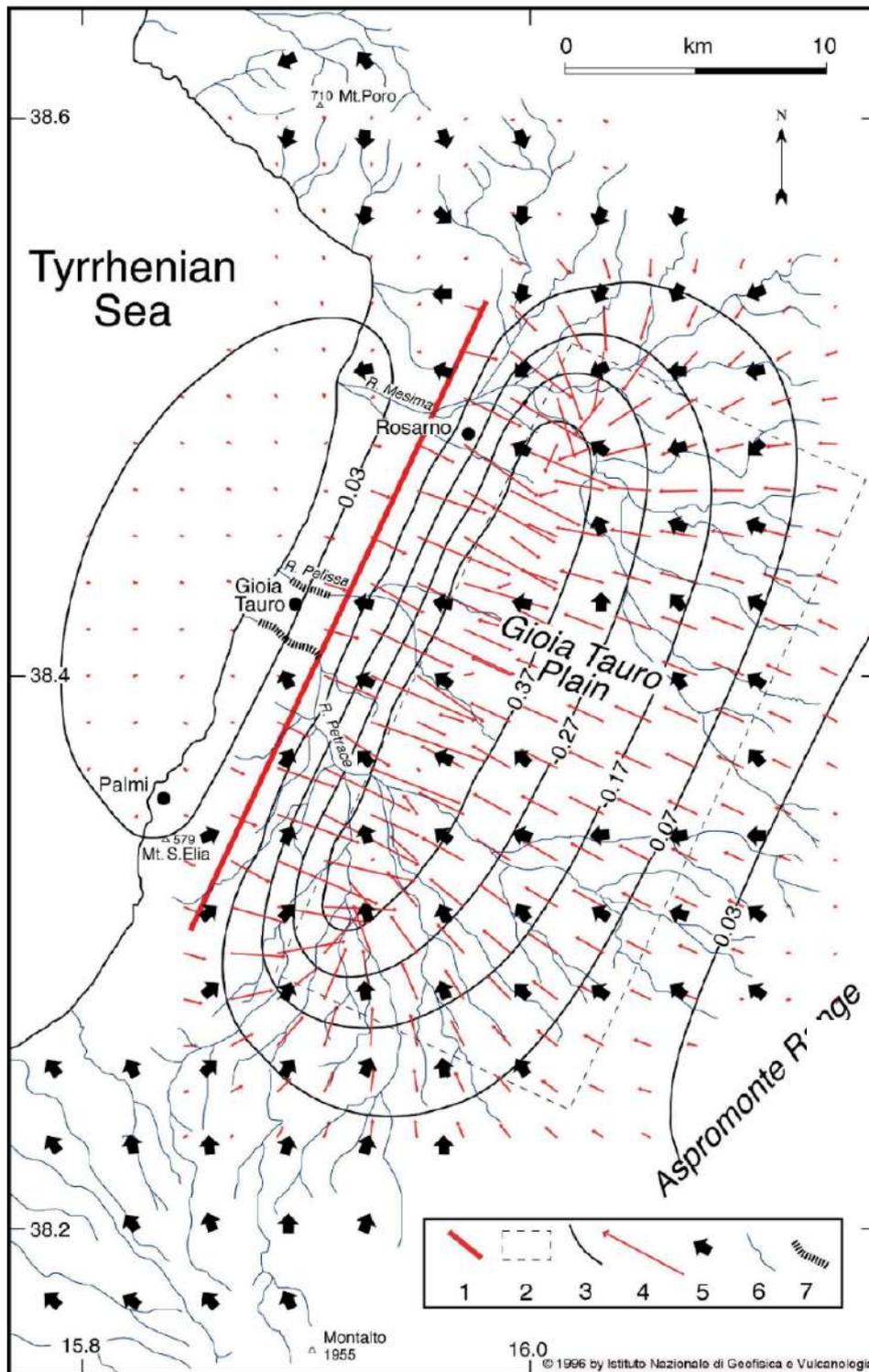
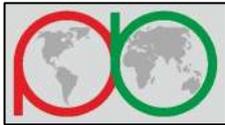
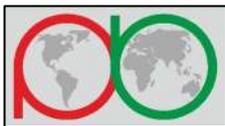


Fig. 5.1.2: confronto tra le deformazioni ipotizzate per riattivazione della faglia di Gioia Tauro e il pattern del reticolo idrografico locale; 1: intersezione della FGT con la superficie topografica attuale; 2: proiezione in superficie del piano di faglia; 3: isolinee degli spostamenti verticali (esprese in percentuale); 4: direzione del gradiente della deformazione verticale ipotizzata; 5: direzioni principali del drenaggio; 6: idrografia superficiale.



## 5.2 Accelerazioni massime attese al piano campagna

Il comune di **San Ferdinando (RC)** in riferimento all'Ordinanza P.C.M. 3274/2003 (All. A) è classificato come **zona 1** (livello di pericolosità alto - fig 5.2.1 a sx). Con riferimento alla mappa di pericolosità sismica pubblicata dalla Presidenza del Consiglio dei Ministri con O.P.C.M del 28 Aprile 2006 n. 3519 (All. 1B) per tale area risulta un'accelerazione massima attesa (**ag** - con probabilità di superamento del 10% in 50 anni) su suolo di categoria A e superficie topografica orizzontale (T1) compresa tra **0,250 g** e **0,275 g** (colore viola nella mappa di fig. 5.2.1 a dx).

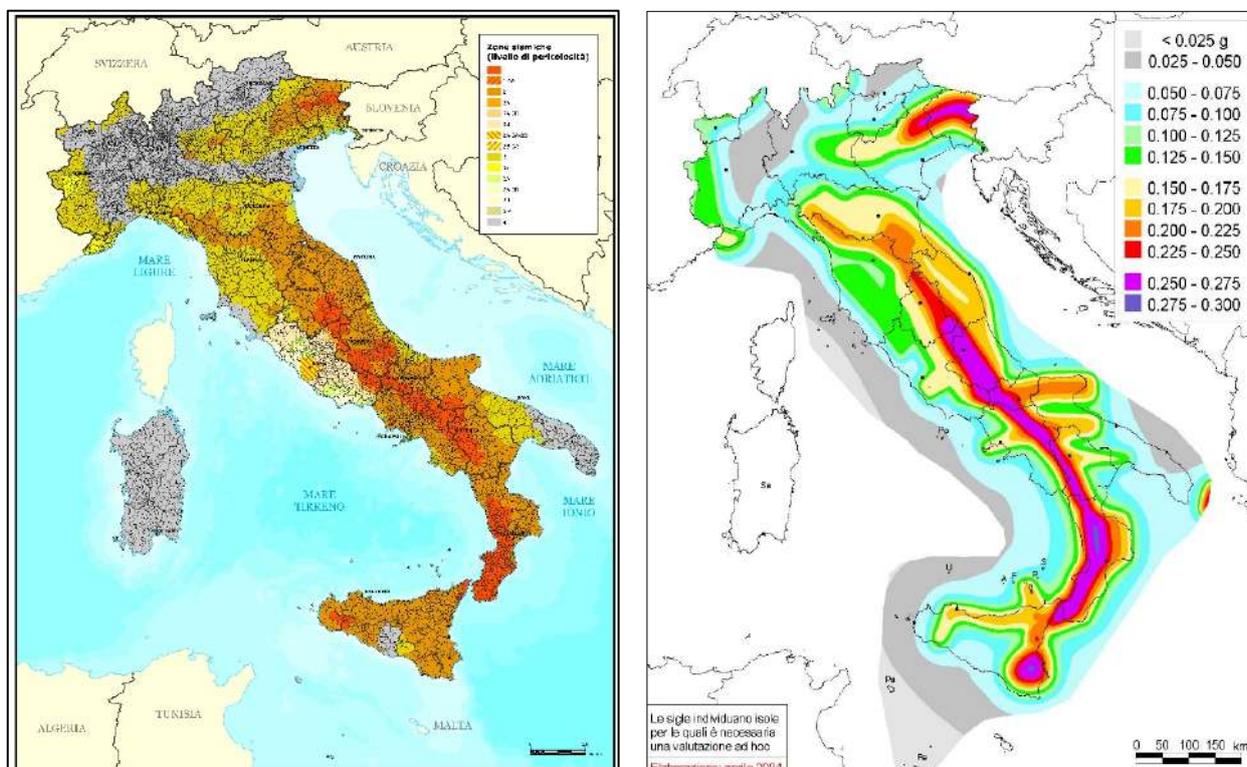
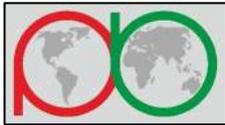


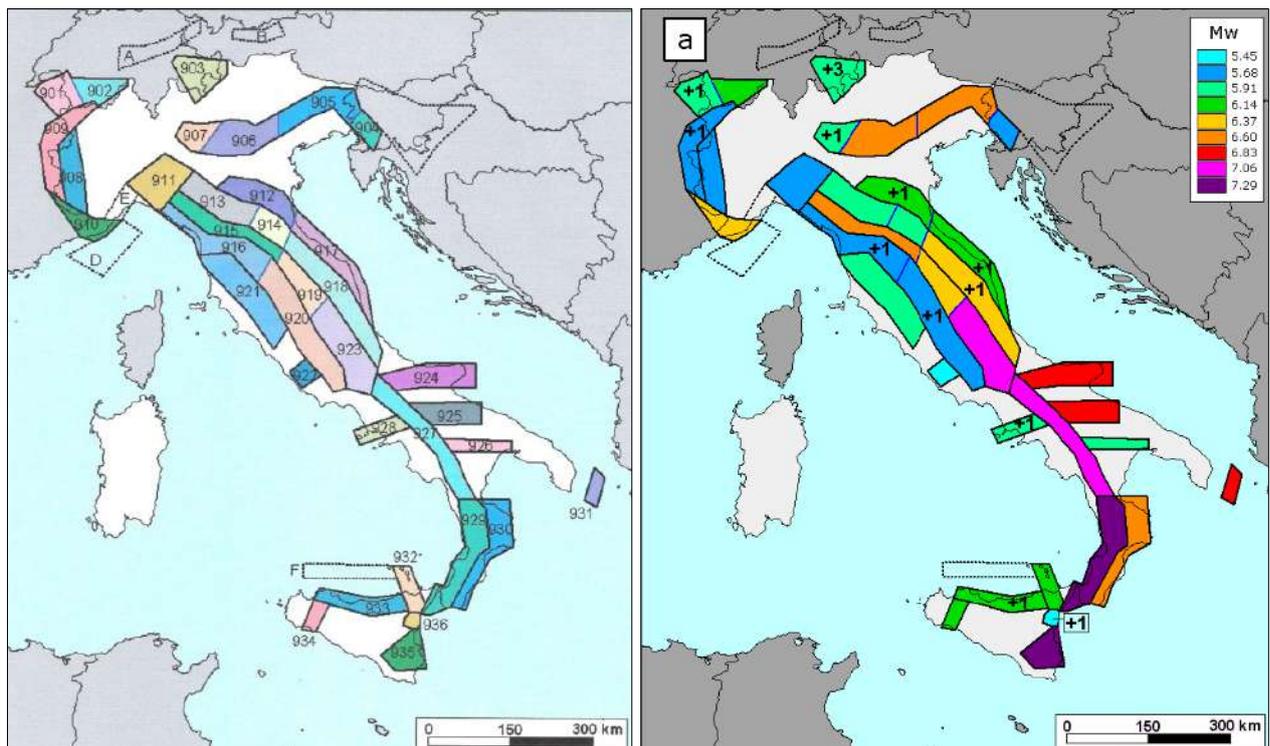
Fig. 5.2.1: classificazione sismica del territorio nazionale aggiornata a Giugno 2014 (a sx) e mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale (a dx);



### 5.3 Magnitudo attesa

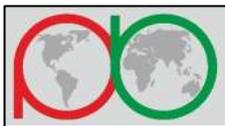
Per la determinazione della magnitudo attesa, in caso di evento sismico, si può far riferimento alle mappe elaborate dal Gruppo di Lavoro per la redazione della mappa di pericolosità sismica (OPCM 20.03.2003, n. 3274) - I.N.G.V., che riportano per ogni zona sismogenetica la Mw attesa.

Come si può osservare per la zona sismogenetica 929 (Calabria Tirrenica) è prevista, una magnitudo  $M_w \geq 7$  ( $M_{wmax1}=M_{wmax2}=7,29$ ).



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
nome ZS	N ZS	DISS2 MwMax	CPTI2 MwMax	CPTI2 MwMax (classe)	CPTI2 completo 04.2	Az1	Mw Max1	Az2	Mw Max2
Calabria Tirrenica	929	7.0	7.24	7.29	7.29		7.29		7.29

Fig. 5.3.1: a sx Zonazione sismogenetica ZS9; a dx: Valori di  $M_{wmax}$  "osservati" ( $M_{wmax1}$ );



#### 5.4 Eventi sismici di riferimento

In riferimento al Database Macrosismico Italiano (versione **DBMI15**), realizzato nell'ambito dell'Allegato A dell'Accordo quadro tra il Dipartimento di Protezione Civile e l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia 2012-2021; per l'area in oggetto, risultano, dal 1894 ad oggi, n°5 eventi sismici principali di Magnitudo (Mw)  $\geq 4.38$  e di grado  $\geq V$  della scala MCS (Mercalli-Cancani-Sieberg).

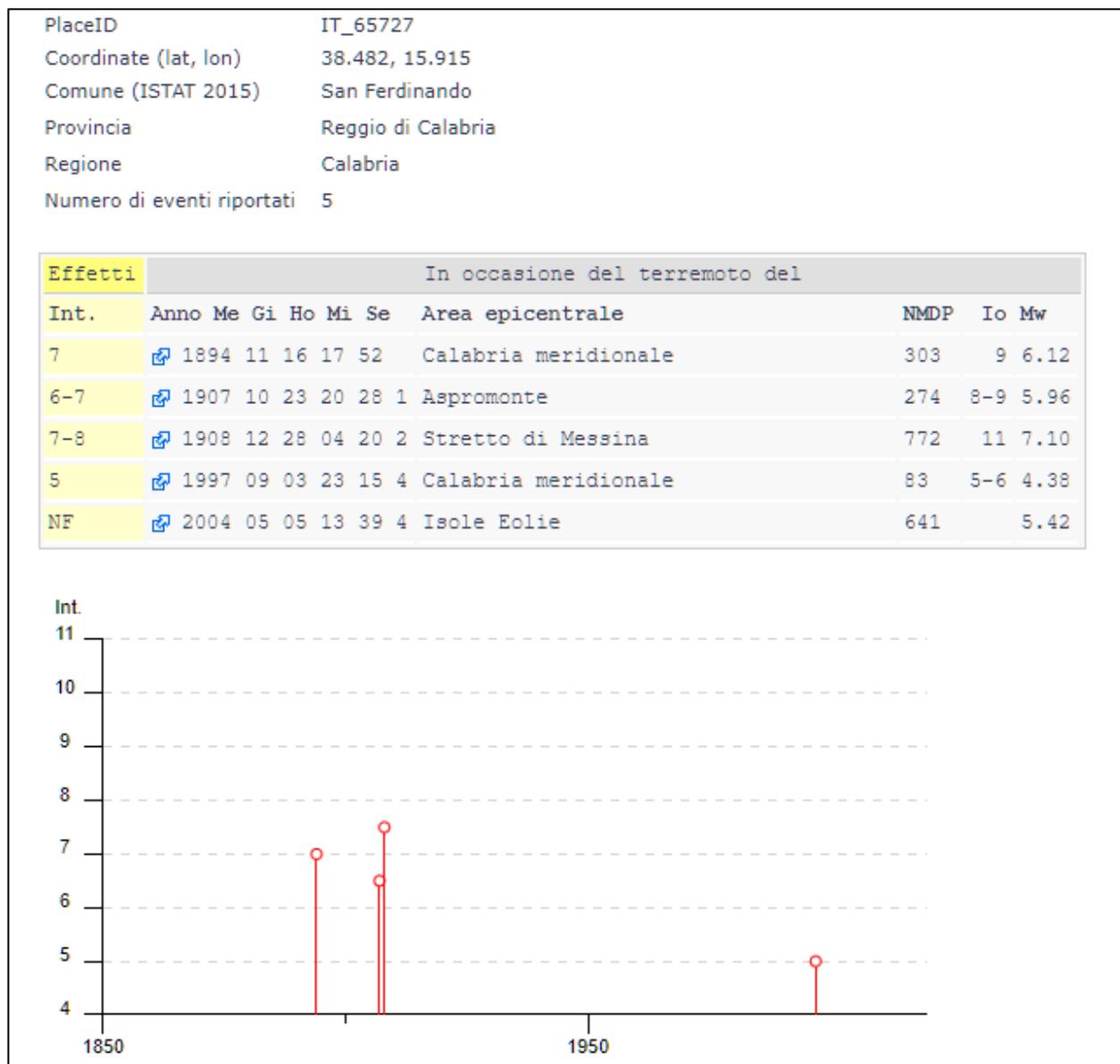
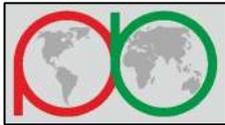


Fig. 5.4.1: eventi sismici dal 1894 ad oggi.

I dati geofisici disponibili indicano che gli ipocentri, in genere, sono localizzati nella crosta superiore a una profondità di circa 20-30 km (GHISSETTI & VEZZANI, 1982).



Le informazioni macrosismiche per gli eventi più energetici mostrano un allungamento delle isosiste in direzione NNE-SSW (BARBANO *et alii*, 1980).

Le soluzioni dei meccanismi focali per i terremoti recenti indicano piani di faglia normali a direzione NE-SW (FREPOLI & AMATO, 2000).

#### 5.4.1 La sequenza sismica del 1783

Il 5 febbraio 1783 iniziò un periodo sismico, protrattosi per più di tre anni, che presentò 5 massimi di attività: 5 febbraio, 6 febbraio, 7 febbraio, 1° marzo e 28 marzo 1783, e varie centinaia di scosse minori, che ebbero effetti cumulativi devastanti su un territorio di varie migliaia di kmq.

In meno di due mesi, a partire dal 5 febbraio fino al 28 marzo, gli epicentri delle scosse principali si spostarono dalla regione dell'Aspromonte all'istmo tra il golfo di Sant'Eufemia e il golfo di Squillace.

La scossa del 5 febbraio 1783 (Fig. 5.4.1.1) ebbe un'area di risentimento estesa a tutta la Sicilia e a gran parte dell'Italia meridionale. L'area dei maggiori effetti si situa nel versante tirrenico dell'Aspromonte e nella Piana di Gioia Tauro.

Il terremoto ebbe effetti devastanti in 25 paesi; in altri 23 ci furono crolli estesissimi; in 49 località vi furono crolli gravi diffusi; altre 117 località subirono effetti distruttivi.

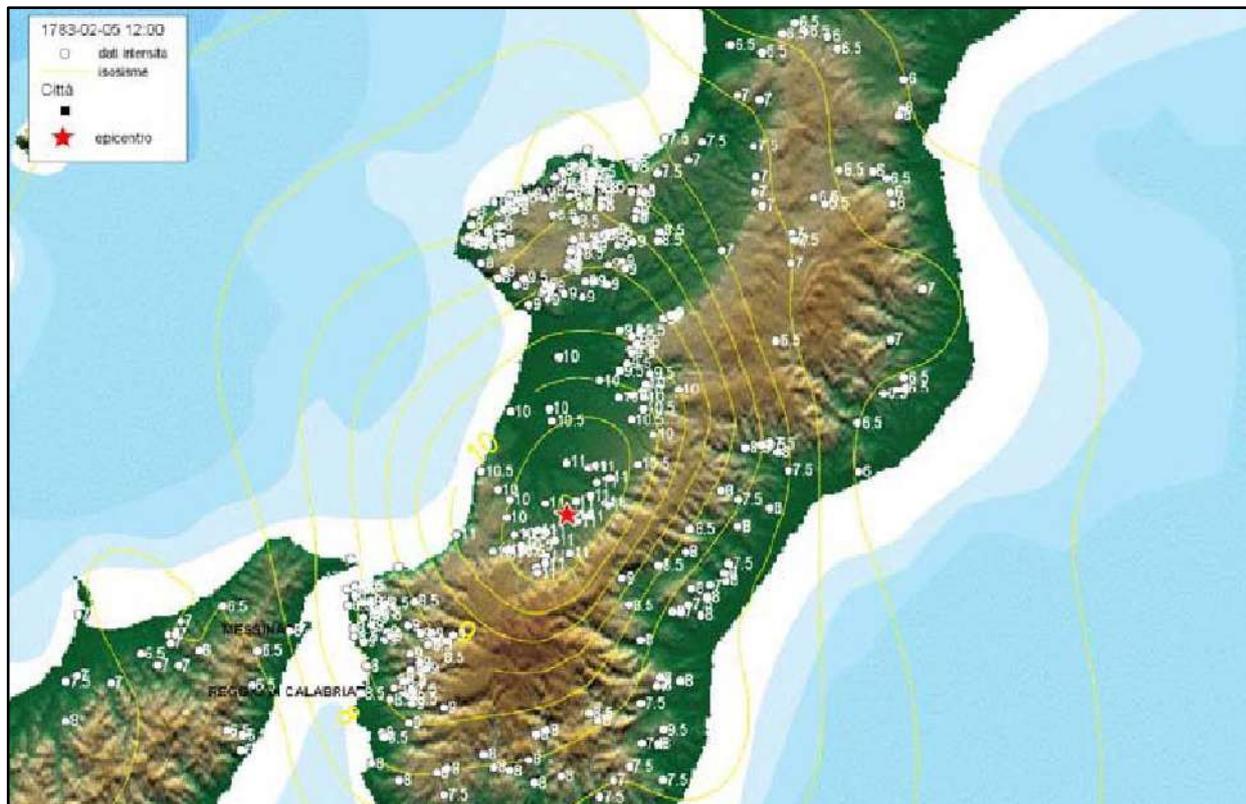
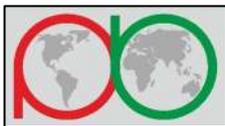


Fig. 5.4.1.1: isosisme della scossa del 05.02.1783 (dal catalogo dei forti terremoti italiani)



Recentemente l'area epicentrale è stata delimitata da BARBANO *et alii* (1980); essa è compresa nell'isosisma di grado XI nella MKS-64 scale ed è stata stimata magnitudo di  $M > 7$  ed il rilascio di un'energia sismica di 1023 erg (MANTOVANI, 1985).

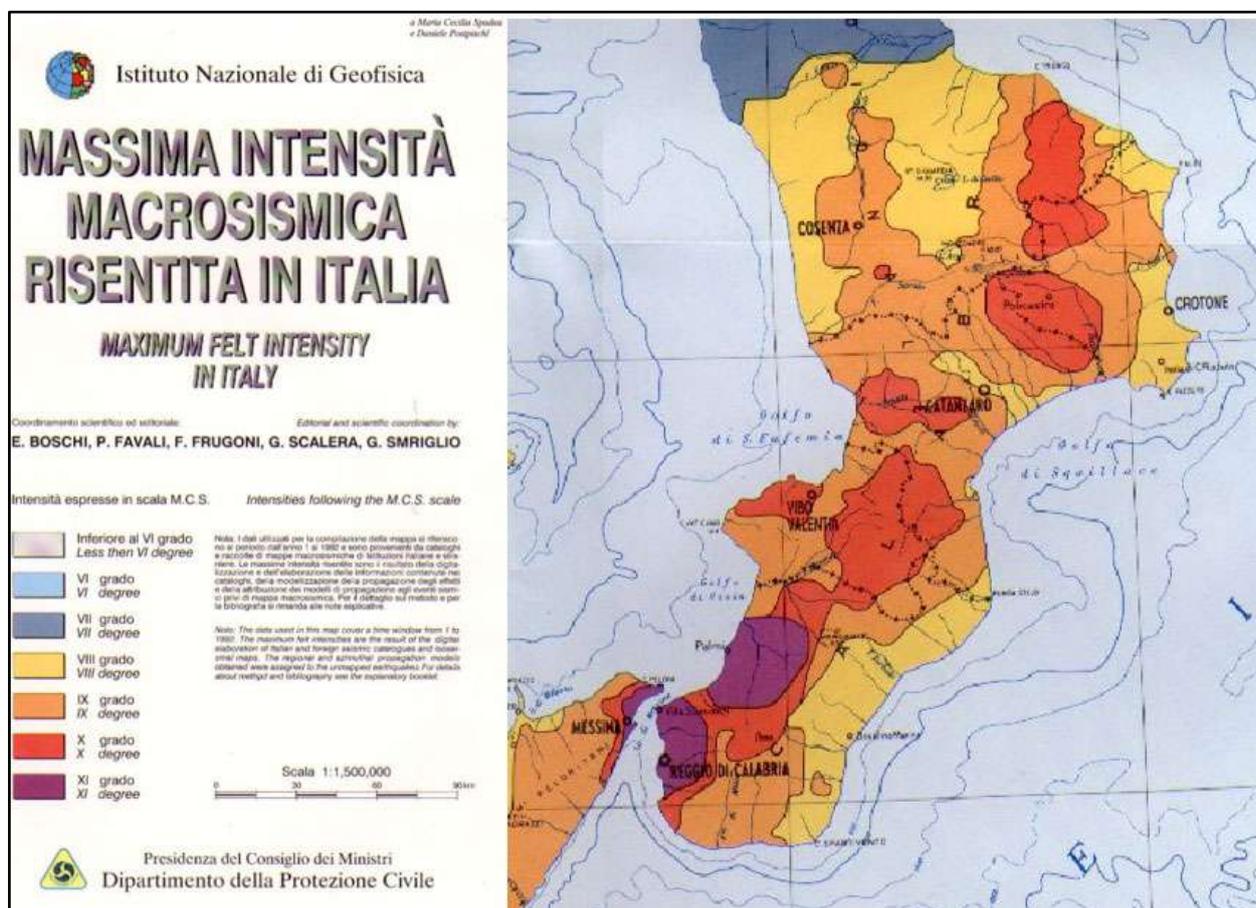


Fig. 5.4.1.2: massima intensità macrosismica risentita in Calabria

Fra le cause delle ingenti perdite a seguito dei forti terremoti si annoverano sia gli elevati livelli di scuotimento raggiunti ( $M_w \geq 7$ ), sia gli effetti deformativi del suolo (effetti cosismici), con particolare riguardo ai fenomeni di liquefazione che in più di un evento hanno interessato la piana di Gioia Tauro (ROMEO & DELFINO, 1997), nonché alle frane sismo-indotte.

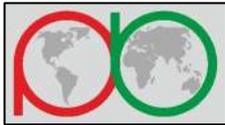
Per quanto concerne le pericolosità sismiche locali di base e di sito e la descrizione delle microzone omogenee in prospettiva sismica (rif. Tav. 6), si rimanda allo studio di Microzonazione Sismica di Livello I (MS\_01) del territorio del Comune di San Ferdinando (RC), validato dalla Commissione Tecnica Nazionale.



*Fig. 5.4.1.2: fenomeni di di liquefazione con formazione di crateri ("sand boils") nei depositi alluvionali sabbiosi nel territorio di Rosarno (RC) verificatosi a seguito del terremoto del 1783.*



*Fig. 5.4.1.3: frane sismo-indotte dalle scosse del 1783.*



## **6 - ASSETTO GEOLOGICO LOCALE DEL TERRITORIO DI SAN FERDINANDO**

Relativamente al totale dell'area urbana, urbanizzabile e zone agricole di San Ferdinando e aree adiacenti fino all'alveo del Fiume Mesima a Nord ed alla Zona Industriale del Porto di Gioia Tauro a Sud ed a Sud-Est (zona terrazzata), i terreni/le rocce tenere costituenti il "**substrato relativo**" vanno ascritti alla formazione sabbioso-limosa scarsamente cementata in superficie (il cui spessore è valutato in  $> 100$  m da CASMEZ, 1971), appartenente al ciclo di sedimentazione marina del pliocene medio-calabriano (sigla  $p_s^{2-3}$ ), su cui giacciono:

### **1. Relativamente alla zona terrazzata a Sud-Est (area industriale):**

- depositi sabbiosi monogranulari pleistocenici (dello spessore di circa 40-50 metri), di origine eolico-costiera (sigla  $q^{s-cl}$ );
- depositi continentali pleistocenici rossastri, di origine eluvio-colluviale, costituiti da ghiaia, sabbia e limo (dello spessore di circa 10 metri) sigla  $q^{cl-s}$ ;

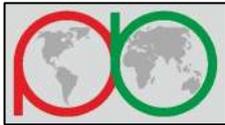
### **2. Relativamente al litorale ed alla pianura alluvio/costiera:**

- depositi sabbiosi monogranulari pleistocenici (dello spessore di circa 40-50 metri), di origine eolico-costiera (sigla  $q^{s-cl}$ );
- depositi sabbiosi eolici e dune stabilizzate oloceniche (dello spessore di circa 10-20 metri) costituiti prevalentemente da sabbie e ghiaie a grana fine, non più soggetti alla dinamica costiera (sigla **d1**).
- depositi alluvionali olocenici (dello spessore di circa 10-15 metri) costituiti prevalentemente da sabbie e ghiaie con intercalazioni limose e frequenti livelli torbosi, non più soggetti alla dinamica fluviale (sigla **af**).

Nonché da depositi alluvionali attuali (sigla **ac**) e da depositi olocenici dovuti principalmente alla gravità (prodotti di solifluzione) sigla **a**; ed infine depositi sabbiosi monogranulari di litorale (attuali), soggetti alla dinamica costiera (spessore 5 mt).

Per meglio comprendere la situazione dal punto di vista geologico, viene riportata di seguito una descrizione sintetica del quadro geologico locale, ricostruito sulla base delle conoscenze accertate e condivise dalla comunità scientifica.

La fine del Miocene fu contraddistinta da una fase di subsidenza e di trasgressione marina.



L'innalzamento relativo del livello del mare aveva considerevolmente ridotto la grandezza delle masse di terraferma.

Verso l'inizio del Pliocene queste masse di terraferma erano in corso di smembramento in isole, circondate da vasti bacini marini.

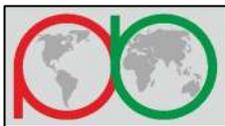
Durante il Pliocene superiore ed il Calabriano i bacini di sedimentazione gradualmente si colmarono.

Questa è stata l'ultima fase di estesa sedimentazione marina, prima dei grandi sollevamenti, i quali segnarono l'inizio della fase continentale che è continuata sino al giorno d'oggi.

Durante le fasi interglaciali del Pleistocene si formarono le antiche superfici terrazzate di abrasione marina e di erosione continentale, con i sedimenti a loro associati.

Il sollevamento che causò la regressione calabriana fu il risultato della combinazione di movimenti eustatici, riferiti alle glaciazioni quaternarie, e di movimenti epirogenetici.

Questo sollevamento ha determinato i vari livelli di terrazzi che si possono attualmente osservare.



## 6.1 - Condizioni idrogeologiche

I depositi di litorale costieri hanno composizione granulometrica prevalentemente sabbioso-ghiaiosa e quindi nel complesso altamente permeabili; mentre le alluvioni della pianura alluvionale, anch'esse a composizione granulometrica prevalentemente sabbioso-ghiaiosa, sono altamente permeabili, ma caratterizzate da locali intercalazioni siltose e frequenti livelli torbosi che tendono a modificare l'ordine di grandezza dei valori della permeabilità. Lo spessore è mediamente pari a 10-20 mt.

Caratteristiche diverse presentano i depositi eolici e continentali terrazzati (a sud-est) in cui prevalgono sabbie monogranulari a permeabilità medio-alta, il cui spessore è pari a 40-50 mt. Nelle zone collinari che bordano la pianura (a nord-est) sono inoltre rappresentati i termini sabbiosi del complesso marino calabriano, caratterizzato da permeabilità medio-bassa per la presenza di limo, il cui spessore è valutato in >100 m.

Le falde contenute nelle alluvioni della pianura alluvionale, rilevate a profondità medie stagionali da - 1 mt fino a - 20 mt dal p.c. (profondità decrescente verso la costa tirrenica) e quelle nei depositi della piana costiera sono continue tra di loro e vanno considerate come un unico sistema; a tale sistema possono assimilarsi anche le falde contenute nei depositi eolici terrazzati.

La falda di tipo libero defluisce verso la costa, analogamente alla direzione dei principali corsi d'acqua che solcano la pianura, con gradiente idraulico mediamente pari allo 0,3-0,5%.

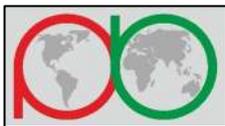
Misure di portata eseguite nel passato lungo la rete idrografica hanno evidenziato interscambi tra la falda ed i corsi d'acqua nei vari tratti vallivi, permettendo di valutare l'entità della ricarica nel periodo piovoso e quella del drenaggio nei mesi asciutti. Nella pianura la falda è sfruttata mediante un elevato numero di pozzi di diversa profondità; le portate variano da 1 l/s ad oltre 30 l/s.

In riferimento al **rischio idraulico** P.A.I. (tavola IRI 080-097 di fig. 6.1.1 in alto), in prossimità del centro abitato di San Ferdinando, risulta un'unico punto di attenzione, in corrispondenza dell'attraversamento sul Fiume Mesima (~alla foce).

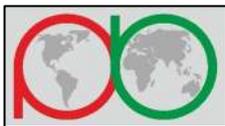
Non sono indicate zone a rischio R1, R2, R3 o R4; ma bensì zone di attenzione. Le aree derivanti sono state equiparate alla classe R4, lungo tutto il corso del F. Mesima (ordine di Horton pari a 7) e del canale Vena (ordine di Horton pari a 3).

In riferimento alle aree vulnerate (tavola IAV 080-097 di fig. 6.1.1 in basso) emerge che le aree prossime al Fiume Mesima, sono state interessate in passato da esondazioni che hanno provocato danni molto gravi (banca dati storica SIRICA) ed anche le aree prossime al canale Vena (danni di lieve entità - informative comuni) e che la porzione settentrionale dell'area urbana verrebbe ad essere sommersa nel caso in cui si verificasse il collasso della diga sul fiume Metramo.





*Fig. 6.1.2: report fotografico del reticolo idrografico locale. Foce del F. Mesima (in alto vista verso monte, in basso vista verso la foce).*



## 6.2 - Caratteristiche geomorfologiche

Il contesto geomorfologico di San Ferdinando, può essere schematicamente suddiviso in **due ambiti morfologici principali**:

- il settore della pianura alluvionale del F. Mesima e del litorale costiero (in continuità);
- l'ambito del terrazzo morfologico a Sud-Est (zona industriale);

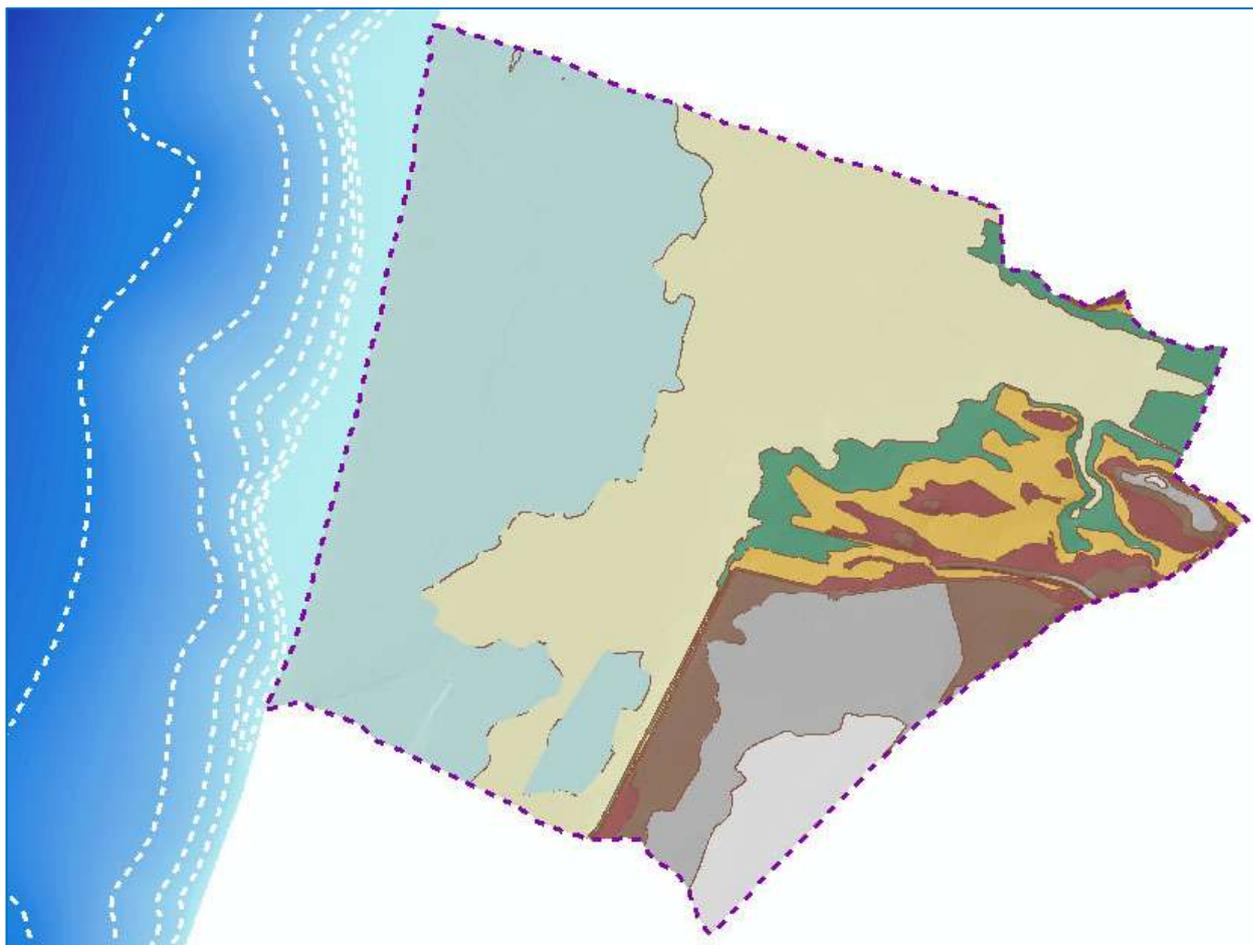


Fig. 6.2.1: D.T.M. di San Ferdinando e batimetria Mar Tirreno.

In entrambi i settori morfologici non si riscontra fragilità morfologica tale da indurre fenomeni franosi.

Di contro il settore della pianura alluvionale del Fiume Mesima, risulta invece potenzialmente soggetta a fenomeni di inondazione per innalzamento dei livelli idrometrici a seguito di fenomeni atmosferici di particolare intensità e durata.

Il settore del litorale costiero risulta inoltre soggetto a fenomeni di erosione costiera, mareggiata e tsunami sismo-indotti.



In tale ambito morfologico di pianura, **la principale pericolosità geomorfologica e rappresentata dalla liquefazione sismo-indotta** (come già avvenuto in occasione del sisma del 1783), ovvero fenomeni in cui il terreno posto al di sotto della superficie piezometrica perde temporaneamente i suoi caratteri di resistenza e si comporta come un fluido viscoso (YOUUD, 1992).

La liquefazione, si verifica, solitamente, nei depositi sabbiosi sciolti o poco addensati, posti sotto falda a profondità relativamente modeste (di solito  $\leq 15$  mt) quando, sotto l'azione di carichi esterni o di forze idrodinamiche, la pressione neutra dell'acqua interstiziale aumenta progressivamente fino ad eguagliare la tensione totale (carico litostatico), determinando così l'annullamento della tensione efficace (assenza di pressione di contatto fra i granuli), con conseguente perdita di consistenza del materiale, ed assunzione di un comportamento meccanico caratteristico dei liquidi viscosi.

In superficie, le manifestazioni associate alla liquefazione di un deposito possono consistere in: perdita di capacità portante, cedimenti, assestamenti, avvallamenti e sprofondamenti.

Nell'ambito dello studio di Microzonazione Sismica di Livello 1, sono state individuate e cartografate le **Zona di attenzione per liquefazione** (tipo 1), ovvero aree nelle quali è stata verificata la coesistenza di 4 condizioni predisponenti:

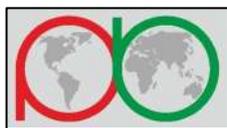
1. Terreni sabbiosi;
2. Falda a profondità media stagionale inferiore a 15 m dal p.c.;
3. Mw attesa  $>5$ ;
4. Accelerazioni massime attese  $> 0.1g$ .

Tale microzona omogenea in prospettiva sismica, è stata riportata, tal quale, nella Tav.7.

### ***6.3 - Caratterizzazione geotecnica e sismica dei terreni e relativo modello schematico del sottosuolo***

La caratterizzazione geotecnica e sismica dei terreni e relativo modello schematico del sottosuolo è stata eseguita sulla base delle indagini pregresse ed eseguite ex novo nell'ambito dello studio di Microzonazione Sismica di Livello I (MS\_01) del territorio del Comune di San Ferdinando (RC), validato dalla Commissione Tecnica Nazionale, di seguito descritte:

- n.7 Prove Penetrometriche Dinamiche super Pesanti (DPSH);
- n.1 Sondaggio a Carotaggio Continuo in cui sono state eseguite n.6 prove SPT in foro;
- n.2 Indagini di Sismica a rifrazione;
- n.3 Indagini geofisiche MASW;

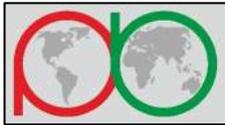


- n.3 Misure di rumore ambientale HVSR.

Per quanto concerne l'ubicazione plano-altimetrica delle indagini suddette, si rimanda all'elaborato specifico dello studio di MS\_01: "Carta delle Indagini di Livello I" e/o agli shapefile "Ind\_pu" e "Ind\_ln". Mentre i relativi "report" contenenti i risultati delle indagini sono presenti nella banca dati *Cdl\_Tabelle\_080097.mdb* e nella cartella "Indagini" dello studio di MS\_01.

Tab. 6.3.1: modello schematico del sottosuolo

Sigla	Descrizione terreno di copertura	angolo d'attrito [°] min-max	$\gamma$ [t/m <sup>3</sup> ] min-max	Vs [m/s] min-max
dl	Depositi sabbiosi di litorale - Olocene	21,1° - 26,5°	1,50-1,70	120-270 m/s
af	Alluvioni fissate dalla vegetazione o artificialmente - Olocene	22,2° - 27,9°	1,55-1,75	150-300 m/s
d1	Dune e sabbie eoliche stabilizzate - Olocene	25,10° - 30,5°	1,65-1,80	250-380 m/s
q <sup>cl-s</sup>	Depositi continentali (eluvio-colluviali) rossastri costituiti da conglomerati, conglomerati sabbiosi e sabbie con locali intercalazioni siltose - Pleistocene	22,67° - 31,66°	1,55-1,85	160-400 m/s
q <sup>s-cl</sup>	Depositi eolici rossastri costituiti da sabbie rossastre a grana da fine a grossolana - Pleistocene	24,85° - 33,26°	1,60-1,90	240-450 m/s
Sigla	Descrizione substrato geologico "relativo"	angolo d'attrito [°] min-max	$\gamma$ [t/m <sup>3</sup> ] min-max	Vs [m/s] min-max
p <sub>s</sub> <sup>2-3</sup>	Sabbie e sabbie siltose bruno-chiare, a grana da fine a grossolana - Pliocene medio - Calabriano	31,43° - 38,48°	1,85-2,05	400-800 m/s



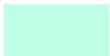
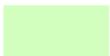
## 7 - DESCRIZIONE CARTE TEMATICHE DI PIANO

### 7.1 - Carta di inquadramento geologico e strutturale (SGR4)

I terreni/rocce tenere affioranti nel territorio di San Ferdinando, per i quali è stata eseguito un accurato rilevamento di campagna ed una esaustiva corrispondenza in termini di litostratigrafia della cartografia geologica ufficiale, sono costituiti da una sequenza sedimentaria marina postorogena, estesa dal Pliocene medio fino al Pleistocene medio (Calabriano), sulla quale poggiano: depositi eolici-costieri antichi, depositi continentali (eluvio-colluviali), depositi alluvionali recenti ed attuali, dune e sabbie eoliche stabilizzate recenti e depositi sabbiosi di litorale attuali.

Procedendo dall'alto verso il basso, ossia dai termini più giovani a quelli più antichi, la sequenza litostratigrafica è formata dalle seguenti formazioni:

#### Formazioni litostratigrafiche affioranti

	ac - Alluvioni mobili, ciottolose e sabbiose dei letti fluviali - Olocene
	dl - Depositi sabbiosi di litorale - Olocene
	af - Alluvioni fissate dalla vegetazione o artificialmente - Olocene
	a - Prodotti di soliflussione e dilavamento, talora misti a materiale alluvionale - Olocene
	d1 - Dune e sabbie eoliche stabilizzate - Olocene
	qcl-s - Depositi continentali (eluvio-colluviali) rossastri costituiti da conglomerati, conglomerati sabbiosi e sabbie con locali intercalazioni siltose - Pleistocene
	qs-cl - Depositi eolici rossastri costituiti da sabbie rossastre a grana da fine a grossolana - Pleistocene
	ps2-3 - Sabbie e sabbie siltose bruno-chiare, a grana da fine a grossolana - Pliocene medio - Calabriano

Per una migliore comprensione si rimanda alla sezione geologica A-B, allegata, rappresentativa del modello del sottosuolo (SGR3).

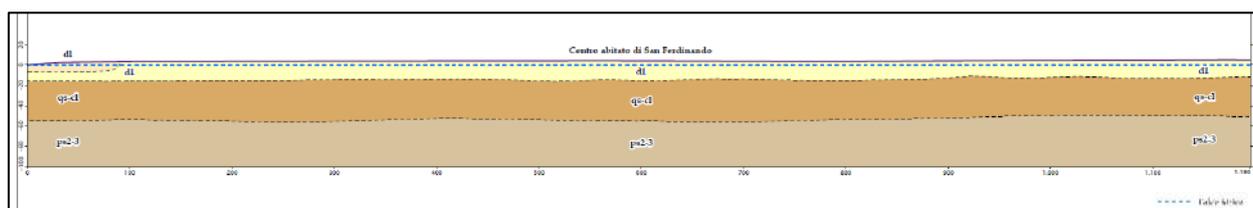
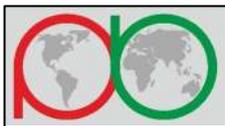


Fig. 7.1.1: sezioni geologica A-B



Infine è stata riportata la **faglia diretta sepolta di Gioia Tauro (FGT)**, ampiamente descritta nel paragrafo 5.1. Per quanto concerne l'ubicazione della stessa, si è fatto riferimento alle coordinate geografiche contenute nel catalogo I.T.H.A.C.A. (Italy HAZard from CAPable faults), dell'I.S.P.R.A..



Fig. 7.1.2: database ITHACA – Fault code 37413

In accordo con le linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da Faglie Attive e Capaci (FAC), contenute negli Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica; per la Faglia in argomento, nell'ambito dello studio di Microzonazione Sismica di Livello 1 è stata definita la "ZAFAC" - **Zona di attenzione per faglie attive e capaci**, coerentemente con il Livello 1 di approfondimento. Tale microzona omogenea di Livello 1 è stata realizzata in modo tale da comprendere la supposta traccia del piano di rottura principale ed i probabili fenomeni deformativi del terreno ad essa correlati.

La ZAFAC possiede la dimensione raccomandata di 400 mt (200 mt + 200 mt) a cavallo della traccia del piano di rottura principale della faglia attiva e capace (FAC\_a - certa) di cui alla tabella sotto riportata.

Livelli di MS Categoria (FAC_x)	Livello 1 ZAFAC	Livello 3		
		ZSFAC RACC	ZSFAC MIN	ZRFAC
FAC_a	400	160	0	30
FAC_b	400	300	160	n.d.

Tale microzona omogenea in prospettiva sismica, è stata riporta, tal quale, nella Tav.6.



### 7.1.1 - Interpretazioni ed Incertezze - Morfogenesi località Zona Industriale

L'interpretazione ufficiale della Carta Geologica della Calabria alla scala 1:25.000 (CAS.MEZ., 1971) per l'estesa zona terrazzata a sud-est del centro abitato di San Ferdinando (in località Zona Industriale) afferma che *"..la morfologia dei depositi sabbiosi della zona richiama quella dei depositi eolici"*, e che *"..queste sabbie"* (mappate come unità a se stante e riportate col simbolo  $q^{s-cl}$  *"sono distinte dall'unità  $q^{cl-s}$ , di natura conglomeratico-sabbiosa, a causa del loro differente aspetto morfologico"*.

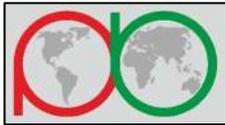
Altri Autori (GUERRICCHIO *et alii*, 2000) suggeriscono per le morfologie presenti dell'area un'origine completamente differente, riconducibile a deformazioni gravitative profonde dovute ad earth block slides e a scorrimenti rotazionali, indotte da fenomeni di liquefazione profondi (superiori al centinaio di metri) nelle sabbie marine calabriane, sismo-indotte dal catastrofico terremoto del febbraio del 1783.

Nel loro contributo gli Autori asseriscono che *"..l'area del terrazzo in esame presenta un insolita morfologia mossa ed ondulata, determinata da profondi e larghi solchi alternati a strutture topograficamente elevate ed allungate secondo un asse orientato grosso modo in direzione WNW-ESE."*

Ed individuano: *"..7 scarpate principali, smussate e di altezza variabile, aventi direzione media WNW-ESE, da cui talora si dipartono altre rotture secondarie verso W-E o NW-SE che interrompono la continuità delle creste (e/o scarpate di frana) prima descritte."* Inoltre: *"..un sistema di rotture trasversali, ossia decorrenti da NNW a SSE, da due delle quali, ha origine la depressione, "graben" che da Testa dell'Acqua giunge sino a C.da Ficarella-Il Selvaggio. Un'altra rottura è quella che parte da C.da Parrone-Zimpanio con la stessa orientazione (NNW-SSE) e che, con andamento arcuato, procede verso la depressione a nord di bivio Gabella-Lo Zoppo, ruotando a quell'altezza verso WNW-ESE. Da questa località ha origine un ampio "trench" avente dimensioni di oltre 350 m di ampiezza. Sempre ad una rottura con orientazione NNW-SSE è dovuto lo strappo che porta all'emergenza delle Sorgenti Focali, site a circa 2 km a SW di Rosarno."*

Gli Autori descrivono le cause predisponenti i fenomeni di earth block slides e scorrimenti rotazionali affermando che: *"..la porzione di terreno sovrastante si è comportato come un materiale rigido, fratturandosi secondo la direzione di propagazione delle isosisme del terremoto del 1783 e dando luogo ad alti strutturali e modeste depressioni. Assetto poi parzialmente mascherato dalla dinamica attiva. Il profilo originario del terreno era costituito da un pianoro sub-orizzontale che terminava con una pendice relativamente ripida. Lo spostamento orizzontale post-sisma verso N è stato di circa 600-700 m mentre l'abbassamento verticale di ~15 mt."*

Data l'ufficialità della Carta Geologica della Calabria alla scala 1:25.000 (CASMEZ, 1971), riconosciuta in ambito regionale e nazionale, e tenuto conto delle indicazioni contenute negli *standard di rappresentazione e archiviazione informatica (CTMS)*, le quali



prevedono che “..le informazioni geologico-tecniche debbano derivare imprescindibilmente dalla Carta Geologica della Calabria”; nelle analisi del presente studio di geomorfologico, si è attribuita, alle forme morfologiche in argomento, l’origine esogena di tipo eolica.

Ad ogni modo, si ritiene che l’interpretazione fornita da GUERRICCHIO *et alii*, (2000), per le aree in argomento, sia meritevole di approfondimenti negli studi successivi di microzonazione di livello 3, condiviso il concetto che, fenomeni geomorfologici di origine completamente diversa, possono produrre morfologie simili tra di loro, (c.d. “convergenza geomorfologica”).

## **7.2 - Carta Geomorfologica e dell’evoluzione storica della linea di riva (SGR5)**

In questa carta sono stati riportati i risultati delle indagini geomorfologiche condotte per l’intero territorio comunale (scala 1:2.000) ed in modo più specifico ed approfondito per le porzioni di territorio comprendente i settori abitati.

Tali indagini sono state svolte, al fine di definire il grado di stabilità attuale del territorio ed individuare le zone soggette a situazioni di pericolosità potenziale.

I principali aspetti geomorfologici si sono desunti da rilevamenti effettuati direttamente su terreno e da indagini foto-interpretative, la cui lettura ha consentito di ottenere una visione d’insieme delle forme e di individuare localmente i processi geomorfologici in atto.

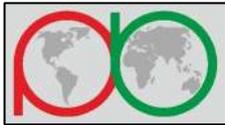
Il tutto è stato integrato dalla documentazione cartografica già esistente (PAI, PSEC, PGRA, QTRP, PTCP, IFFI, CIFF, ecc.); e da dati storici reperibili presso gli Enti pubblici e in rete (eventi alluvionali, ecc.).

Pertanto, la Carta Geomorfologica e dell’evoluzione storica della linea di riva (Tav. 2) permette la conoscenza immediata dei processi morfodinamici locali, indicando le pericolosità territoriali e consentendo di prevedere la tendenza evolutiva dei diversi ambiti territoriali.

### **7.2.1 Analisi storica della linea di riva di San Ferdinando**

Il litorale di San Ferdinando risulta pressoché parallelo alla direzione 20°N ed il settore di traversa principale è orientato a 300°N. Il materiale movimentato lungo la costa presenta direzione risultante da N verso S dalla foce del F. Mesima verso il porto di Gioia Tauro.

Il trasporto solido dalla terraferma, garantito dal Fiume Mesima ed in minima parte dal Canale Vena, ha determinato una situazione di equilibrio dinamico fino alla fine degli Anni ‘70. Dopo tale periodo, la notevole diminuzione delle precipitazioni meteoriche, le azioni antropiche di regimazione idraulica e forestale, l’uso urbanistico delle dune



vegetate e soprattutto la realizzazione del porto di Gioia Tauro, hanno rappresentato concause significative per l'erosione degli arenili di San Ferdinando.

In particolare si sono verificati fenomeni di arretramento della spiaggia e più in generale di retrogressione della linea di costa nel tratto in prossimità della foce del F. Mesima.

L'analisi storica della linea di riva dall'anno 1955 al 2008, riportata nella Tav.2, mette in evidenza che le aree erose sono pari a 15 ettari, per una lunghezza complessiva di 1200 ml di costa.

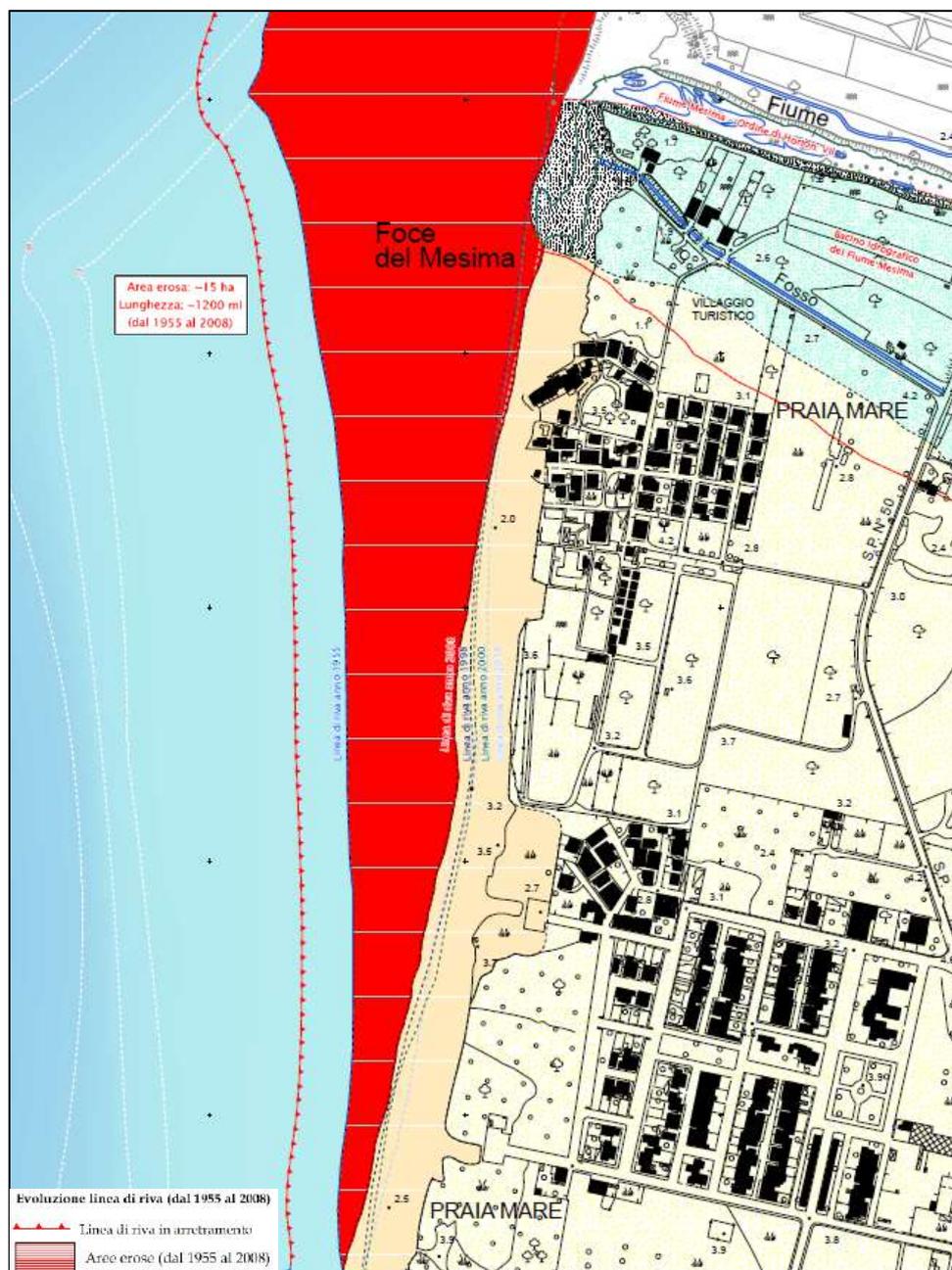
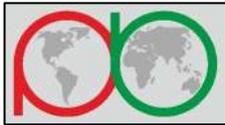


Fig. 7.2.1.1: Analisi storica della linea di riva. Aree erose dal 1955 al 2008 (in corrispondenza della foce del Mesima).



Il ripascimento è risultato pari a 18,2 ettari, per una lunghezza complessiva di 2550 ml.



Fig. 7.2.1.2: Analisi storica della linea di riva. Ripascimento dal 1955 al 2008, in corrispondenza del litorale Sud di San Ferdinando.

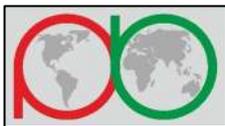


Fig. 7.2.1.3: Analisi storica della linea di riva. Aree erose e ripascimento dal 1955 al 1998.

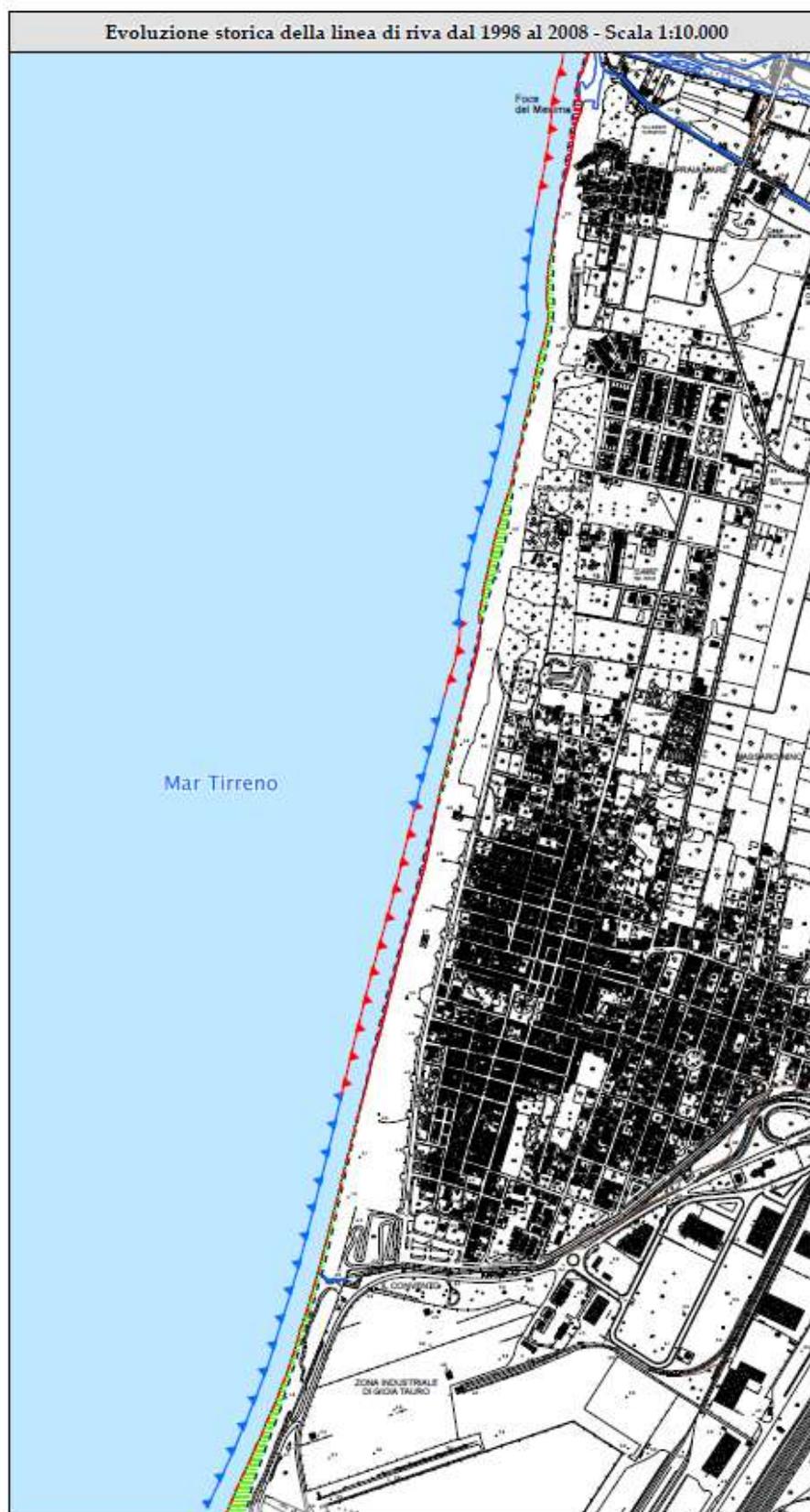
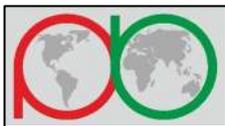


Fig. 7.2.1.4: Analisi storica della linea di riva. Aree erose e ripascimento dal 1998 al 2008.

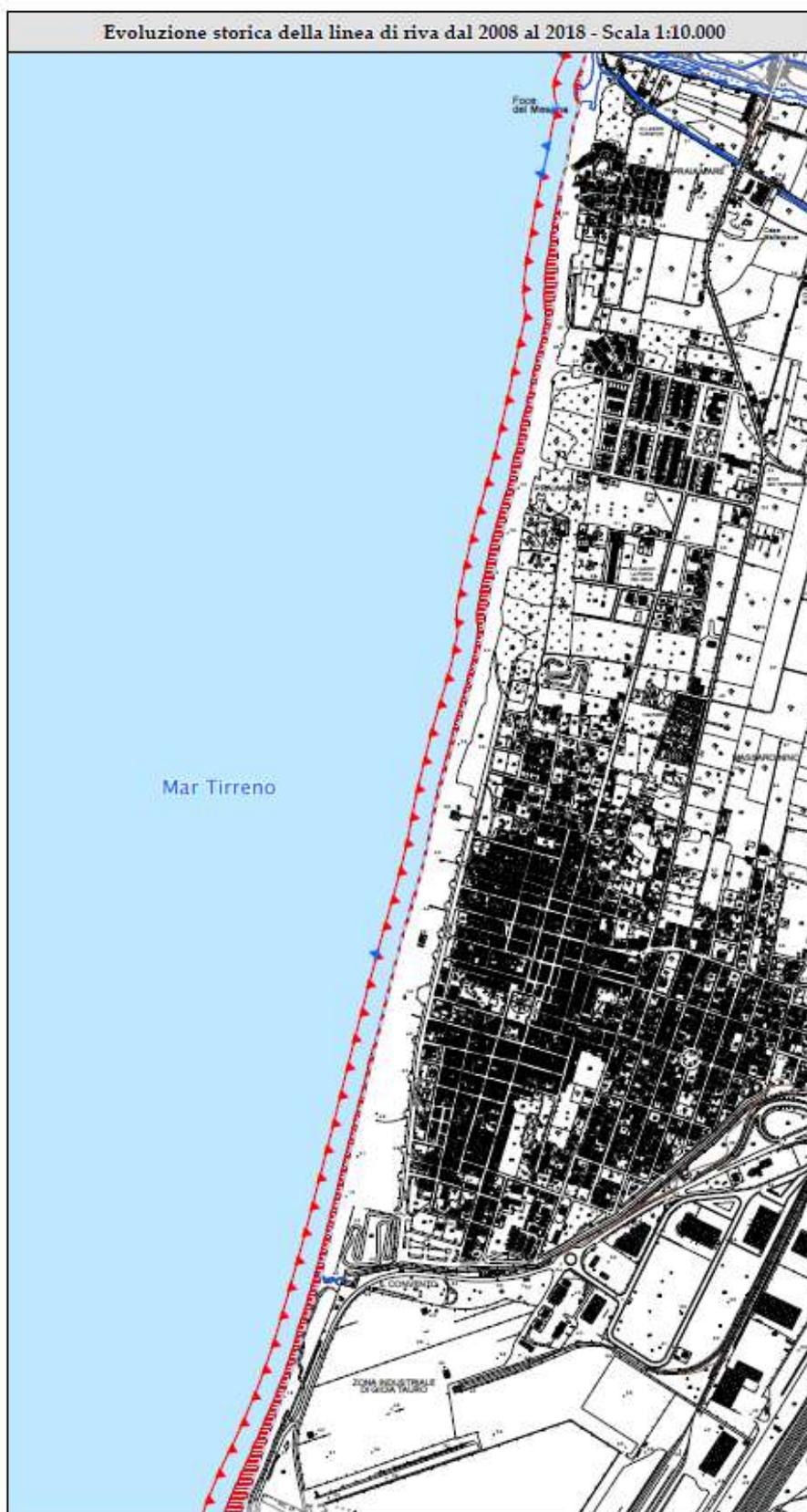
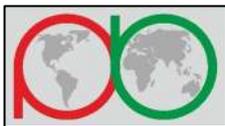
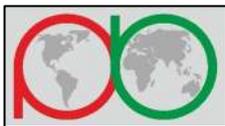


Fig. 7.2.1.5: Analisi storica della linea di riva. Aree erose e ripascimento dal 2008 al 2018.



La tabella sotto riportata, sintetizza i valori ottenuti dall'analisi storica delle linee di riva, relativamente alle superfici erose e del ripascimento (in ettari), sia parziali che totali, del litorale costiero di San Ferdinando.

Tab. 7.2.1.1: *Analisi storica della linea di riva del litorale costiero di San Ferdinando.*

<b>Litorale costiero di San Ferdinando (RC)</b>		
<i>Analisi storica parziale</i>	<i>Aree erose [ha]</i>	<i>Ripascimento [ha]</i>
dal 1955 al 1998	<b>14,7</b>	<b>17,4</b>
dal 1998 al 2008	<b>0,8</b>	<b>2,9</b>
dal 2008 al 2018	<b>4,7</b>	<b>0,02</b>

<i>Analisi storica totale</i>	<i>Aree erose [ha]</i>	<i>Ripascimento [ha]</i>
dal 1955 al 2018	<b>17,2</b>	<b>15,2</b>

Le linee di riva impiegate per le analisi storiche eseguite, sono riportate nella Tav. 2. Esse derivano da:

Anno 1955: C.T.R. in scala 1:10.000 del 1955 - Foglio n.245 - I S.E. Sez. B e II N.E. Sez. A;

Anni 1998 e 2000: P.A.I. Calabria;

Anno 2008: C.T.R. in scala 1:5.000 del 2008 - elementi n.582083 - n.582124 - n. 582111 n. 582112;

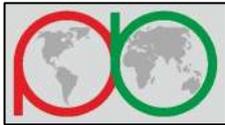
Anno 2018: CT comunale in scala 1:2000 del 2018.

La valutazione delle tendenze evolutive del litorale costiero di San Ferdinando, in funzione dei risultati ottenuti dal confronto delle linee di costa per i periodi di riferimento esaminati: 1955-1998, 1998-2008 e 2008-2018; è stata effettuata sulla base delle seguenti considerazioni:

- valutazione della tendenza evolutiva prevalente di ogni tratto costiero (tendenza netta all'accrescimento o all'erosione);
- valutazione della superficie in accrescimento o in erosione.

I risultati dell'analisi dell'evoluzione del litorale, consistono nella stima delle superfici delle aree di spiaggia in erosione e in accrescimento, risultanti dal confronto delle linee di costa dei diversi anni di osservazione, e della lunghezza di spiaggia caratteristica per ogni singola area osservata, nei tre periodi di riferimento.

Questi parametri permettono di ottenere le informazioni necessarie per determinare la tendenza evolutiva, in termini di arretramento o avanzamento della linea di riva, per ciascuna area risultante dal confronto delle linee di costa.



Dall'esame dell'evoluzione storica della linea di riva del litorale costiero di San Ferdinando, si rileva che:

- **nel periodo di osservazione più ampio, dall'anno 1955 all'anno 1998:** sono molto evidenti i fenomeni erosivi dell'area di foce del F. Mesima, a Nord del litorale. Il tratto in arretramento è pari 1370 ml. La superficie complessiva erosa è pari a 14,7 ettari.

Di contro, il tratto a Sud del litorale, in prossimità del Porto di Gioia Tauro, è in avanzamento per una lunghezza complessiva di 2415 ml. L'accrescimento/ripascimento è pari a 17,4 ettari. Si ritiene che l'accrescimento, di tale tratto, sia in stretta relazione alle attività di costruzione del Porto.

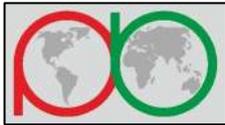
- **nel periodo di osservazione successivo, dall'anno 1998 all'anno 2008:** si riscontra un **sostanziale equilibrio** tra le zone in erosione (0,8 ha) e quello in accrescimento (2,9 ha), dell'intero litorale costiero; **con leggera tendenza a favore del ripascimento.**

- **nell'ultimo periodo di osservazione, dall'anno 2008 all'anno 2018:** si riscontra **tendenza all'erosione dell'intero litorale costiero di San Ferdinando, pari a 3620 ml di costa** (su un totale di 3760 ml). La superficie complessiva erosa è pari a 4,7 ettari.

Sulla base di tali tendenze evolutive del litorale costiero di San Ferdinando, nell'ambito del **Piano di Bacino Stralcio Erosione Costiera** del 2016, sono state perimetrate le aree a pericolosità **P1-P2-P3** ed a rischio **R1-R2-R3-R4**.

Nella tabella di sintesi seguente, sono riportate le superfici complessive (in mq), delle suddette aree.

COMUNE	AREE A PERICOLOSITA' (mq)			AREE A RISCHIO (mq)			
	P1	P2	P3	R1	R2	R3	R4
SAN FERDINANDO	61929	71713	268361	35010	173277	426	68373



## 7.2.2 Analisi della dinamica del litorale di San Ferdinando

Nel presente paragrafo si riportano i risultati dello studio condotto dall'Autorità di Bacino Regionale (A.B.R.) nell'ambito del Master Plan degli interventi di mitigazione del rischio di erosione costiera in Calabria - Area 13-5 (San Ferdinando).

### 7.2.2.1 Caratterizzazione del clima ondoso

Dal grafico della distribuzione delle "frequenze di apparizione", riportato in basso, si evidenzia un massimo pari al **23%** per **onde provenienti da direzione 300°N**. Le onde più alte provengono grosso modo tutte da NO.

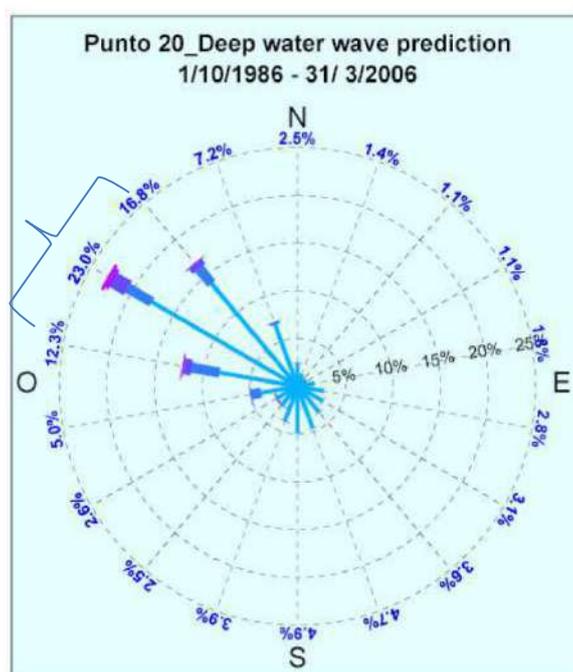


Fig. 7.2.2.1.1: Frequenza di apparizione delle onde.

Nota la frequenza di apparizione per settore di provenienza, è stata calcolata sia "l'altezza significativa media di largo" per ogni settore, ottenendo le relative distribuzioni  $H_{s0}/\theta$ ; nonché il corrispondente "periodo di picco"  $T_p/\theta$ . I relativi diagrammi sono riportati nella pagina successiva.

I settori con altezza significativa media e periodi di picco più rilevante sono quelli di O - NO, con un massimo a 290°N, in cui  $H_{s0}$  è pari a ~ 0,9 mt e  $T_p$  è pari a ~ 4,2 s.

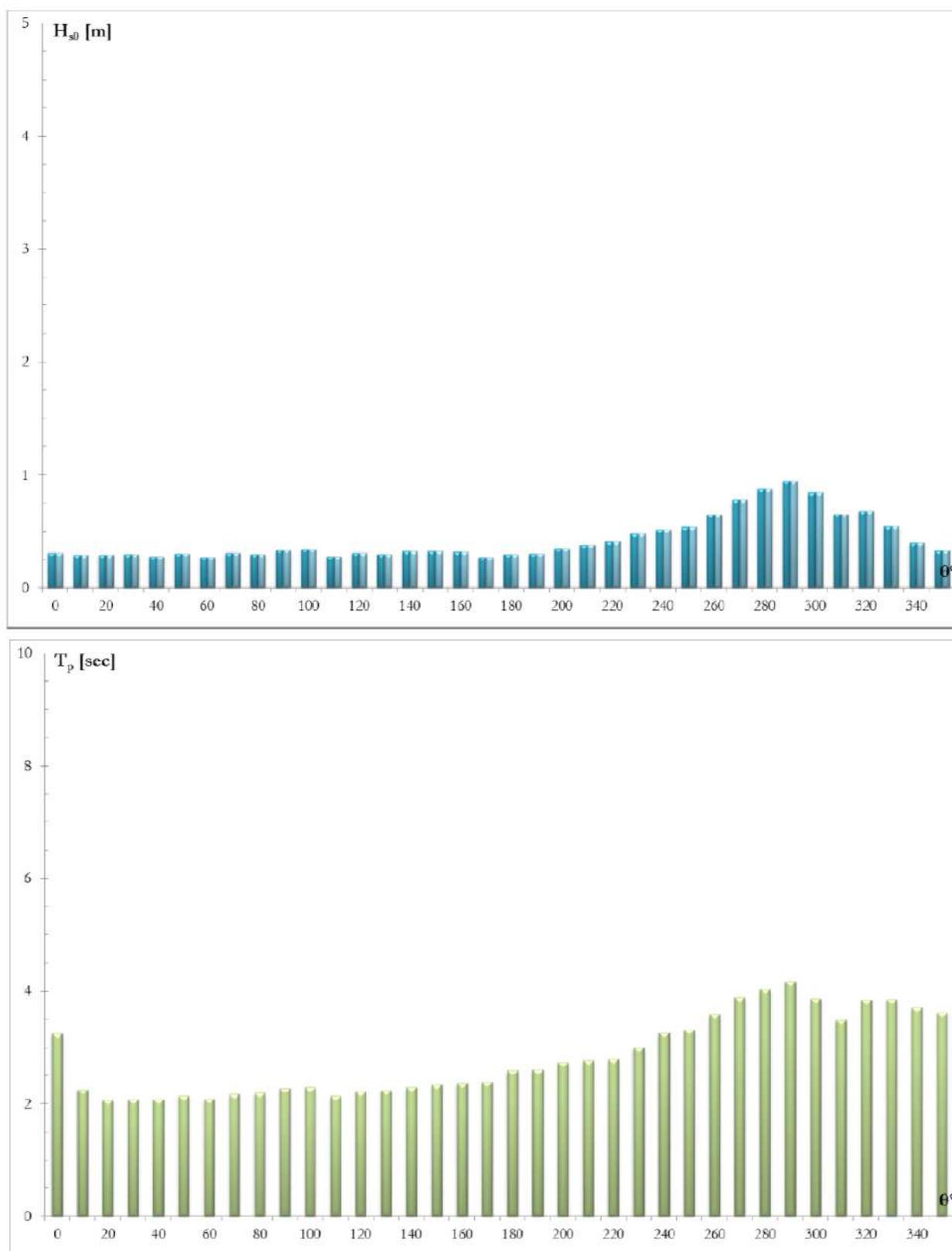
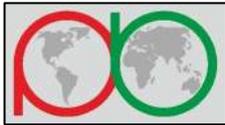


Fig. 7.2.2.1.2: in alto: diagramma delle altezze significative medie  $H_{s0}$ , per ogni settore. In basso: periodi di picco  $T_p$ , per ogni settore.



L'**energia associata** al moto ondoso di largo, dipende da vari fattori quali l'altezza significativa, la celerità dell'onda al largo e il peso specifico dell'acqua di mare. Per l'area in esame (AS20), si è ottenuto un valore massimo del flusso di energia del moto ondoso proveniente dal settore **285°N-315°N**, pari a **5027 N/s**.

Flusso di energia - Area di studio AS20												
Settori [°N]	345-15	15-45	45-75	75-105	105-135	135-165	165-195	195-225	225-255	255-285	285-315	315-345
Flusso(N/s)	44	4	5	13	15	23	36	49	105	1128	<b>5027</b>	977

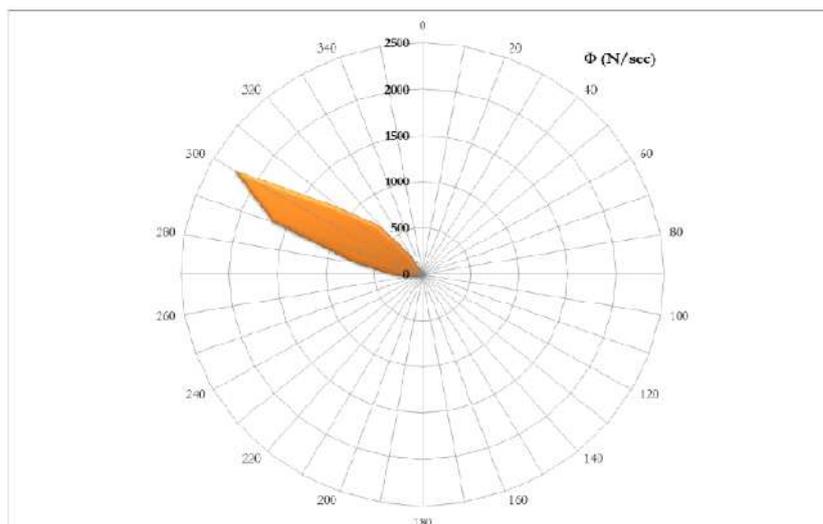


Fig. 7.2.2.1.3: flusso di energia del moto ondoso - area in studio (AS20)

Il **periodo di ritorno** omnidirezionale "**R**" rappresenta il periodo di ritorno di una mareggiata in cui l'altezza significativa massima supera una soglia **h**.

La tabella sottostante evidenzia il legame **R/h** e si può osservare come per un periodo di ritorno pari a 10 anni il valore di soglia è pari a 8,05 m, mentre a un periodo di ritorno di 50 anni corrisponde una soglia di altezza d'onda pari a 10,12 metri.

AS20 - Livelli di altezza significativa eguagliati o superati mediamente ogni R anni.									
h (0.1) [m]	h (1) [m]	h (5) [m]	h (10) [m]	h (20) [m]	h (50) [m]	h (100) [m]	h (200) [m]	h (500) [m]	Δ [m]
2.58	5.23	7.18	8.05	8.93	10.12	11.03	11.96	13.21	10.63

Per il periodo di ritorno minimo analizzato, pari a ~ 1 mese, corrisponde una soglia di altezza d'onda pari a 2,58 metri.

Per il periodo di ritorno massimo analizzato, pari a 500 anni, corrisponde una soglia di altezza d'onda pari a 13,21 metri.

La **persistenza** media "**D**" al di sopra di una certa soglia **h** rappresenta la durata di tempo media in cui l'altezza significativa si mantiene al di sopra della soglia fissata.

Dal diagramma sotto riportato, si può cogliere il fatto che all'aumentare del valore di soglia la persistenza diminuisce rapidamente: ad esempio a una soglia di altezza significativa di 8 metri corrisponde una persistenza media di circa 8 ore.

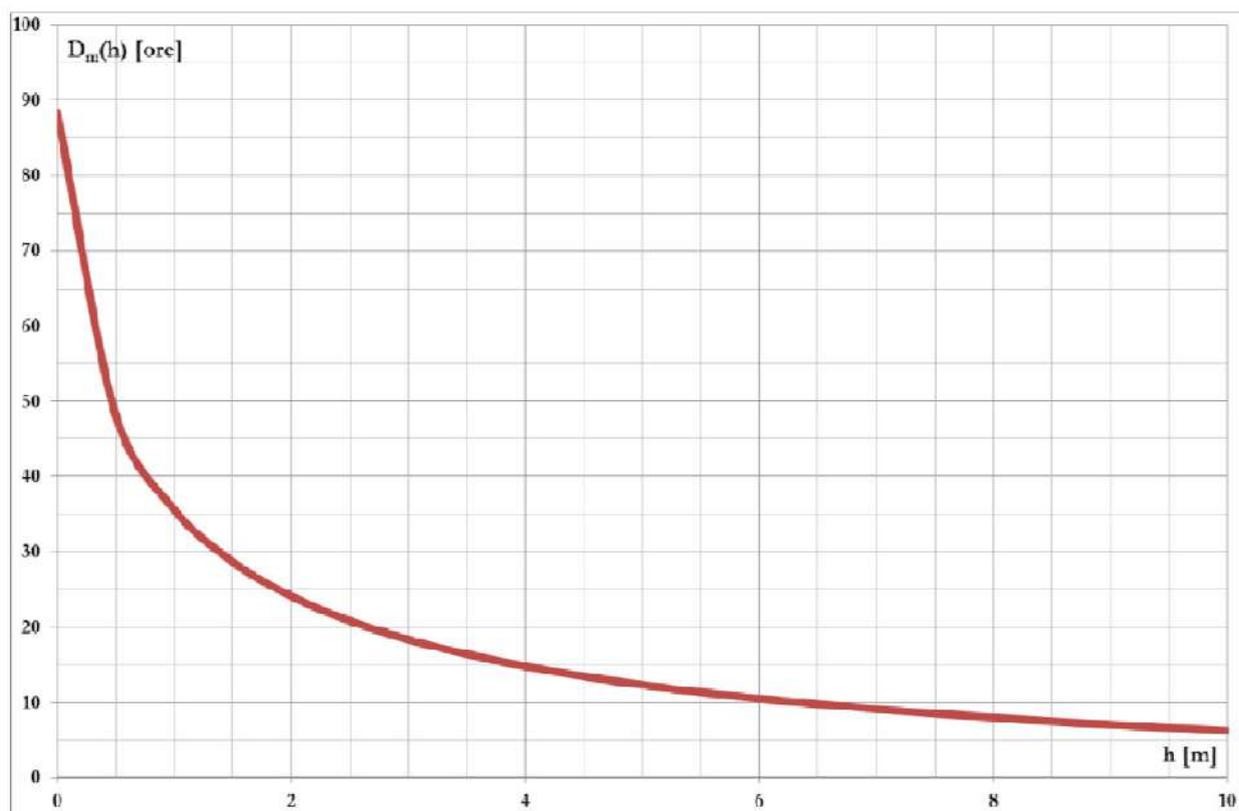
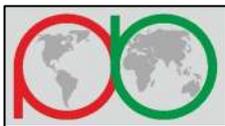
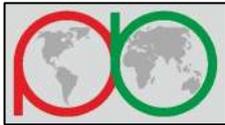


Fig. 7.2.2.1.4: diagramma della persistenza media "D" - area in studio (AS20)



### *7.2.2.2 Caratteristiche della spiaggia emersa e dei fondali marini*

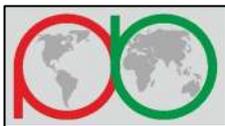
L'elemento fortemente caratterizzante dell'intera area è la presenza di ampie spiagge sabbiose, a granulometria da media a fine. La costa è bassa e sottile. La protezione offerta dal promontorio di Capo Vaticano consente, inoltre, il mantenimento dell'attuale assetto costiero, favorito anche dalla presenza di alcune schiere di dune, la cui funzione di salvaguardia costiera è di importanza primaria.

È da sottolineare, inoltre, l'influenza determinata dalla presenza nel paesaggio costiero dell'imponente porto di Gioia Tauro, il quale si inserisce in maniera decisamente forte nel contesto territoriale e paesaggistico.

Il tratto è esposto alle mareggiate di maestrale e di ponente con forte dinamica trasversale. Durante le mareggiate più forti i sedimenti vengono portati al di fuori della linea dei frangenti (-4 mt s.l.m.) senza possibilità di risalita.

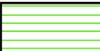
Le caratteristiche generali della spiaggia sommersa sono state esaminate in termini di fondali esistenti lungo la costa. Nella Tav. 2, sono presenti le curve batimetriche relative alla profondità dei fondali marini dalla quota 0 mt s.l.m. fino alla quota di - 50 mt. A tal fine si è utilizzato il dato batimetrico della "Rete del Sistema Informativo Nazionale Ambientale".

I fondali in esame, presentano, pendenze medie del 10%, con punte massime fino al 35%.

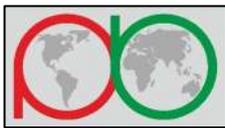


### 7.3 - Carta dei Vincoli geo-ambientali (SGR6)

In tale elaborato sono riportate le aree a vincolo di seguito descritte:

<b>Aree con pericolo d'inondazione - PAI Agg. 2011 (approvato)</b>	
	Punti di attenzione
	Zone di attenzione
	Aree di attenzione derivanti da zone e punti (equiparate a R4)
<b>Aree a rischio erosione costiera - PAI Agg. 2011 (approvato - non più vigente)</b>	
	R3 - Rischio elevato
<b>Aree con pericolo di erosione costiera - P.S.E.C. 2016 (adottato)</b>	
	P1 - Aree a pericolosità bassa
	P2 - Aree a pericolosità media
	P3 - Aree a pericolosità elevata
<b>Aree sottoposte a vincolo paesaggistico</b>	
	Territori costieri compresi in una fascia di 300 metri dalla linea di battigia di cui all'art.142 - c.1 lett.a del D.Lgs n.42/2004 e ss.mm.ii.
	Fascia di 150 mt dai Fiumi/Torrenti/Corsi d'acqua di interesse paesaggistico di cui all'art.142 - c.1 lett.c del D.Lgs n.42/2004 e ss.mm.ii.
	Territori coperti da boschi di cui all'art.142 - c.1 - lett.g del D.Lgs n. 42/2004 e ss.mm.ii.
<b>Aree soggette a vincolo di inedificabilità assoluta</b>	
	Vincolo fluviale (10 mt) - art. 96 - lett. f del R.D. n. 523/1904 e ss.mm.ii.

Per quanto concerne le limitazioni d'uso delle aree soggette ai suddetti vincoli, si rimanda alla normativa specifica di settore, richiamata in legenda nella relativa descrizione del vincolo.



#### **7.4 - Ortofotocarta e documentazione fotografica (SGR7)**

Tale elaborato riporta le fotografie aeree del litorale costiero in esame, in scala 1:2.000 del 2018; geometricamente corrette e georeferenziate (ortofoto).

È inoltre riportata la documentazione fotografica dello stato attuale dei luoghi (Maggio 2020), nonché l'ubicazione dei punti di ripresa fotografica e relativa prospettiva.

#### **7.5 - Carta delle pericolosità geologiche (SGR8)**

Questa carta delimita il perimetro delle aree potenzialmente a rischio (equiparata a R4) per azione di inondazione da parte del Fiume Mesima e del Canale Vena (aree derivanti da punti e zone, già definite nella cartografia P.A.I. (Agg. 2011).

Sono inoltre riportate le aree con pericolo di erosione (P1-P2-P3) di cui al P.S.E.C. adottato nel 2016, e le aree a rischio elevato (R3) di erosione costiera di cui al PAI (Agg. 2011).

Infine, sono stati individuati i punti critici idraulici (tombinate, ponti ed attraversamenti fluviali) e mappate le aree con pericolo d'inondazione, derivanti da informative comunali.

La Carta delle pericolosità geologiche (Tav.7), rappresenta pertanto un compendio delle pericolosità geologiche presenti e rilevate nel territorio del demanio marittimo del Comune di San Ferdinando (RC).

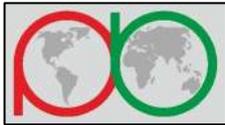
#### **7.6 - Carta della pericolosità sismica (SGR9)**

Sono state cartografate le zone costiere potenzialmente soggette a tsunami/maremoto, delimitando i seguenti valori massimi di run up:

- da quota 0 mt a 1,5 mt s.l.m.;
- da quota 1,5 mt a 6 mt s.l.m..

Ed infine sono state riportate, conformemente alla MS\_01, le seguenti microzone omogenee in prospettiva sismica:

- "ZAFAC" - Zona di attenzione per faglie attive e capaci;
- "ZALQ1" - Zona di attenzione per liquefazioni - Tipo 1.



## 7.7 - Carta della Fattibilità delle azioni di Piano (SGR10)

I risultati delle indagini eseguite nel corso delle diverse fasi di questo lavoro, vengono qui sintetizzate attraverso un'analisi delle condizioni di stabilità geomorfologica generale del territorio demaniale marittimo e di maggior o minor pericolosità per erosione costiera, per inondazione e per effetti cosismici.

La carta della Fattibilità delle azioni di Piano (scala 1:2.000), riporta le aree a caratterizzazione omogenea rispetto alla stabilità geomorfologica e/o di pericolosità geologica in generale, anche in prospettiva del comportamento in caso di scuotimento sismico. Sono state escluse da tale elaborato, le aree regolamentate dal Piano Strutturale Comunale (PSC) e dal Piano Regolatore del Porto di Gioia Tauro.

Essa costituisce l'elaborato significativo e conclusivo di questo lavoro.

In tale elaborato si è inoltre riportato quanto definito e vincolato dai lavori prodotti dall'Autorità di Bacino, relativamente all'Assetto Idrogeologico del Territorio e dell'Erosione Costiera della Regione Calabria.

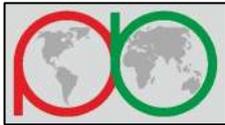
I diversi gradi di stabilità rilevati per il territorio in esame, sono stati raggruppati in classi di fattibilità, ciascuna delle quali individua una o più porzioni di territorio, contraddistinte da determinate condizioni della dinamica costiera e dell'assetto geomorfologico nonché da aspetti litologici, idrogeologici, idrografici e sismici che nel loro insieme definiscono il livello di stabilità del territorio e, quindi, di fattibilità degli interventi edilizi, in funzione della pericolosità geologica del sito.

Tale zonazione del territorio, permette la definizione non solo delle aree a maggior o minor pericolosità geologica, ma anche di quelle zone in cui è ipotizzabile un potenziale o possibile dissesto.

Come ribadito, nel Decreto Dirigenziale n.507 del 30.01.2015 del Dipartimento n°9 (LL.PP.) - Settore 2 - della Regione Calabria; recante: "approvazione dell'aggiornamento dei contenuti minimi degli studi geomorfologici per i differenti livelli di pianificazione finalizzati al rilascio dei pareri di compatibilità geomorfologica (art. 13 della Legge n.64/74 e art.89 del D.P.R. n.380/01)", nel territorio in studio si sono distinte, pertanto, le seguenti classi di fattibilità, in funzione della pericolosità geologica del sito.

### ***Classe I - Fattibilità senza particolari limitazioni:***

Nel territorio demaniale marittimo in esame, oggetto di Piano Comunale di Spiaggia, non sono state individuate aree ascrivibili a tale classe, ossia, a **stabilità certa**, non interessate da fenomeni di dissesto in atto o potenziali, sia per erosione costiera che per inondazione né soggette a potenziali fenomeni cosismici né soggette a vincoli ed a limitazioni d'uso.



## ***Classe II - Fattibilità con modeste limitazioni:***

In questa classe ricadono le aree (in giallo) per le quali *sono state rilevate condizioni di carattere geologico-tecnico-ambientale limitative all'urbanizzazione* per superare le quali si rendono necessari accorgimenti ed interventi, di non rilevante incidenza tecnico-economica, precisabili in fase esecutiva sulla base di approfondimenti di carattere geologico-tecnico-ambientale.

L'entità complessiva degli aspetti limitativi non pregiudica a "priori" l'edificabilità di tali aree, ma la rende, in ogni caso, subordinata ad un attento studio, soprattutto di natura ambientale che illustri gli aspetti morfo-dinamici costieri e sismici per la verifica nei confronti del rischio potenziale di liquefazione in caso di evento sismico.

Pertanto, ogni tipo di intervento edilizio dovrà essere corredato da tutti gli elaborati richiesti dalle normative vigenti per le costruzioni in zona sismica (zona 1 - area sismogenetica ZS929), e quelli prescritti per il **superamento dei vincoli ambientali e paesaggistici di natura propedeutica**.

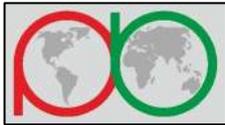
In particolare, gli elaborati previsti dovranno compiutamente rispettare le recenti Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 18) del 17.01.2018 in vigore dal 22 Marzo 2018 e relativa Circolare C.S.LL.PP. n.7/2019 nonché del D.P.R. 06.06.01 n°380 e della Legge Regionale n.37/2015 e relativo Regolamento n.15/2017.

Nel rispetto delle suddette disposizioni normative, per queste aree sono richiesti obbligatoriamente, a corredo del progetto:

- Verifiche e calcoli condotte nei confronti del rischio potenziale di liquefazione dei terreni granulari, per via della presenza di falda ad una profondità non superiore a 15 m. dal p.c..
- La determinazione del  $V_{seq}$  (velocità equivalente delle onde di taglio), dovrà essere effettuata mediante indagini sismiche dirette e/o indirette (down hole, cross hole, cono sismico, masw, sasw, rifrazione in onde s, ecc.); escludendo la possibilità del riferimento ad indagini precedenti e/o eseguite in aree circostanti.
- Studi prescritti per il **superamento dei vincoli ambientali e paesaggistici di natura propedeutica**.

**Nelle aree con bassa pericolosità di erosione costiera (P1)**, sono consentiti gli interventi elencati all'**art. 11, comma 1, lettere a), b), c) delle NTA del PSEC del 2016**.

La realizzazione di opere e attività di trasformazione dello stato dei luoghi e quelle di carattere urbanistico ed edilizio, non rientranti tra quelle elencate all'art. 11, comma 1, lettere a), b), c) delle NTA del PSEC del 2016; **è consentita** previo adeguato studio di compatibilità dell'intervento (a firma congiunta geologo - ingegnere), rispetto al pericolo di erosione costiera e di inondazione per mareggiata, redatto in conformità alle Linee Guida dell'A.B.R. da sottoporre all'esame degli uffici competenti all'approvazione.



### **Classe III - Fattibilità con consistenti limitazioni:**

L'utilizzo di tali aree (in arancione) ai fini edificatori è localmente possibile, ma generalmente sconsigliabile. Si tratta di settori di territorio a **instabilità incerta**, entro i quali, possono risultare significativi i **fenomeni erosivi costieri** e di **inondazione per mareggiata**.

Rientrano in tale classe le **aree con media pericolosità di erosione costiera (P2), disciplinate dall'art. 10 delle NTA del PSEC del 2016. Sono pertanto ammissibili, in questa classe, solo le tipologie di interventi** previsti nel comma 1, lettere a), b), c), dell'art.10 delle NTA del **PSEC (2016)**.

Per gli interventi di cui al comma 1, lett. b) dell'art. 10 della NTA del PSEC, i relativi progetti presentati presso le Amministrazioni competenti all'approvazione dovranno essere corredati da un adeguato studio di compatibilità dell'intervento rispetto al pericolo di mareggiata redatto in conformità alle Linee Guida emanate dall'ABR.

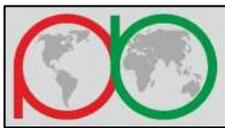
La realizzazione di opere e attività di trasformazione dello stato dei luoghi e quelle di carattere urbanistico ed edilizio, non rientranti tra quelle elencate all'art. 10 - comma 1 - lettere a), b), c) delle NTA del PSEC del 2016; **è consentita** previo adeguato studio di compatibilità dell'intervento (a firma congiunta geologo - ingegnere), rispetto al pericolo di erosione costiera e di inondazione per mareggiata, redatto in conformità alle Linee Guida dell'A.B.R. da sottoporre a parere dell'A.B.R..

Limitatamente a quelle aree per cui permangono interessi giustificati per la trasformazione urbanistica, l'utilizzo è inoltre subordinato alla realizzazione di supplementi di indagini geologico-tecniche in sito ed ambientali.

Tali studi, condotti di concerto con l'attività progettuale, consentono la scelta, eventuale, di opportuni interventi di difesa o di protezione, aventi, comunque, una rilevanza tecnico-economica non trascurabile, e finalizzati ad assicurare una affidabile e duratura stabilità locale e globale, sia dell'intervento edilizio proposto che dell'area circostante.

Nel rispetto delle NTC 18 e relativa circolare n.7/2019 nonché del D.P.R. 06.06.01 n°380 e della L.R. n.37/2015 e relativo R.R.n.15/2017, anche per queste aree, a maggior ragione sono richiesti obbligatoriamente, a corredo del progetto:

- Verifiche e calcoli condotte nei confronti del rischio potenziale di liquefazione nei terreni granulari, per via della presenza di falda ad una profondità non superiore a 15 m. dal p.c.
- La determinazione del  $V_{seq}$  (velocità equivalente delle onde di taglio), dovrà essere effettuata mediante indagini sismiche dirette e/o indirette (down hole, cross hole, cono sismico, masw, sasw, rifrazione in onde s, ecc.), escludendo la possibilità del riferimento ad indagini precedenti e/o eseguite in aree circostanti.
- Studi prescritti per il **superamento dei vincoli ambientali e paesaggistici di natura**



### **propedeutica.**

Questi insieme di indagini e studi sono finalizzati all'accertamento dell'esistenza o meno di condizioni geomorfologiche, idrogeologiche e geotecniche locali, avente carattere **preclusivo** nei confronti dell'intervento proposto.

**L'inesistenza di condizioni preclusive all'intervento dovrà essere apportata in apposita dichiarazione asseverata a corredo del progetto proposto.**

### **Classe IV - Fattibilità con gravi limitazioni:**

Si tratta di settori di territorio a **instabilità certa**. L'utilizzo, ai fini edificatori, delle aree che rientrano in questa classe **è generalmente vietato**. Risultano, altresì, ammissibili solo le tipologie di interventi previste nel PAI (Agg. 2011) e nel PSEC (2016).

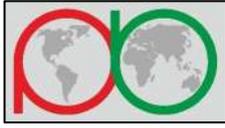
Ad ogni buon fine, ogni intervento proposto, qualora ammissibile dalla normativa PAI vigente per la Regione Calabria, sarà subordinato alla rigorosa osservazione degli *artt. 21 e 24 del PAI Agg.2011- Norme di Attuazione e Misure di Salvaguardia e dell'Art.9 delle Norme di Attuazione del PSEC 2016*.

Nelle aree con pericolo di inondazione (equiparata a rischio R4), **disciplinate dall'art. 21 delle Norme del PAI Agg. 2011; per gli interventi consentiti**, elencati al comma 2, lettera e) è prescritto adeguato studio idrologico-idraulico redatto in conformità alle specifiche tecniche e alle linee guida predisposte dall'ABR e dovrà, comunque, essere sottoposta a parere dell'ABR. **Per gli interventi consentiti**, elencati al comma 2, lettera g), i), j), l) dell'art. 21 delle Norme del PAI Agg. 2011, la progettazione presentata presso le Amministrazioni competenti all'approvazione, dovrà essere dotata di studio idrologico idraulico redatto in conformità alle specifiche tecniche e alle linee guida predisposte dall'ABR.

Per gli **interventi consentiti** di cui al comma 2 lettere a), b), c), d), f), g), h), i), j), k), l), dell'art. 21 delle Norme del PAI Agg. 2011, non è previsto il parere dell'ABR.

Nelle aree con elevata pericolosità di erosione costiera (P3), **disciplinate dall'art. 9 delle NTA del PSEC del 2016; per gli interventi consentiti**, elencati al comma 1 lettere c), d), e), f), g) dell'art.9 della NTA del PSEC 2016, è prescritto adeguato studio di compatibilità dell'intervento (a firma congiunta geologo - ingegnere), rispetto al pericolo di erosione costiera e di inondazione per mareggiata, redatto in conformità alle Linee Guida dell'ABR, da sottoporre a parere dell'ABR, che illustri gli aspetti morfo-dinamici costieri e dimostri che l'intervento in esame è stato progettato rispettando il criterio di ridurre le condizioni di rischio esistenti senza alterare significativamente l'equilibrio dell'unità fisiografica costiera.

**Nelle aree con elevata pericolosità di erosione costiera (P3), sono consentite:** Le strutture ed i complessi ricettivi esistenti e non rimovibili, il cui utilizzo è subordinato all'attuazione di un idoneo sistema di monitoraggio e di pre-allertamento per gli utenti

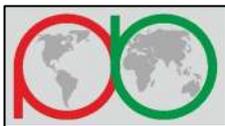


della struttura ricettiva.

Le attività che comportano utilizzo di strutture stagionali, amovibili e temporanee, sono subordinate all'attuazione di un idoneo sistema di monitoraggio e di pre-allertamento. Nei periodi in cui non vengono utilizzate, le predette strutture dovranno essere poste comunque in condizioni di sicurezza coordinate con il Piano di Protezione Civile Comunale.

Per gli interventi ammissibili dalla normativa PAI e PSEC si prescrive nel rispetto delle NTC 18 e relativa circolare n.7/2019 nonché del D.P.R. 06.06.01 n°380 e della L.R. n.37/2015 e relativo R.R.n.15/2017, obbligatoriamente, a corredo del progetto:

- Verifiche e calcoli condotte nei confronti del rischio potenziale di liquefazione nei terreni granulari, per via della presenza di falda ad una profondità non superiore a 15 m. dal p.c.
- La determinazione del  $V_{seq}$  (velocità equivalente delle onde di taglio), dovrà essere effettuata mediante indagini sismiche dirette e/o indirette (down hole, cross hole, cono sismico, masw, sasw, rifrazione in onde s, ecc.), escludendo la possibilità del riferimento ad indagini precedenti e/o eseguite in aree circostanti.
- Studi prescritti per il **superamento dei vincoli ambientali e paesaggistici di natura propedeutica.**



## 8 - CONCLUSIONI

Lo sviluppo dello studio geomorfologico per il PCS dell'area demaniale marittima del comune di San Ferdinando (RC) ha consentito di costruire uno strumento cartografico di sintesi in cui è stata operata una discriminazione ragionata delle aree del territorio comunale diversamente caratterizzate sotto il profilo della pericolosità per erosione costiera, geomorfologica, idrogeologica e geologica in generale, in ottica principalmente morfodinamica ma anche sismica, con distinzione e graduazione delle condizioni che influenzano, da un livello massimo (fattori escludenti) ad uno minimo (fattori limitanti, fattori favorevoli) le scelte dello strumento urbanistico.

Tale cartografia redatta alla stessa scala del piano (1:2.000), su base topografica C.T.R., suddivide il territorio, in tre principali zone, in termini di fattibilità edificatoria, conformemente alla normativa Regionale.

### ***Classe I - Fattibilità senza particolari limitazioni:***

Nel territorio demaniale marittimo in esame, oggetto di Piano Comunale di Spiaggia, **non sono state individuate aree ascrivibili a tale classe**, ossia, a **stabilità certa**, non interessate da fenomeni di dissesto in atto o potenziali, sia per erosione costiera che per inondazione né soggette a potenziali fenomeni cosismici né soggette a vincoli ed a limitazioni d'uso.

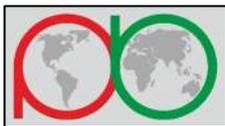
### ***Classe II - Fattibilità con modeste limitazioni:***

In questa classe ricadono le aree (in giallo) nelle quali *sono state rilevate condizioni di carattere geologico-tecnico-ambientale limitative all'urbanizzazione; per superare le quali si rendono necessari accorgimenti ed interventi di non rilevante incidenza tecnico-economica* precisabili in fase esecutiva sulla base di approfondimenti di carattere geologico-tecnico-ambientale.

### ***Classe III - Fattibilità con consistenti limitazioni:***

Tali aree (in colore arancione) comprendono zone ***a instabilità incerta***. *L'utilizzo di queste zone è generalmente sconsigliabile*. Limitatamente a quelle aree per cui permangono interessi giustificati per la trasformazione urbanistica, l'utilizzo è subordinato alla realizzazione di supplementi di indagini geologico-tecniche in sito ed ambientali.

***L'inesistenza di condizioni preclusive all'intervento dovrà essere apporata in apposita dichiarazione asseverata a corredo del progetto proposto.***



**Classe IV- Fattibilità con gravi limitazioni:**

*Si tratta di settori di territorio a instabilità certa.* L'utilizzo, ai fini edificatori, delle aree che rientrano in questa classe **è generalmente vietato**. Risultano, altresì, ammissibili solo le tipologie di interventi previste nel PAI (Agg. 2011) e nel PSEC (2016).

Ad ogni buon fine, ogni intervento proposto, qualora ammissibile dalla normativa PAI e PSEC vigente per la Regione Calabria, sarà subordinato alla rigorosa osservazione degli artt. 21 e 24 del PAI Agg.2011- Norme di Attuazione e Misure di Salvaguardia e dell' Art.9 delle Norme di Attuazione del PSEC 2016.

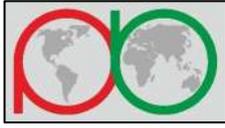
Conformemente ai "contenuti minimi degli studi geomorfologici per i differenti livelli di pianificazione - Decreto Dirigenziale n.507 del 30.01.2015"; la presente Relazione Geomorfologica viene corredata da una proposta di normativa geologico-tecnica-ambientale, da inserire nelle **Norme Tecniche di Attuazione di Piano**, del quale formeranno parte formale e sostanziale.

Tanto ad espletamento dell'incarico

*San Ferdinando (RC) Settembre 2020*

*Il Geologo incaricato:  
Dott. Amato Pagliaro*





## 9 - BIBLIOGRAFIA

AA.VV. *Carta geologica della Calabria - 1:25.000 - Foglio 246 - III N.O.; Foglio 245 - I S.E. e II N.E.*

AMMINISTRAZIONE PROVINCIALE DI REGGIO CALABRIA (2010) - *Piano territoriale di coordinamento. - PTCP*

AMODIO MORELLI L., BONARDI G., COLONNA V., DIETRICH D., GIUNTA G., IPPOLITO F., LIGUORI V., LORENZONI S., PAGLIONICO A., PERRONE V., PICCARRETA G., RUSSO M., SCANDONE P., ZANETTIN LORENZONI E., ZUPPETTA A. (1976) - *L'arco calabro-peloritano nell'orogene appenninico-maghrebide*. Mem. Soc. Geol. It., 17, 1-60.

AUTORITÀ DI BACINO REGIONE CALABRIA (2011-2016) - *Piano stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico della Regione Calabria e Piano stralcio per l'erosione costiera della Regione Calabria*. Varie

BARBANO M.S., COSENTINO M., LOMBARDO G., PATANÈ G. (1980) - *Isoseimalmap of Calabrian and Sicily earthquakes*. Catania University, Earth Science Department, Paper n° 341.

BONARDI G., GIUNTA G., PERRONE V., RUSSO M., ZUPPETTA A., CIAMPO G. (1980) - *Osservazioni sull'evoluzione miocenica dell'Arco calabro-peloritano nel Miocene Inferiore: la Formazione di Stilo-Capo d'Orlando*. Boll. Soc. Geol. It., **99**, 365-393.

CENTRO FUNZIONALE MULTIRISCHI DELLA CALABRIA - [www.cfcalabria.it](http://www.cfcalabria.it)

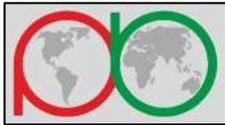
DE MARIA D., CICCONE G. (2019) - *Studio di Microzonazione Sismica di Livello 1 del territorio del Comune di San Ferdinando (RC)*

DE MARTONNE E. (1926) - *Areisme et indice d'aridite*. CR Acad. Sci.

GALLI P., BOSI V. (2002) - *Paleoseismology along the Cittanova fault: implications for seismotectonics and earthquake recurrence in Calabria (southern Italy)*. J. Geophys. Res., 107 (B3),

GHISETTI F. (1979) - *Evoluzione tettonica dei principali sistemi di faglie della Calabria centrale* - Boll. Soc. Geol. It., **98**, 387-430

GHISETTI F. (1980) - *Caratterizzazione dei blocchi della Calabria meridionale in base alle velocità di sollevamento nel Plio-Pleistocene: una proposta di zonazione neotettonica*. Contributo



alla real. Della Carta Neotettonica d'Italia - CNR, Prog. Fin. Geodinamica, pubbl. n° 356, 775-809.

GHISSETTI F., VEZZANI L. (1982) - *Different styles of deformation in the Calabrian Arc (southern Italy): implication for a seismotectonic zoning*. Tectonophysics, 25, 149-165.

GUERRICCHIO A., BIAMONTE V., MASTROMATTEI M., PONTE M., SIMEONE V. & ZIMMARO S. (2000) - *Deformazioni gravitative profonde nel territorio di Rosarno (RC) indotte da fenomeni di liquefazione delle sabbie dal "terremoto delle Calabrie" del 1783*. Atti 21° Corso di Aggiornamento in Tecniche per la Difesa dall'Inquinamento. Guardia Piemontese Terme (CS), 21-24 Giugno 2000, Ed. BIOS.

GRUPPO DI LAVORO CPTI (2004) - *Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani*. ING, GNDT, SGA, SSN, Bologna 1999, 92 pp.

MANTOVANI E. (1985) - *La sismicità in Italia*. Le Scienze, 203,35: 24-31.

MONACO C., TORTORICI L., NICOLICH R., CERNOBORI L., COSTA M. (1996) - *From collisional to rifted basins: an example from the southern Calabrian arc (Italy)*. Tectonophysics, 266, 233-249.

REGIONE CALABRIA (2002) - *Linee guida della pianificazione regionale in attuazione della legge urbanistica della Calabria n.19 del 2002*. Scheda tecnica II: La componente geologica per il P.S.C.

REGIONE CALABRIA (2009) - *Quadro Territoriale Regionale Paesaggistico*

REGIONE CALABRIA - *Piano di tutela delle acque della Calabria*.

ROMEO R.W., DELFINO L. (1997) - *Catalogo nazionale degli effetti deformativi del suolo indotti da forti terremoti*. Rapporto tecnico SSN/RT/97/04, Roma, Maggio, 38 pp.

SCANDONE P., GIUNTA G., LIGUORI V. (1974) - *The connection between the Apulia and Sahara continental margins in the Southern Appennines and in Sicily*. 24° Congrès-Assemblée Plenaire C.I.E.S.M. Com. Géol. Géoph. Marines, Montecarlo 4-6 Dic. 1974.

TORTORICI L., MONACO C., TANSI C., COCINA O. (1995) - *Recent and active tectonics in the Calabrian arc (Southern Italy)*. Tectonophysics, 243, 37-55.

VALENSISE G., PANTOSTI D., D'ADDEZIO G., CINTI F.R., CUCCI L. (1993) - *L'identificazione e la caratterizzazione di faglie sismogenetiche nell'Appennino centro-meridionale e nell'arco calabro: nuovi risultati e ipotesi interpretative*. Atti del 12° Convegno del GNGTS, Roma 24-26 novembre 1993, vol. I, 331-342.