

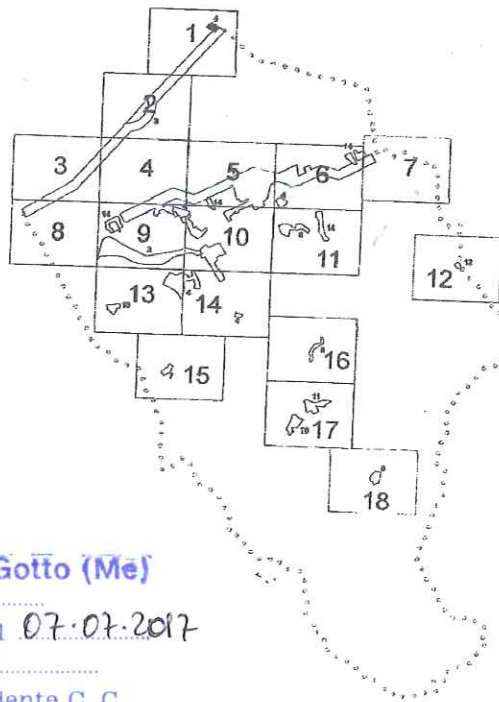
ALL. 1B

# COMUNE DI BARCELLONA POZZO DI GOTTO

PROVINCIA DI MESSINA

Studio geologico integrativo – Prescrizioni esecutive  
(PP.EE.) del P.R.G.

(Circ. n°3/DRA/ del 20/06/2014 emanata dall'Arta)



Comune di Barcellona Pozzo di Gotto (Me)

ALLEGATO N. 1B

Alla delibera Consiliare N. 40 del 07.07.2017

Barcellona P. G., li

Il Segretario Generale Il Presidente C. C.

Barcellona P.G.  
21/04/2016

Prof. Geol. Fabio Lentini

Ordine Regionale dei Geologi Sicilia 3.168



# INDICE

## I - PREMESSA

## II - ANALISI DELLE AREE OGGETTO DI PRESCRIZIONI ESECUTIVE

### 1. PORTOSALVO

- 1.1. Lineamenti morfologici e caratteri geologici
  - Caratteristiche idrogeologiche
- 1.3. Caratteristiche tecniche dei terreni desunte dalle indagini geognostiche
- 1.4. Pericolosità sismica
  - 1.4.1. Indagini integrative previste dall'Allegato A fase (B) strumenti urbanistici attuativi – fase di dettaglio (B2)
- 1.5. Pericolosità geologica

### 2. ZONA GALA (Centro-Monastero)

- 2.1. Lineamenti morfologici e caratteri geologici
  - Caratteristiche idrogeologiche
- 2.3. Caratteristiche tecniche dei terreni desunte dalle indagini geognostiche
  - 2.3.1. Caratteristiche tecniche dei terreni desunte dalle indagini geognostiche ("Gala Centro")
  - 2.3.2. Caratteristiche tecniche dei terreni desunte dalle indagini geognostiche ("Gala Monastero")
- 2.4. Pericolosità sismica
  - 2.4.1. Indagini integrative previste dall'Allegato A fase (B) strumenti urbanistici attuativi - fase di dettaglio (B2)  
(Zona Gala Monastero- Gala Centro)
- 2.5. Pericolosità geologica

### 3. ZONA S.PAULO - CANNISTRÀ

- 3.1. Lineamenti morfologici e caratteri geologici
- 3.2. Caratteristiche idrogeologiche
- 3.3. Caratteristiche tecniche dei terreni desunte dalle indagini geognostiche
- 3.4. Pericolosità sismica
  - 3.4.1. Indagini integrative previste dall'Allegato A fase (B) strumenti urbanistici attuativi - fase di dettaglio(B2)
- 3.5. Pericolosità geologica

#### **4. FEMMINAMORTA**

- 4.1. Lineamenti morfologici e caratteri geologici
- 4.2. Caratteristiche idrogeologiche
- 4.3. Caratteristiche tecniche dei terreni desunte dalle indagini geognostiche
- 4.4. Pericolosità sismica
- 4.5. Pericolosità geologica

#### **• MIGLIARDO**

- Lineamenti morfologici e caratteri geologici
- Caratteristiche idrogeologiche
- 5.3. Caratteristiche tecniche dei terreni desunte dalle indagini geognostiche
- 5.4. Pericolosità sismica
- 5.4.1. Indagini integrative previste dall'Allegato A fase (B) strumenti urbanistici attuativi - fase di dettaglio (B2)
- 5.5. Pericolosità geologica

#### **• ZONA ACQUAFICARA**

- 6.1. Lineamenti morfologici e caratteri geologici
- 6.2. Caratteristiche idrogeologiche
- 6.3. Caratteristiche tecniche dei terreni desunte dalle indagini geognostiche
- 6.4. Pericolosità sismica
- 6.4.1. Indagini integrative previste dall'Allegato A fase (B) strumenti urbanistici attuativi - fase di dettaglio (B2)
- 6.5. Pericolosità geologica

#### **• ZONA NASARI**

- 7.1. Lineamenti morfologici e caratteri geologici
- 7.2. Caratteristiche idrogeologiche
- 7.3. Caratteristiche tecniche dei terreni desunte dalle indagini geognostiche
- 7.4. Pericolosità sismica
- 7.4.1. Indagini integrative previste dall'Allegato A fase (B) strumenti urbanistici attuativi - fase di dettaglio (B2)
- 7.5. Pericolosità geologica

#### **8. SANTE-BATTIFOGLIA E MARE-BATTIFOGLIA**

##### **8.1. Mare - Battifoglia**

- 8.1.1. Lineamenti morfologici e caratteri geologici
- 8.1.2. Caratteristiche idrogeologiche
- 8.1.3. Caratteristiche tecniche dei terreni desunte dalle indagini geognostiche

8.1.4. Pericolosità sismica

8.1.4.1. Indagini integrative previste dall'Allegato A fase (B) strumenti urbanistici attuativi - fase di dettaglio (B2)

8.1.5. Pericolosità geologica

**8.2. Zona Sante – Battifoglia**

8.2.1. Indagini integrative previste dall'Allegato A fase (B) strumenti urbanistici attuativi - fase di dettaglio (B2)

8.2.2. Pericolosità geologica

**9. PARCO LINEARE-CENTRO – QUATTALARI CENTINEO, CHIESA BASILIANI**

9.1. Lineamenti morfologici e caratteri geologici

9.2. Caratteristiche idrogeologiche

9.3. Caratteristiche tecniche dei terreni desunte dalle indagini geognostiche

9.4. Pericolosità sismica

9.4.1. Indagini integrative previste dall'Allegato A fase (B) strumenti urbanistici attuativi - fase di dettaglio (B2)

9.5. Pericolosità geologica

**10. PARCO LINEARE-CHIESA BASILIANI-IMMACOLATA-FORNACE CAVALIERE (POZZO DI GOTTO)- CARMINE CAPPUCCINI**

**10.1. Zona della Chiesa Basiliani Immacolata**

10.1.1. Lineamenti morfologici e caratteri geologici

10.1.2. Caratteristiche idrogeologiche

10.1.3. Caratteristiche tecniche dei terreni desunte dalle indagini geognostiche

10.1.4. Pericolosità sismica

10.1.4.1. Indagini integrative previste dall'Allegato A fase (B) strumenti urbanistici attuativi - fase di dettaglio (B2)

10.1.5. Pericolosità geologica

**10.2. Zona Fornace Cavaliere (Pozzo di Gotto)**

10.2.1. Lineamenti morfologici e caratteri geologici

10.2.2. Caratteristiche idrogeologiche

10.2.3. Caratteristiche tecniche dei terreni desunte dalle indagini geognostiche

10.2.4. Pericolosità sismica

10.2.4.1. Indagini integrative previste dall'Allegato A fase (B) strumenti urbanistici attuativi - fase di dettaglio (B2)

10.2.5. Pericolosità geologica, prescrizioni ed indicazioni esecutive

**10.3. Zona Carmine-Cappuccini**

10.3.1. Lineamenti morfologici e caratteri geologici

- 10.3.2. Caratteristiche idrogeologiche
- 10.3.3. Caratteristiche tecniche dei terreni desunte dalle indagini geognostiche
- 10.3.4. Pericolosità sismica
- 10.3.4.1. Indagini integrative previste dall'Allegato A fase (B) strumenti urbanistici attuativi - fase di dettaglio (B2)
- 10.3.5. Pericolosità geologica

#### **11. ASSE ATTREZZATO – PARCO LINEARE – S.ANTONINO**

- 11.1. Lineamenti morfologici e caratteri geologici
- 11.2. Caratteristiche idrogeologiche
- 11.3. Caratteristiche tecniche dei terreni desunte dalle indagini geognostiche
- 11.4. Pericolosità sismica
- 11.4.1. Indagini integrative previste dall'Allegato A fase (B) strumenti urbanistici attuativi - fase di dettaglio (B2)
- 11.5. Pericolosità geologica

#### **12. ZONA ASSE ATTREZZATO – PARCO LINEARE – CONTRADA S.ANDREA**

- 12.1. Lineamenti morfologici e caratteri geologici
- 12.2. Caratteristiche idrogeologiche
- 12.3. Caratteristiche tecniche dei terreni desunte dalle indagini geognostiche
- 12.4. Pericolosità sismica
- 12.4.1. Indagini integrative previste dall'Allegato A fase (B) strumenti urbanistici attuativi - fase di dettaglio (B2)
- 12.5. Pericolosità geologica

#### **13. ZONA ASSE ATTREZZATO – PARCO LINEARE – PETRARO-ORETO**

- 13.1. Lineamenti morfologici e caratteri geologici
- 13.2. Caratteristiche idrogeologiche
- 13.3. Caratteristiche tecniche dei terreni desunte dalle indagini geognostiche
- 13.4.1. Indagini integrative previste dall'Allegato A fase (B) strumenti urbanistici attuativi - fase di dettaglio (B2)
- 13.5. Pericolosità geologica

### **III - PRESCRIZIONI ED INDICAZIONI ESECUTIVE DELLE AREE OGGETTO DEI P.P.**

## I - PREMESSA

Con Determinazione Dirigenziale n° 621 del 30.11.2015 Reg. Generale n. 2640 del 10.12.2015 il Comune di Barcellona Pozzo di Gotto ha affidato allo scrivente Prof. Geologo Fabio Lentini l'incarico di eseguire lo Studio Geologico Integrativo – Prescrizioni esecutive (PP.EE.) del P.R.G. (Circ. n°3/DRA/ del 20/06/2014 emanata dall'Arta) inerente i piani particolareggiati di alcuni settori del territorio comunale, con il compito di rispondere alle nuove norme dettate dall'Assessorato Regionale Territorio ed Ambiente in materia di piani regolatori.

In particolare si è adeguato lo studio geologico, effettuato nell'anno 1999 per le Prescrizioni Esecutive del Comune di Barcellona P.G., ai contenuti della Circolare n°3/DRA/ del 20/06/2014 emanata dall'ARTA con particolare riferimento alla sezione (B) strumenti urbanistici attuativi fase di dettaglio (B2) per come richiesto dalla nota n. 53994 del 10/11/2014 fatta pervenire al Comune di Barcellona Pozzo di Gotto da parte del Servizio Ufficio del Genio Civile di Messina U.O.6.

Oltre alle indagini integrative (B2a), per le variazioni apportate alle aree perimetrate ricadenti nei nuovi Piani Particolareggiati, sono state aggiornate le cartografie di analisi (B2b) in scala 1:2.000 (*Carta Geologica, Litotecnica, Geomorfologica, Idrogeologica*) e le cartografie di sintesi (B2c) *delle prescrizioni ed indicazioni esecutive*.

Quanto sopra ha comportato ulteriori rilievi geologici sul terreno, i cui risultati hanno evidenziato un nuovo studio geologico integrativo e supplementare, che integra e sostituisce in parte quello già effettuato nel 1999.

Va inoltre sottolineato che i rilievi geologici condotti sulle nuove aree alla scala 1:2.000 hanno incontrato talora notevoli difficoltà a causa delle coperture detritiche, della fitta vegetazione e dell'intensa urbanizzazione (v. per es. zona Gala, S. Paolo ecc.), che non hanno consentito una diretta osservazione delle caratteristiche litologiche e strutturali; si consiglia pertanto, in fase di progettazione esecutiva, una verifica puntuale delle caratteristiche geologiche dei siti, su cui edificare o realizzare infrastrutture. In particolare, laddove si presume la presenza di una faglia, magari sepolta, per spiegare alcune anomalie sul terreno e riportata in carta come "faglia presunta", si consiglia di eseguire specifici studi al fine di determinare con maggiore precisione l'esistenza e la localizzazione di tale struttura tettonica e di definirne l'effettiva pericolosità, onde istituire eventuali fasce di rispetto.

Sono state eseguite delle indagini geofisiche integrative (Fase B2a) dentro le nuove perimetrazioni assegnate per i Piani Particolareggiati.

I dati ricavati dalle indagini geognostiche, sia quelle effettuate nel 1999 che quelle integrative effettuate nel 2016, sono serviti a redigere la seguente relazione geologica finale esecutiva.

Inoltre sono stati presi in considerazione i dati di alcuni interventi di consolidamento eseguiti nelle vicinanze dei siti collinari del Comune.

Gli studi e le indagini descritte più avanti forniscono le informazioni sulle caratteristiche geologiche del territorio utilizzabili in sede di adeguamento dello strumento urbanistico attuativo, ma non possono sostituire gli studi geologici specifici inerenti ai singoli progetti di nuova edificazione, di demolizione e ricostruzione e di miglioramento ed adeguamento sismico.

Gli studi geologici dei singoli progetti esecutivi, infatti, costituendo parte integrante degli atti progettuali (D.Lgs. n. 163/2006, coordinato con le norme della legge regionale n. 12/2011 e ss.mm. e ii.), devono tenere conto delle prescrizioni degli strumenti urbanistici, ed essere redatti in funzione delle caratteristiche specifiche del sito.

Il presente studio geologico propedeutico allo strumento urbanistico è finalizzato quindi a fornire un quadro conoscitivo sufficiente per illustrare le caratteristiche geologiche del territorio in esame e identificare le situazioni locali che presentino livelli di pericolosità geologica tali da poter influenzare, in modo significativo, le scelte degli strumenti urbanistici e indicare le prescrizioni e gli accorgimenti tecnici, affinché tali condizioni di pericolosità non si aggravino o si manifestino nelle zone di nuova urbanizzazione perimetrate nei Piani Particolareggiati.

L'identificazione delle situazioni di pericolosità geologica sono state valutate in relazione ai potenziali effetti sugli usi previsti e sono state analizzate nella cartografia di sintesi, per essere tenute in considerazione nelle scelte di pianificazione dello Strumento Urbanistico Attuativo del Comune di Barcellona P.G..

La finalità principale è quindi quella di evitare che le nuove urbanizzazioni vadano ad aggravare le condizioni geologiche, che determinano evoluzioni morfologiche incompatibili con gli usi antropici. Infatti, nei casi di impossibilità di delocalizzazioni, dovranno essere gli studi geologici ad indicare le misure preventive per ridurre gli effetti degli impatti.

La presente relazione si propone così di identificare le situazioni locali, che presentino livelli di pericolosità geologica e sismica tali da poter influenzare, in modo significativo, le scelte degli strumenti urbanistici.

Allo scopo, le indagini effettuate nel 1999 erano state indirizzate e dimensionate nelle zone ricadenti all'interno delle "vecchie perimetrazioni" oggetto di prescrizioni esecutive, ove si erano già ampiamente approfondite le problematiche connesse con la pericolosità sismica locale e/o geologica (amplificazioni del moto del suolo, instabilità e/o cedimenti, particolari situazioni morfologiche, fenomeni di liquefazione, etc.), in accordo con quanto previsto dai D.M. 21/1/81 e 11/3/88.

Per integrare lo studio geologico per le Prescrizioni Esecutive del Comune di Barcellona P.G. secondo quanto previsto dai contenuti della Circolare n°3/DRA/ del 20/06/2014 emanata dall'ARTA, sono state eseguite delle indagini geofisiche integrative (Fase B2a) dentro le nuove perimetrazioni assegnate per i Piani Particolareggiati.

Specificatamente si sono eseguite indagini sismiche attive di tipo MASW (Multichannel Analysis of Surface Wave) e indagini sismiche a rifrazione.

Correlando opportunamente i dati ricavati dalle indagini geognostiche effettuate nel 1999 e quelle integrative effettuate nel 2016, si è potuto redigere la seguente relazione geologica finale esecutiva, che si deve intendere anche sostitutiva della precedente Relazione Geologica del 1999.

Pertanto dello studio geologico effettuato nel 1999 restano soltanto i seguenti allegati allora consegnati e quindi facenti parte degli allegati necessari per la presente integrazione:

- ALLEGATO A (1999) - INDAGINI GEOGNOSTICHE (sondaggi meccanici e prove penetrometriche);
- ALLEGATO B(1999) – INDAGINI SISMICHE ED ELETTRICHE;
- ALLEGATO C(1999) - ANALISI GEOTECNICHE DI LABORATORIO;
- STUDIO GEOLOGICO DEI PIANI PARTICOLAREGGIATI (PARCO COSTIERO) eseguito dal Dott. Scilipoti.

La base topografica utilizzata per l'elaborazione delle carte allegate è quella fornita dall'Amministrazione comunale e riferibile al rilievo fotogrammetrico del 1997. Essa è costituita da n°18 sezioni in scala 1:2.000, che coprono per intero quella parte del territorio comunale oggetto di prescrizioni esecutive.

In base al rilevamento geologico delle aree in studio, eseguito in scala 1:2.000 e con tutti i dati ottenuti dalle indagini geognostiche effettuate nel 1999 e nel 2016, è stato possibile aggiornare la "**Fase di Dettaglio B2**" dell'Allegato A della Circ. n°3/DRA/ del 20/06/2014.

Le condizioni geologiche generali dell'intero territorio comunale sono state ampiamente già trattate nello studio geologico del P.R.G. eseguito in scala 1:10.000 e non si ritiene necessario ripeterle in questa sede.

Visto che le zone oggetto di studio sono molto disarticolate, come posizione sul territorio comunale, si è preferito descrivere lo studio geologico – tecnico, trattando gli argomenti così come segue per ogni singola area oggetto di Prescrizioni Esecutive:

- Lineamenti morfologici e caratteri geologici

## 2- Caratteristiche idrogeologiche

## 3- Caratteristiche tecniche dei terreni desunte dalle indagini geognostiche

## 4- Pericolosità sismica

### 4.1. -Indagini integrative previste dall'Allegato A fase (B) strumenti urbanistici attuativi - fase di dettaglio (B2)

## 5 - Pericolosità geologica

Le aree oggetto di prescrizioni esecutive indicate dall'Amministrazione Comunale sono le seguenti ZONE:

PORTOSALVO	Tavv. A1-B1-C1-D1-E1-F1
GALA (Centro-Monastero)	“ “
S.PAOLO - CANNISTRA'	“ “
FEMMINAMORTA	“ “
MIGLIARDO	“ “
ACQUAFICARA	“ “
NASARI	“ “

SANTE-BATTIFOGLIA	Tavv. A2-B2-C2-D2-E2-F2
MARE-BATTIFOGLIA	Tavv. A3-B3-C3-D3-E3-F3
PARCO LINEARE-CENTRO- QUATTALARI-CENTINEO-CHIESA BASILIANI	Tavv. A4-B4-C4-D4-E4-F4
PARCO LINEARE-CHIESA BASILIANI- IMMACOLATA – FORNACE CAVALIERE- – CARMINE CAPPUCCINI	Tavv. A5-B5-C5-D5-E5-F5
ASSE ATTREZZATO – PARCO LINEARE- – S.ANTONINO	Tavv. A6-B6-C6-D6-E6-F6
ASSE ATTREZZATO – PARCO LINEARE – -S.ANDREA	Tavv. A7-B7-C7-D7-E7-F7
ASSE ATTREZZATO – PARCO LINEARE – - PETRARO-ORETO	Tavv. A8-B8-C8-D8-E8-F8

Di seguito si riporta l'ID delle tavole prodotte secondo la circolare ARTA 3/DRA "*Strumenti Urbanistici Attuativi Fase B*":

### **Fase preliminare - dettaglio**

- ***RACCOLTA DATI INDAGINI (B1a)***
- ***INDAGINI INTEGRATIVE (B2a)***
  - CARTA DELLE INDAGINI (scala 1:2000), codificate da: D1 a D8

### **Fase di dettaglio**

- ***CARTOGRAFIE DI ANALISI (B2b)***
  - CARTA GEOLOGICA (scala 1:2000), codificate da: A1 a A8
  - CARTA IDROGEOLOGICA (scala 1:2000), codificate da: B1 a B8
  - CARTA GEOMORFOLOGICA (scala 1:2000), codificate da: C1 a C8
  - CARTA LITOTECNICA (scala 1:2000), codificate da: E1 a E8



- **CARTOGRAFIE DI SINTESI (B2c)**
  - CARTA DELLE PRESCRIZIONI ED INDICAZIONI ESECUTIVE (scala 1:2000),  
codificate da: F1 a F8

Fanno anche parte della presente integrazione gli allegati dello studio geologico effettuato nel 1999, già consegnati e in possesso dell'Amministrazione Comunale che sono:

- ALLEGATO A (1999) - INDAGINI GEOGNOSTICHE (sondaggi meccanici e prove penetrometriche);
- ALLEGATO B (1999) – INDAGINI SISMICHE ED ELETTRICHE;
- ALLEGATO C (1999) - ANALISI GEOTECNICHE DI LABORATORIO.
- INDAGINI INTEGRATIVE – RAPPORTO TECNICO DI PROVA: Indagini sismiche (Fase B2a)

## **II - ANALISI DELLE AREE OGGETTO DI PRESCRIZIONI ESECUTIVE**

- **PORTOSALVO**

Studio Geologico Particolareggiato anno 1999 integrato alle Prescrizioni esecutive (PP.EE.) del P.R.G. (Circ. n°3/DRA/ del 20/06/2014 emanata dall'ARTA)

*Allegato A fase (B) strumenti urbanistici attuativi - fase di dettaglio (B2) Scala 1:2.000*

Allegati:	<b>A1</b> (CARTA GEOLOGICA)
"	<b>B1</b> (CARTA IDROGEOLOGICA)
"	<b>C1</b> (CARTA GEOMORFOLOGICA)
"	<b>D1</b> (CARTA DELLE INDAGINI)
"	<b>E1</b> (CARTA LITOTECNICA)
"	<b>F1</b> (CARTA DELLE PRESCRIZIONI ED INDICAZIONI ESECUTIVE)

- **Lineamenti morfologici e caratteri geologici**

Per riconoscere la litologia e le caratteristiche geotecniche dei terreni fino a 18m dal p.c. e dei dati sufficienti alla definizione delle caratteristiche geo-strutturali dell'area in oggetto, nell'anno 1999 è stato necessario effettuare un rilievo geologico di dettaglio esteso al di fuori dell'area di stretto interesse . Si sono eseguite una prova penetrometrica dinamica e continua P36 (1999) e una traversa sismica a rifrazione T8 (1999).

Quest'area ricade nella tavoletta in scala 1:25.000 denominata Barcellona P.G. del Foglio 253 II° N.E. della carta d'Italia edita dall'I.G.M. ed è ubicata nella fascia collinare barcellonese a quota 89-100m s.l.m. .

L'area è caratterizzata da una successione stratigrafica costituita dal basso verso l'alto da Calcareni e Sabbie della Formazione di Rometta (Pliocene sup. – Pleistocene inf.), dalle Ghiaie e Sabbie di Messina (Pleistocene medio) e da un deposito terrazzato del Pleistocene superiore, attribuibile ad un ambiente marino litorale o di piana costiera, che testimonia uno stazionamento marino avvenuto nel Pleistocene superiore, cui ha fatto seguito un sollevamento relativo dell'area (o abbassamento del livello marino). Ciò è avvenuto in tempi geologici recenti ed è collegato ai movimenti neotettonici dell'area tirrenica. L'area ricade quasi interamente in questo deposito terrazzato, costituito da ghiaie a matrice sabbiosa e da suoli, posto a quota variabile attorno ai 95-97 m s.l.m. Considerata l'alta erodibilità di questo litotipo è consigliabile, specialmente nelle zone più acclivi, canalizzare in maniera tecnicamente corretta le acque meteoriche nell'area, che sarà modificata da interventi antropici.

Dal punto di vista geomorfologico la zona è costituita da un "plateau", con margini acclivi in corrispondenza delle Calcareni e Sabbie e un po' meno nelle Ghiaie e Sabbie di Messina, e una vasta area subpianeggiante in corrispondenza dei depositi terrazzati, sulla quale insiste la perimetrazione. Per quanto concerne l'idrografia, non sono da segnalare solchi o canali di erosione che potrebbero essere di pregiudizio per l'area in esame. Tuttavia sono da tenere sotto controllo le estremità settentrionale e meridionale della perimetrazione, perché molto prossimi al ciglio della scarpata, onde evitare che il bordo possa subire un arretramento dovuto ai processi erosivi.

Sotto il profilo strutturale, non si sono rinvenute faglie che possano essere di pregiudizio per la stabilità dell'area, nonché dal punto di vista sismico.

Sotto il profilo strutturale, non si sono rinvenute faglie che possono essere di pregiudizio per la stabilità dell'area dal punto di vista sismico; per quanto riguarda i caratteri idrografici, non sono da segnalare solchi o canali di erosione che potrebbero essere di pregiudizio per l'area in esame.

Il rilievo geologico di superficie e l'esecuzione delle indagini geognostiche hanno permesso di rilevare e suddividere l'area in fasce omogenee per composizione granulometrica e comportamento geomeccanico; tale suddivisione in fasce omogenee è ampiamente descritta nella carta litotecnica "Zona Portosalvo".

- Caratteristiche idrogeologiche

In questa fase non è stato possibile approfondire lo studio idrogeologico, perché l'accesso ai luoghi è stato limitato da alcuni proprietari dei fondi sui quali andavano fatte delle indagini.

Certo è che considerata l'alta permeabilità di tutte le formazioni affioranti, è presente presumibilmente una falda libera, a un centinaio di metri a livello del Torrente Termini.

Queste condizioni idrogeologiche danno una discreta importanza a questa eventuale falda libera.

- Caratteristiche tecniche dei terreni desunte dalle indagini geognostiche

Le caratteristiche tecniche dei terreni di quest'area sono state desunte dall'esecuzione delle seguenti indagini geognostiche eseguite nell'anno 1999 in un'altra area poco vicina:

N°2 Prove penetrometriche continue dinamiche: P35-P36;

N°1 Base sismica a rifrazione: T8;

La perimetrazione attuale, si inquadra sullo stesso tipo di depositi investigati nel 1999, e pertanto i dati vengono utilizzati anche per definire le caratteristiche geotecniche e sismiche del sito.

È stato possibile effettuare una zonizzazione delle caratteristiche geotecniche che è stata espressa in dettaglio nella carta litotecnica "Zona Portosalvo" Allegato E1.

Sono state distinte le seguenti zone ritenute omogenee dal punto di vista geotecnico:

Depositi di limi sabbiosi e sabbie:

-Peso di volume = 1,8 t/m<sup>3</sup> ;

-Angolo di attrito interno = 25°;

-Coesione c = 0,20 t/m<sup>2</sup> ;

-Densità relativa  $D_r = 70\%$ .

- Pericolosità sismica

Le caratteristiche sismiche dei terreni di quest'area sono state desunte dal rilievo geologico, nonché dall'esecuzione delle indagini sismiche consistenti in :

N°1 Base sismica a rifrazione: T8 (anno 1999);

Sono state distinte le seguenti zone ritenute omogenee dal punto di vista elastico-dinamico:

*Zone di affioramento delle Ghiaie e Sabbie di Messina:*

In appoggio stratigrafico sulle Calcareni presentano un contrasto di velocità di onde sismiche piuttosto accentuato, per cui si potrebbero avere delle amplificazioni sismiche locali; lo spettro elastico normalizzato di accelerazioni per condizioni locali è di tipo S1.

Si possono così attribuire i seguenti parametri elastici:

Da 0 a 2 m dal p.c.

-Velocità delle onde P  $V_p = 314 \text{ m/sec}$  ;

-Velocità delle onde S  $V_s = 125 \text{ m/sec}$  ;

-Modulo di taglio  $= 3E+02 \text{ Kg/cm}^2$

-Modulo di Young  $E = 8,4E+02 \text{ Kg/cm}^2$

-Modulo di Incompressibilità  $K = 1,4E+03 \text{ Kg/cm}^2$

-Rigidità o impedenza sismica  $R=0,22$

-Coefficiente di fondazione  $=1.2$

Da 2 a 18 m dal p.c.

-Velocità delle onde P  $V_p = 766 \text{ m/sec}$  ;

-Velocità delle onde S  $V_s = 244 \text{ m/sec}$  ;

-Modulo di taglio  $= 1,1E+03 \text{ Kg/cm}^2$

-Modulo di Young  $E = 9,2E+03 \text{ Kg/cm}^2$

-Modulo di Incompressibilità  $K = 3,3E+03 \text{ Kg/cm}^2$

-Rigidità o impedenza sismica  $R=0,43$

-Coefficiente di fondazione  $=1.2$

- Indagini integrative previste dall'Allegato A fase (B) strumenti urbanistici attuativi – fase di dettaglio (B2)

Rispetto alla perimetrazione dell'area delimitata nel 1999, quest'area ha subito una lieve modifica rispetto all'attuale perimetrazione, ma tale da poterla ritenere accettabile ai fini della correlazione delle caratteristiche geologiche , idrogeologiche e tecniche , mentre dal punto di vista sismico si è eseguita un'indagine di tipo MASW per la valutazione della morfologia del bedrock, della stratigrafia di massima e del tipo di suolo classificato secondo le Vs30, del periodo fondamentale del deposito e delle caratteristiche di amplificazione del moto sismico.

Indagine eseguita: MASW n.6 (L=36m)

VS30 (m/s): 667

Possibile Tipo di Suolo: B

Frequenza di risonanza del sito: Hz 10,4 per uno spessore H di circa 13 m

Periodo fondamentale del deposito: 0,10sec per uno spessore H di circa 13 m.

I valori di cui sopra possono dare fenomeni di risonanza molto probabili.

Concludendo questi affioramenti dal punto di vista sismico presentano amplificazioni del moto del suolo in occasioni di eventi sismici dovute a forte differenza di risposta sismica tra i depositi incoerenti appartenenti alle sabbie e ghiaie VS (m/s): 570, 517 e il sottostante substrato calcarenitico VS (m/s): 818.

- **Pericolosità geologiche**

L'area che ricade nella "Zona Portosalvo" costituita dal litotipo sabbioso-limoso della formazione delle Ghiaie e Sabbie di Messina non presenta situazioni di rischio geologico tali da poter influenzare, in modo significativo le scelte degli strumenti urbanistici.

La conoscenza globale e approfondita dei dati geolitologici, strutturali, morfologici, idrogeologici e geotecnici, che caratterizzano i terreni affioranti ha creato le condizioni per una cartografia di progetto del territorio, che evidenzia aree con caratteristiche omogenee in relazione all'idoneità della sua utilizzazione.

I parametri geotecnici, riportati in allegato E1 della "carta litotecnica", si possono prendere come riferimento per la progettazione di massima, ma in fase esecutiva bisogna eseguire delle indagini geognostiche atte a verificare e ad approfondire minuziosamente la litostratigrafia del terreno di fondazione fino alla profondità che sarà interessata dal bulbo delle tensioni e particolari caratteristiche sismiche non approfondite in questa sede.

Considerata la pericolosità sismica che è stata rilevata tramite le indagini integrative, si dovrà adottare un coefficiente sismico di sicurezza elevato per i calcoli strutturali delle opere.

Sulla base dei dati raccolti la perimetrazione può essere considerata a media pericolosità geologica, con l'eccezione delle due fasce a nord e a sud – ovest molto prossime al ciglio del "plateau".

Per la stessa zona la pericolosità sismica risulta media per eventuale amplificazione del moto del suolo, come emerge dai risultati delle indagini (v. cap. 1.4.1. Indagini integrative previste dall'Allegato A fase (B) strumenti urbanistici attuativi – fase di dettaglio B2).

- **ZONA GALA (Centro-Monastero)**

Studio Geologico Particolareggiato anno 1999, integrato alle Prescrizioni esecutive (PP.EE.) del P.R.G. (Circ. n°3/DRA/ del 20/06/2014 emanata dall'Arta).

Allegato A fase (B) strumenti urbanistici attuativi - fase di dettaglio (B2) Scala 1:2.000

Allegati: A1 (CARTA GEOLOGICA)

" B1 (CARTA IDROGEOLOGICA)

" C1 (CARTA GEOMORFOLOGICA)

" D1 (CARTA DELLE INDAGINI)

" E1 (CARTA LITOTECNICA)

" F1 (CARTA DELLE PRESCRIZIONI ED INDICAZIONI ESECUTIVE)

## 2.1. Lineamenti morfologici e caratteri geologici

Per riconoscere la litologia e le caratteristiche geotecniche dei terreni fino a 18 m dal p.c. e dei dati sufficienti alla definizione delle caratteristiche geo-strutturali dell'area in oggetto, nell'anno 1999 è stato necessario effettuare un rilievo geologico di dettaglio esteso al di fuori dell'area di stretto interesse. Si sono eseguite due prove penetrometriche dinamiche e continue P40 e P41 (1999) e cinque traverse sismiche a rifrazione T39-42 (1999).

Da un'analisi della morfologia a larga scala, si può notare che il sito oggetto di prescrizioni esecutive della zona di Gala Centro si trova su un'area caratterizzata da una morfologia molto variabile con zone dotate di buona stabilità costituite da metamorfiti intensamente fratturate non sempre affioranti e spesso ricoperte da una coltre detritica più o meno spessa e con zone poco stabili dal punto di vista morfologico, in cui sono presenti versanti molto acclivi e

interessati da fenomeni di erosione superficiale concentrata; ove affiora il substrato metamorfico talora caratterizzato da potenti coltri di alterazione argillificate e porzioni litoidi molto fratturate su versanti con acclività superiori al 60% ciò genera aree a bassa stabilità geomorfologica, mentre su versanti con acclività anche superiore al 60%, ma privi di coltre di alterazione o porzioni litoidi molto fratturate, la stabilità geomorfologica si può considerare media.

Sono stati anche distinti degli assi fluvio-torrentizi, talora antropizzati, ad elevato rischio geomorfologico.

Sono state rilevate zone subpianeggianti occupate da depositi terrazzati, alcuni di probabile origine marina, che indicano un'intensa attività neotettonica, che ha portato al sollevamento di quest'area e che attualmente caratterizza l'intera fascia tirrenica. Sono stati rilevati vari ordini di terrazzi a quote decrescenti, come segue: m 218/214, 212/210, 190/185, 181/180.

Il rilievo geologico di queste zone è stato ostacolato dall'urbanizzazione e dall'intensa vegetazione; inoltre un'estesa coltre detritica copre le formazioni e le strutture tettoniche non esposte in superficie.

Dal punto di vista geologico la successione stratigrafica, comunque ricostruita, inizia con un basamento metamorfico (micascisti con vene quarzose), appartenente all'Unità dell'Aspromonte; le formazioni di origine sedimentaria sono rappresentate dalle Argille Scagliose dei Monti Peloritani, sulle quali poggia in discordanza la Formazione di San Pier Niceto (Miocene medio-superiore); su tutte le formazioni poggiano ampi depositi terrazzati e coperture detritiche, che nella zona in cui è stato effettuato il carotaggio S9, raggiungono uno spessore di circa 6 m.

I depositi più recenti sono quelli che occupano i fondovalli, ma si tratta di fasce ristrette entro versanti molto acclivi.

Dal punto di vista tettonico si è rilevato un sistema di faglie dirette e inverse, che mettono in contatto gli affioramenti micascistosi con le Argille Scagliose e con le alternanze arenaceo-argillose Serravalliano-Tortoniane; esse marcano zone ad elevato rischio sismico.

Da un'analisi dei caratteri geomorfologici a larga scala, si evince che l'area del sito in oggetto è caratterizzata da una morfologia molto variabile con zone dotate di buona stabilità, costituite da metamorfiti intensamente fratturate non sempre affioranti e spesso ricoperte da una coltre detritica più o meno spessa e con zone poco stabili dal punto di vista morfologico, in cui sono presenti versanti molto acclivi e interessati da fenomeni di erosione superficiale concentrata. Sono stati riconosciuti vari ordini di terrazzi a quote decrescenti, come segue: m 218/214, 212/210, 190/185, 181/180.

Sono stati rilevati due terrazzi marini che testimoniano due diversi momenti di stazionamento marino e che attualmente si trovano rispettivamente a quota 189 e 210 m s.l.m.; essi indicano un'intensa attività neotettonica che ha portato al sollevamento di quest'area e che attualmente caratterizza l'intera fascia tirrenica.

Dal punto di vista della stabilità morfologica vengono proposte le seguenti distinzioni:

- a) *assi fluvio-torrentizi* talora antropizzati ad elevato rischio geomorfologico;
- b) *coperture detritiche antiche* caratterizzate da bassa o media stabilità morfologica a seconda dell'acclività (rispettivamente  $>20^\circ$ ,  $<20^\circ$ );
- c) *zone di affioramento delle metamorfiti* con medio-bassa stabilità morfologica (acclività  $<40\%$ ) e a media stabilità morfologica (acclività  $>40\%$ ).

Per i dettagli e l'ubicazione di queste zone si può consultare l'allegato C1 Carta Geomorfologica.

Nella zona "Monastero" si può notare che l'area perimetrata è caratterizzata da una morfologia molto variabile con zone dotate di bassa stabilità, costituite da coperture detritiche antiche, e da depositi terrazzati, e da Argille Scagliose, che pongono la maggior parte di quest'area in condizioni di precaria stabilità, in quanto suscettibili ad una elevata deformazione plastica nella porzione alterata più superficiale.

Al limite ovest dell'area perimetrata compare una frana attiva, che tende ad evolversi a monte, interessando anche la strada (via Mercurio) e minacciando le vicine abitazioni.

Per i dettagli e l'ubicazione di queste zone si può consultare l'allegato C1- Carta Geomorfologica.

L'esecuzione delle indagini geognostiche ha permesso di rilevare e suddividere così l'area in fasce omogenee per composizione granulometrica e comportamento geomeccanico; tale suddivisione in fasce omogenee è ampiamente descritta nell'allegato E1 della carta litotecnica "Zona Gala".

## 2.2. Caratteristiche idrogeologiche

In questa fase è stato possibile approfondire lo studio idrogeologico, raccogliendo, dove è stato consentito l'accesso, dati sui pozzi trivellati; vista la limitata zona oggetto di studio, risulta esagerato tracciare curve isopiezometriche, ma da informazioni su pozzi eseguiti in zona si può ipotizzare, che la falda è profonda circa 35 m dal piano campagna (pozzo proprietà privata).

Sulla scorta degli studi geologici e litologici di superficie può essere formulata una verosimile identificazione delle caratteristiche idrogeologiche del territorio in esame.

Infatti, la circolazione delle falda acquifera è condizionata dalla distribuzione e sovrapposizione di terreni a differente permeabilità e quindi della "trasmissività".

Nell'area in esame sono cartografabili un litotipo idrogeologico ascrivibile a terreni ad alta permeabilità per porosità in corrispondenza dei livelli detritici e un litotipo idrogeologico caratterizzato da una rete acquifera libera, discontinua e a media permeabilità per fratturazione nelle metamorfiti.

Ipotizzando che la falda sia discontinua non è detto che in tutta l'area si possa rinvenire la falda acquifera a 35 m dal p.c. , perchè in zone ove la fratturazione della roccia è poco accentuata non si rinviene presenza di acqua o se si rinviene è in quantità minime.

Vista la limitata zona oggetto di studio, risulta esagerato tracciare curve isopiezometriche; inoltre in prossimità degli affioramenti delle Argille Scagliose presenti a nord del monastero vi sono dei pozzi eseguiti con escavatrici e tubati con anelli di cemento sfenestrati, che raccolgono l'acqua dai primi 3-4m nella porzione alterata e degradata più superficiale delle argille.

La falda risulta libera, a bassa permeabilità e non protetta da livelli impermeabili, pertanto il grado di vulnerabilità risulta bassa.

In questa zona la ricarica annuale avviene rapidamente in coincidenza con le consistenti piogge autunnali. Il regime della ricarica risulta fluttuante: massimo nel semestre autunno-inverno e minimo a partire dalla tarda primavera. Su questi terreni non vi sono ancora diffusi insediamenti residenziali ad alta densità abitativa, ma sono presenti modeste attività agricole e zootecniche, che potrebbero apportare un rischio di deterioramento delle risorse idriche sotterranee. Tenuto conto delle condizioni idrogeologiche e dell'assenza di corretti metodi di gestione delle risorse naturali, si consiglia di approntare un piano di tutela ambientale, che garantisca soprattutto la salvaguardia delle falde idriche sotterranee.

## 2.3. Caratteristiche tecniche dei terreni desunte dalle indagini geognostiche

Le caratteristiche tecniche dei terreni di quest'area sono desumibili dalle indagini geognostiche del 1999:

N°2 carotaggi: S8 ed S9

N°4 Basi sismiche a rifrazione: T39-T42.

È stato possibile effettuare una zonizzazione delle caratteristiche geotecniche, che è stata espressa in dettaglio nella carta litotecnica "Zona Gala Centro" allegato E1.

### 2.3.1. Caratteristiche tecniche dei terreni desunte dalle indagini geognostiche ("Gala Centro")

Trattasi generalmente di depositi a prevalente componente detritico- sabbiosa nei primi metri dal p.c. con un substrato micascistoso.

Sono state distinte le seguenti zone ritenute omogenee dal punto di vista geotecnico:

Detrito a matrice sabbiosa contenenti frammenti di micascisti (spessore massimo 10 m) (Sondaggi T41-T42-S9): si possono attribuire i seguenti parametri geotecnici:

-Peso di volume =  $1,9t/m^3$  ;

-Angolo di attrito interno  $\approx 28^\circ$ ;

-Coesione  $c \approx 0,0t/m^2$  ;

-Densità relativa  $D_r = 65\%$ .

micascisti ad elevato stato di fratturazione:

-Peso di volume  $= 2,3t/m^3$  ;

-Angolo di attrito interno  $= 33^\circ$ ;

-Resistenza a compressione  $R_c = 70-150Kg/cm^2$  ;

2.3.2 Caratteristiche tecniche dei terreni desunte dalle indagini geognostiche ("Gala Monastero")

Le caratteristiche tecniche dei terreni di quest'area sono state desunte dall'esecuzione delle seguenti indagini geognostiche:

N°1 carotaggio: S8

N°2 Basi sismiche a rifrazione: T39-T40;

N°2 prove penetrometriche dinamiche e continue: P40-P41

E' stato possibile effettuare una zonizzazione delle caratteristiche geotecniche, che è stata espressa in dettaglio nella carta litotecnica "Zona Gala Monastero" allegato E1.

Trattasi generalmente di depositi a prevalente componente detritico-sabbiosa nei primi metri dal p.c. con un substrato micascistoso ricoperto tettonicamente dalle Argille Scagliose.

Sono state distinte le seguenti zone ritenute omogenee dal punto di vista geotecnico:

*Detrito a matrice sabbiosa* contenente frammenti di micascisti (spessore massimo 7 m) (Sondaggio S8): si possono attribuire i seguenti parametri geotecnici:

-Peso di volume  $= 1,9t/m^2$  ;

-Angolo di attrito interno  $= 28^\circ$ ;

-Coesione  $c = 0,0t/m^2$  ;

-Densità relativa  $D_r = 65\%$ .

- micascisti ad elevato stato di fratturazione:

-Peso di volume  $= 2,3t/m^3$  ;

-Angolo di attrito interno  $= 33^\circ$ ;

-Resistenza a compressione  $R_c = 70-150Kg/cm^2$  ;

Argille Scagliose (sondaggi P40-P41-T40):

porzione molle (spessore 4-5 m)

-Peso di volume  $= 1,75t/m^2$  ;

-Angolo di attrito interno  $= 9^\circ$ ;

-Coesione  $c = 0,15t/m^2$  ;

-porzione compatta

-Peso di volume  $= 1,8 t/m^3$  ;

-Angolo di attrito interno  $= 19^\circ$ ;

-Coesione  $c = 0,10t/m^2$  ;

-Indice di consistenza  $I_c = 0,96$ ;

-Limite liquido  $WL = 53\%$

-Limite plastico  $Wp = 26\%$

-Prova edometrica per pressioni di consolidazione di  $0,8Kg/cm^2$   
 $t_{50} = 414$

-Coefficiente di consolidazione  $= 0,0501cm^2/sec$

-Coefficiente di permeabilità  $= 2,5E-03$

-Modulo edometrico  $= 18,42 Kg/cm^2$

*Prova edometrica per pressioni di consolidazione di 1,5Kg/cm<sup>2</sup>  
t<sub>50</sub>=562*

*-Coefficiente di consolidazione = 0,0351cm<sup>2</sup>/sec*

*-Coefficiente di permeabilità = 1,3E-03*

*-Modulo edometrico=27,33 Kg/cm<sup>2</sup>*

*micascisti ad elevato stato di fratturazione(sondaggi S8-T39):*

*-Peso di volume = 2,3t/m<sup>3</sup> ;*

*-Angolo di attrito interno =35°;*

*-Resistenza a compressione Rc =150-300Kg/cm<sup>2</sup> ;*

## 2.4. Pericolosità sismica

Le caratteristiche sismiche dei terreni di tutta la frazione “Gala” sono state già desunte dal rilievo geologico, nonché dall’esecuzione delle indagini sismiche, consistenti in:

N°4 basi sismiche a rifrazione: T39-40-41-42 (anno 1999).

Le caratteristiche sismiche della perimetrazione di “**Gala Centro**” dei terreni di quest’area sono state desunte dal rilievo geologico, nonché dall’esecuzione delle indagini sismiche consistenti in:

N°2 Basi sismiche a rifrazione: T41-T42;

Si sono così distinte le seguenti zone:

zone ad elevata pericolosità sismica locale comprendenti aree con acclività >35%, associate a coperture detritiche; zone di ciglio di scarpata e zone di fondovalle, che in occasione di eventi sismici presentano delle amplificazioni diffuse del moto del suolo; infine ricadono in zone ad elevata pericolosità sismica gli affioramenti di metamorfiti con acclività >50%.

I parametri elastici ricavati dalle basi sismiche T41-T42 sono i seguenti:

### Coperture detritiche:

- *Velocità delle onde P Vp = 469-711 m/sec ;*
- *Velocità delle onde S Vs = 187-357m/sec ;*
- *Modulo di taglio = 0,6-2,4E+03Kg/cm<sup>2</sup>*
- *Modulo di Young E = 1,7-6,5E+03Kg/cm<sup>2</sup>*
- *Modulo di Incompressibilità K =3,6E+03Kg/cm<sup>2</sup>*
- *Rigidità o impedenza sismica R=0,6*
- *Coefficiente di fondazione =1,1*

### Rocce metamorfiche

- *Velocità delle onde P Vp = 1488 m/sec ;*
- *Velocità delle onde S Vs = 496m/sec ;*
- *Modulo di taglio = 5,7E+03Kg/cm<sup>2</sup>*
- *Modulo di Young E = 1,6E+04Kg/cm<sup>2</sup>*
- *Modulo di Incompressibilità K =4,4E+04Kg/cm<sup>2</sup>*
- *Rigidità o impedenza sismica R=1,3*
- *Coefficiente di fondazione =1,1*



Le caratteristiche sismiche della perimetrazione di “**Gala Monastero**” sono state desunte dal rilievo geologico, nonché dall’esecuzione delle indagini sismiche consistenti in :

N°3 Basi sismiche a rifrazione: T38-T39-T40;

Si sono così cartografate le seguenti zone:

zone caratterizzate da movimenti franosi quiescenti; zone di fondovalle, che in occasione di eventi sismici presentano delle amplificazioni diffuse del moto del suolo; zone ad elevata pericolosità sismica in corrispondenza di affioramenti di metamorfiti con acclività >50%; zone di affioramento di Argille Scagliose, ove sono possibili amplificazioni del moto del suolo dovute a forte differenza di risposta sismica tra porzione superficiale alterata e degradata (spessore 4-6 m; Vs 221 m/sec) e la porzione compatta (Vs=477 m/sec); zone di faglie ad elevato rischio sismico.

I parametri elastici ricavati dalle basi sismiche T39-T40 sono i seguenti:

Coperture detritiche:

- Velocità delle onde P  $V_p = 469-711 \text{ m/sec}$  ;
- Velocità delle onde S  $V_s = 187-357 \text{ m/sec}$  ;
- Modulo di taglio  $= 0,6-2,4E+03 \text{ Kg/cm}^2$
- Modulo di Young  $E = 1,7-6,5E+03 \text{ Kg/cm}^2$
- Modulo di Incompressibilità  $K = 3,6E+03 \text{ Kg/cm}^2$
- Rigidità o impedenza sismica  $R=0,6$
- Coefficiente di fondazione  $=1,1$

Rocce metamorfiche

- Velocità delle onde P  $V_p = 1488 \text{ m/sec}$  ;
- Velocità delle onde S  $V_s = 496 \text{ m/sec}$  ;
- Modulo di taglio  $= 5,7E+03 \text{ Kg/cm}^2$
- Modulo di Young  $E = 1,6E+04 \text{ Kg/cm}^2$
- Modulo di Incompressibilità  $K = 4,4E+04 \text{ Kg/cm}^2$
- Rigidità o impedenza sismica  $R=1,3$
- Coefficiente di fondazione  $=1,1$

2.4.1. Indagini integrative previste dall’Allegato A fase (B) strumenti urbanistici attuativi - fase di dettaglio (B2) (Zona Gala Monastero- Gala Centro)

Rispetto alla perimetrazione del 1999, quest’area ha subito una lieve modifica rispetto all’attuale perimetrazione, ma tale da poterla ritenere accettabile ai fini della correlazione delle caratteristiche geologiche , idrogeologiche e tecniche, mentre dal punto di vista sismico si è eseguita un’indagine di tipo MASW per la valutazione della morfologia del *bedrock*, della stratigrafia di massima e del tipo di suolo classificato secondo le Vs30, del periodo fondamentale del deposito e delle caratteristiche di amplificazione del moto sismico.

Viste le caratteristiche stratigrafiche delle due perimetrazioni definiti per la frazione di Gala (Gala Centro e Gala Monastero), come indagine integrativa sono state sufficienti due indagini MASW eseguite l’una vicino la scuola della frazione, e l’altra nelle Argille Scagliose sulla strada che porta verso la frazione “Monastero”.

**Indagine eseguita: MASW M14 (vicino scuola) (L=36m)**

VS30 (m/s): 552

Possibile Tipo di Suolo: B

Frequenza di risonanza del sito: Hz 6,12 per uno spessore H di circa 18 m (detrito compreso parte alterata e fratturata dei micascisti).

Periodo fondamentale del deposito: 0,16 sec per uno spessore H di circa 18 m.  
I valori di cui sopra possono dare probabili fenomeni di risonanza.

Concludendo, questi affioramenti dal punto di vista sismico presentano amplificazioni del moto del suolo in occasioni di eventi sismici dovute a forte differenza di risposta sismica tra i depositi incoerenti e il pacco alterato e degradato delle metamorfite VS (m/s): 338, 545 e il sottostante substrato metamorfico più compatto VS (m/s): 921.

**Indagine eseguita: MASW M13 (nelle Argille Scagliose, salendo verso la frazione Monastero) (L=36m)**

VS30 (m/s): 398

Possibile Tipo di Suolo: B

Frequenza di risonanza del sito: Hz 11 per uno spessore H di 4,50 m (parte alterata e degradata delle argille).  
Periodo fondamentale del deposito: 0,08 sec per uno spessore H di circa 18 m.  
I valori di cui sopra invece fuori da probabili fenomeni di risonanza.

Concludendo, questi affioramenti dal punto di vista sismico possono presentare amplificazioni del moto del suolo in occasioni di eventi sismici.

La risposta sismica è stata rilevata tra la parte arenata delle argille scagliose con VS (m/s): 201, 206 e il substrato più compatto delle argille scagliose VS (m/s): 478.

## 2.5. Pericolosità geologica

L'area che ricade nella "Zona Gala Centro" prevalentemente sui depositi detritici, presenta situazioni locali che generalmente possiedono livelli di alta pericolosità geologica (geomorfologica e sismica), tali da poter incidere, in modo significativamente negativo, su alcune zone oggetto di studio.

Dalla conoscenza globale e approfondita dei dati geolitologici, strutturali, morfologici e idrogeologici, che caratterizzano i terreni affioranti, è stato possibile elaborare una cartografia di progetto del territorio, che evidenzia aree con caratteristiche omogenee in relazione all'idoneità della sua utilizzazione. L'elaborazione è stata eseguita su gruppi di dati topografici, morfologici, litostratigrafici, di stabilità geostrutturale, idrogeologici e fisico-meccanici, rilevati nell'area oggetto di studio.

Viene riassunto qui di seguito quello che è già stato scritto precedentemente circa le caratteristiche geomorfologiche e sismiche di quest'area:

Dal punto di vista della stabilità morfologica è stata distinta una zona esondabile ad elevato rischio idrogeologico che si trova nel torrente La Gala; a questo si somma l'elevato rischio sismico.

Dal punto di vista morfologico sono state rilevate delle zone con angolo di inclinazione >20% associate a coperture detritiche ad elevata pericolosità geologica.

Le aree che ricadono fuori da queste zone ad alta pericolosità geologica si possono ritenere stabili; è solo su di esse che si può decidere di programmare un'eventuale espansione urbana. I parametri geotecnici riportati in allegato E1 nella "carta litotecnica", si possono utilizzare per la progettazione di piccoli fabbricati, ma qualora si dovessero prevedere grosse strutture è consigliabile una programmazione di indagini geognostiche atte a verificare e ad approfondire minuziosamente la litostratigrafia e i caratteri sismici del terreno di fondazione fino alla profondità che sarà interessata dal bulbo delle tensioni.

L'area che ricade nella "**Zona Gala Monastero**", presenta situazioni locali che possiedono livelli di alta pericolosità geologica (geomorfologica e sismica) tali da poter incidere, in modo significativamente negativo su particolari zone opportunamente cartografate nella Carta delle Prescrizioni ed Indicazioni Esecutive dell'allegato F1 oggetto di studio.

Infatti, dalla conoscenza globale e approfondita dei dati geolitologici, strutturali, morfologici e idrogeologici che caratterizzano i terreni affioranti è stato possibile elaborare una cartografia di progetto del territorio, che evidenzia aree con caratteristiche omogenee in relazione all'idoneità della sua utilizzazione. L'elaborazione è stata eseguita su gruppi di dati topografici, morfologici, litostratigrafici, di stabilità geostrutturale, idrogeologici e fisico-meccanici, rilevati nell'area oggetto di studio.

Viene riassunto qui di seguito quello che è già stato scritto precedentemente circa le caratteristiche geomorfologiche e sismiche di quest'area:

Dal punto di vista delle zone a bassa stabilità morfologica sono state distinte le seguenti aree:

- Zona di fosso di erosione concentrata ad elevato rischio geomorfologico; i fossi di erosione concentrata sono due e sono ubicati nell'allegato C1 della Carta Geomorfologica
- Zona di affioramento delle Argille Scagliose suscettibili ad elevata deformazione plastica (bassa stabilità geomorfologica) nella porzione alterata più superficiale.
- Zone di affioramento delle metamorfiti con acclività >40% e medio bassa stabilità morfologica;

Dal punto di vista delle zone a maggior pericolosità sismica locale si sono distinte le seguenti zone:

- Zone di Frana; anche se quiescenti sono dotate di elevato rischio per il pericolo di ulteriore evoluzione o di riattivazione del fenomeno franoso;
- zone di fondovalle che in occasione di eventi sismici presentano delle amplificazioni diffuse del moto del suolo;
- zone ad elevata pericolosità sismica in corrispondenza di affioramenti di metamorfiti con acclività >50%;
- zone di affioramento di Argille Scagliose, ove sono possibili amplificazioni del moto del suolo dovute a forte differenza di risposta sismica tra porzione superficiale alterata e degradata (spessore 4-6 m; Vs 221 m/sec) e la porzione compatta (Vs=477 m/sec); zone di faglie ad elevato rischio sismico.

Le aree che ricadono fuori da queste zone ad alta pericolosità geologica si possono ritenere stabili; è solo su di esse che si può decidere di programmare un'eventuale espansione urbana. I parametri geotecnici riportati in allegato E1 nella "carta litotecnica", si possono utilizzare per la progettazione di piccoli fabbricati, ma, qualora si dovessero prevedere grosse strutture, è consigliabile una programmazione di indagini geognostiche atte a verificare e ad approfondire minuziosamente la litostratigrafia e i caratteri sismici del terreno di fondazione fino alla profondità che sarà interessata dal bulbo delle tensioni.

### **3. ZONA S.PAULO - CANNISTRA'**

Studio Geologico Particolareggiato anno 1999, integrato alle Prescrizioni esecutive (PP.EE.) del P.R.G. (Circ. n°3/DRA/ del 20/06/2014 emanata dall'ARTA)

*Allegato A fase (B) strumenti urbanistici attuativi - fase di dettaglio (B2) Scala 1:2.000*

Allegati: **A1** (CARTA GEOLOGICA)

" **B1** (CARTA IDROGEOLOGICA)

" **C1** (CARTA GEOMORFOLOGICA)

" **D1** (CARTA DELLE INDAGINI)

" **E1** (CARTA LITOTECNICA)

" **F1** (CARTA DELLE PRESCRIZIONI ED INDICAZIONI ESECUTIVE)

### 3.1. Lineamenti morfologici e caratteri geologici

Per riconoscere la litologia e le caratteristiche geotecniche dei terreni fino a 18 m dal p.c. e dei dati sufficienti alla definizione delle caratteristiche geo-strutturali dell'area in oggetto, nell'anno 1999 è stato necessario effettuare un rilievo geologico di dettaglio esteso al di fuori dell'area di stretto interesse. Sono state effettuate le seguenti indagini geognostiche:

N°1 carotaggio: S10

N°2 Basi sismiche a rifrazione: T43-T4;

N°1 prova penetrometrica dinamica e continua: P39

Quest'area ricade nella tavoletta in scala 1:25.000 denominata Barcellona P.G. del Foglio 253 II° N.E. della carta d'Italia edita dall'I.G.M. ed è ubicata nella fascia collinare barcellonese.

Da un'analisi della morfologia a larga scala si può notare, che l'area è caratterizzata da una morfologia molto variabile con zone dotate di buona stabilità solo in prossimità delle metamorfiti con valori di acclività compresi tra il 20 e il 60%.

Il rilievo geologico nella zona di Cannistrà ha accertato che le formazioni affioranti sono costituite (dal basso) dalle metamorfiti dell'Unità dell'Aspromonte, dalle Argille Scagliose dei Monti Peloritani, e da lembi della Formazione di San Pier Niceto, sormontati dalle Ghiaie e Sabbie di Messina e da sottili depositi alluvionali terrazzati.

Le metamorfiti sono costituite da micascisti e paragneiss di colore grigio a tessitura scistosa ed estremamente deformati. Tali rocce affiorano per effetto di faglie, orientate E-O e N-S. Ciò crea brusco contatto con le Argille Scagliose.

Le Argille Scagliose dei M. Peloritani sono costituite da argilliti varicolori ad assetto caotico, con blocchi di arenarie a grana fine, e con intercalazioni di marne e radiolariti bituminose. Esse formano aree a morfologia blanda e mammellonare a causa dell'estrema erodibilità e delle numerose forme di dissesto più o meno ampie.

La Formazione di San Pier Niceto, di età Langhiano superiore – Messiniano inferiore, è costituita da sabbie e conglomerati di colore giallastro e poggia in discordanza sulle Argille Scagliose.

Chiudono in alto la successione le Ghiaie e Sabbie di Messina, date da elementi scarsamente arrotondati, immersi in una matrice terrosa bruna, e un sottile deposito detritico terrazzato.

Dal punto di vista geomorfologico si nota un netto contrasto fra le metamorfiti, che formano delle culminazioni morfologiche, e le Argille Scagliose. Le uniche aree subpianeggianti sono quelle, molto limitate, occupate dai depositi terrazzati alla sommità del rilievo, su cui poggia l'abitato.

Dal punto di vista strutturale, si rileva la presenza di faglie, che mettono a contatto le metamorfiti con le Argille Scagliose. Non è facile definire se si tratti di faglie normali o di strutture compressive. Probabilmente vi sono ambedue i tipi, ma l'urbanizzazione non facilita certamente le osservazioni sul terreno. In ogni caso i processi di urbanizzazione debbono tener conto della presenza di tali discontinuità tettoniche, realizzando eventuali fasce di rispetto.

A tal proposito si consiglia l'Amministrazione Comunale di approfondire lo studio geologico per la verifica sismica dell'edificio scolastico, che risulta lambire una grossa faglia diretta orientata NO-SE che potrebbe generare fenomeni di amplificazione sismica con effetti disastrosi per la struttura stessa.

In questo settore generalmente prevalgono zone da media a bassa stabilità dal punto di vista morfologico, perchè sono presenti versanti acclivi localmente interessati da fenomeni di erosione superficiale concentrata; l'affioramento delle Argille Scagliose pone queste aree in condizioni di precaria stabilità, perchè suscettibili ad elevata deformazione plastica nella porzione alterata più superficiale e per la nota predisposizione al dissesto; ove affiora il substrato metamorfico talora caratterizzato da potenti coltri di alterazione argillificate e porzioni litoidi molto fratturate su versanti con acclività superiori al 60% si generano aree a bassa stabilità geomorfologica, mentre su versanti con acclività anche superiore al 60%, ma privi di coltre di alterazione o porzioni litoidi molto fratturate, la stabilità geomorfologica si può considerare media.

Nell'area di S.Paolo le osservazioni sul terreno hanno permesso di ricostruire con una certa difficoltà, principalmente a causa delle coperture detritiche e della vegetazione, la successione stratigrafica delle formazioni affioranti. Il termine inferiore è dato dalle metamorfiti dell'Unità dell'Aspromonte, che però occupano la dorsale montuosa a sud dell'abitato, in quanto sono sollevati per faglia, come visibile alla base del versante nord della dorsale

stessa. Il Flysch di Capo d'Orlando è praticamente assente in affioramento; seguono invece le Argille Scagliose dei M. Peloritani, la Formazione di San Pier Niceto, le evaporiti messiniane, rappresentate da lembi discontinui di calcare e da argille, le Calcareni e Sabbie della Formazione Rometta e le Argille Azzurre. La sequenza termina in alto con le Ghiaie e Sabbie di Messina, che poggiano in discordanza sui termini più antichi. L'area è anche caratterizzata da coperture detritiche, che, come a Gala, non facilitano le osservazioni sul terreno, e che si sono originate dai versanti intagliati nelle rocce metamorfiche, probabilmente in relazione a fasi tettoniche quaternarie.

Sui versanti più acclivi inoltre si osservano fasce detritiche, probabilmente più recenti, indicate in carta come detrito di versante, e che determinano delle aree alquanto instabili, delimitate a monte da orli semicircolari, simili alle nicchie di distacco.

Dal punto di vista geomorfologico la zona presenta una dorsale allungata circa E-O occupata dalle metamorfite e bordata da faglie. La parte ribassata degrada dapprima dolcemente verso nord, per poi dividersi in valli secondarie. Fa eccezione il "promontorio", sul quale si erge il centro abitato.

L'esecuzione delle indagini geognostiche ha permesso di rilevare e suddividere così l'area in fasce omogenee per composizione granulometrica e comportamento geomeccanico; tale suddivisione in fasce omogenee è ampiamente descritta nell'allegato E1 della carta litotecnica "Zone Cannistrà- S.Paolo".

### 3.2. Caratteristiche idrogeologiche

In questa fase si è potuto approfondire lo studio idrogeologico raccogliendo, dove è stato possibile l'accesso, dati sui pozzi scavati a mano; dalle informazioni su pozzi fatti in zona si evince che in prossimità degli affioramenti delle Argille Scagliose presenti in C.da Fontanelle, eseguiti con escavatrici e tubati con anelli di cemento sfenestrati, che raccolgono l'acqua dai primi 3-4 m nella porzione alterata e degradata più superficiale.

Sulla scorta degli studi geologici e litologici di superficie può essere formulata una verosimile identificazione delle caratteristiche idrogeologiche del territorio in esame.

Infatti la circolazione delle falda acquifera è condizionata dalla distribuzione e sovrapposizione di terreni a differente permeabilità e quindi della "trasmissività".

Le alternanze arenaceo-argillose del Flysch di Capo d'Orlando generano corpi idrici multifalda con circolazione idrica variabile in funzione della predominanza del litotipo arenaceo o quello argilloso. Le Argille Scagliose sono caratterizzate da terreni a permeabilità molto bassa, sostanzialmente prive di circolazione idrica sotterranea ovvero a carattere discontinuo e con un accumulo di acqua piuttosto modesto nei primi 3-4 m dal p.c. nella porzione superficiale alterata e degradata.

Il litotipo idrogeologico caratterizzato da una rete acquifera libera, discontinua e a media permeabilità per fratturazione è ascrivibile agli affioramenti dei micascisti con una media permeabilità e medio grado di vulnerabilità.

La falda risulta libera, a media permeabilità e non protetta da livelli impermeabili, pertanto il grado di vulnerabilità risulta medio.

In questa zona la ricarica annuale avviene rapidamente in coincidenza con le consistenti piogge autunnali. Il regime della ricarica risulta fluttuante: massimo nel semestre autunno-inverno e minimo a partire dalla tarda primavera. Su questi terreni non vi sono ancora diffusi insediamenti residenziali ad alta densità abitativa, ma sono presenti modeste attività agricole e zootecniche, che potrebbero apportare un rischio di deterioramento delle risorse idriche sotterranee. Tenuto conto delle condizioni idrogeologiche e dell'assenza di corretti metodi di gestione delle risorse naturali, si consiglia di approntare un piano di tutela ambientale, che garantisca soprattutto la salvaguardia delle falde idriche sotterranee.

### 3.3. Caratteristiche tecniche dei terreni desunte dalle indagini geognostiche

Le caratteristiche tecniche dei terreni di quest'area si ricavano dalle indagini geognostiche del 1999:

N°1 carotaggio: S10

N°2 Basi sismiche a rifrazione: T43-T44;

N°1 prove penetrometriche dinamiche e continue: P39

È stato possibile effettuare una zonizzazione delle caratteristiche geotecniche, che è stata espressa in dettaglio nella carta litotecnica "Zona S.Paolo – Cannistrà" allegato E1.

Sono state distinte le seguenti zone ritenute omogenee dal punto di vista geotecnico:

Detrito (spessore 1-3 m): deposito incoerente a granulometria sabbioso-ghiaiosa; si possono attribuire i seguenti parametri geotecnici:

- *Peso di volume* =  $1,75\text{t/m}^2$  ;
- *Angolo di attrito interno* =  $27^\circ$ ;
- *Coesione*  $c = 0,0\text{t/m}^2$  ;
- *Densità relativa*  $Dr = 65\%$ .

Terrazzo marino (spessore 1-2m) deposito sabbioso-ghiaioso: si possono attribuire i seguenti parametri geotecnici:

- *Peso di volume* =  $1,8\text{t/m}^2$  ;
- *Angolo di attrito interno* =  $34^\circ$ ;
- *Coesione*  $c = 0,0\text{t/m}^2$  ;
- *Densità relativa*  $Dr = 65\%$ .

Calcareniti

- *Peso di volume* =  $1,9\text{t/m}^3$  ;
- *Angolo di attrito interno* =  $32^\circ$ ;
- *Coesione*  $c = 0,15\text{t/m}^2$  ;
- *resistenza a compressione*  $R_c = 15\text{-}20\text{Kg/cm}^2$

Argille Scagliose (sondaggi S10-T44-T43-P39), porzione molle (spessore 4-5 m):

- *Peso di volume* =  $1,75\text{t/m}^2$  ;
- *Angolo di attrito interno* =  $9^\circ$ ;
- *Coesione*  $c = 0,15\text{t/m}^2$  ;

-Argille scagliose porzione compatta

- *Peso di volume* =  $1,8\text{ t/m}^3$  ;
- *Angolo di attrito interno* =  $19^\circ$ ;
- *Coesione*  $c = 0,10\text{t/m}^2$  ;
- *Indice di consistenza*  $I_c = 0,96$ ;
- *Limite liquido*  $W_L = 53\%$
- *Limite plastico*  $W_p = 26\%$
- *Prova edometrica per pressioni di consolidazione di*  $0,8\text{Kg/cm}^2$
- $t_{50} = 414$
- *Coefficiente di consolidazione* =  $0,0501\text{cm}^2/\text{sec}$
- *Coefficiente di permeabilità* =  $2,5\text{E-}03$
- *Modulo edometrico* =  $18,42\text{ Kg/cm}^2$
- *Prova edometrica per pressioni di consolidazione di*  $1,5\text{Kg/cm}^2$   $t_{50} = 562$
- *Coefficiente di consolidazione* =  $0,0351\text{cm}^2/\text{sec}$

- *Coefficiente di permeabilità* =  $1,3E-03$
- *Modulo edometrico* =  $27,33 \text{ Kg/cm}^2$

Alternanza arenaceo argillosa del Flysch di Capo d'Orlando

- *Peso di volume* =  $2,2 \text{ t/m}^3$  ;
- *Angolo di attrito interno* =  $32^\circ$ ;
- *Coesione*  $c = 0,35 \text{ t/m}^2$  ;
- *resistenza a compressione*  $R_c = 40-70 \text{ Kg/cm}^2$

Conglomerati del Flysch di Capo d'Orlando

- *Peso di volume* =  $2,6 \text{ t/m}^3$  ;
- *Angolo di attrito interno* =  $36^\circ$ ;
- *resistenza a compressione*  $R_c = 70-120 \text{ Kg/cm}^2$

micascisti a medio stato di fratturazione:

- *Peso di volume* =  $2,5 \text{ t/m}^3$  ;
- *Angolo di attrito interno* =  $35^\circ$ ;
- *Resistenza a compressione*  $R_c = 150-300 \text{ Kg/cm}^2$  ;

### 3. 4. Pericolosità sismica

Le caratteristiche sismiche dei terreni dell'area **S. Paolo** sono state desunte dal rilievo geologico, nonché dall'esecuzione della indagine sismica consistente in :

N°1 Base sismica a rifrazione: T44 (anno 1999);

Si sono così distinte le seguenti zone:

- zone di affioramento di Argille Scagliose, ove sono possibili amplificazioni del moto del suolo dovute a forte differenza di risposta sismica tra porzione superficiale alterata e degradata (spessore 7 m in corrispondenza della base sismica T44;  $V_s = 141-165 \text{ m/sec}$ ) e il sottostante Flysch di Capo d'Orlando ( $V_s = 565-592 \text{ m/sec}$ );
- zone di faglie ad elevato rischio sismico.

Concludendo, questi affioramenti dal punto di vista sismico presentano possibili amplificazioni del moto del suolo in occasioni di eventi sismici dovute a forte differenza di risposta sismica tra il deposito superficiale  $V_s$  (m/s): 252, 352 e il sottostante substrato più veloce  $V_s$  (m/s): 721 e quindi per effetti stratigrafici (modello a strato omogeneo elastico su substrato rigido).

Per l'area di **Cannistrà** dal punto di vista sismico si può tener conto della base sismica a rifrazione T43 eseguita nel 1999:

I parametri elastici ricavati dalla base sismica T43 sono i seguenti:

Da 0 a 2 m dal p.c.:

*Velocità delle onde P*  $V_p = 423 \text{ m/sec}$  ;

*Velocità delle onde S*  $V_s = 157 \text{ m/sec}$  ;

*Modulo di taglio* =  $4E+02 \text{ Kg/cm}^2$

*Modulo di Young*  $E = 1,2E+03 \text{ Kg/cm}^2$

*Modulo di Incompressibilità*  $K = 2,6E+03 \text{ Kg/cm}^2$

Da 2 a 30 m dal p.c.:

Velocità delle onde P  $V_p = 1706 \text{ m/sec}$  ;

Velocità delle onde S  $V_s = 666 \text{ m/sec}$  ;

Modulo di taglio  $= 8,4E+03 \text{ Kg/cm}^2$

Modulo di Young  $E = 23,7E+03 \text{ Kg/cm}^2$

Modulo di Incompressibilità  $K = 44E+03 \text{ Kg/cm}^2$

### 3.4.1. Indagini integrative previste dall'Allegato A fase (B) strumenti urbanistici attuativi - fase di dettaglio(B2)

Rispetto alla perimetrazione dell'area delimitata nel 1999, quest'area ha subito una lieve modifica rispetto all'attuale perimetrazione, ma tale da poterla ritenere accettabile ai fini della correlazione delle caratteristiche geologiche, idrogeologiche e tecniche, dal punto di vista sismico per l'area di **S.Paolo** è stata eseguita un'indagine di tipo MASW (M15), mentre per l'area **Cannistrà** si è eseguita l'indagine tipo MASW (M16) per la valutazione della morfologia del *bedrock*, della stratigrafia di massima e del tipo di suolo classificato secondo le Vs30, del periodo fondamentale del deposito e delle caratteristiche di amplificazione del moto sismico.

Indagine eseguita: MASW M15 (**S. Paolo**) (L=36 m)

VS30 (m/s): 459

Possibile Tipo di Suolo: B

Frequenza di risonanza del sito: Hz 5,60 per uno spessore H di circa 12,50m

Periodo fondamentale del deposito: 0,18 s per uno spessore H di circa 12,50m.

I valori di cui sopra danno fenomeni di risonanza molto probabili.

Indagine eseguita: MASW M16 (**Cannistrà**) (L=36 m)

VS30 (m/s): 627

Possibile Tipo di Suolo: B

Frequenza di risonanza del sito: Hz 13 per uno spessore H di circa 7 m.

Periodo fondamentale del deposito: 0,07sec per uno spessore H di circa 7 m.

I valori di cui sopra danno fenomeni di risonanza nei primi 7 m delle argille alterate e degradate.

Concludendo, questi affioramenti dal punto di vista sismico presentano amplificazioni del moto del suolo in occasioni di eventi sismici dovute a forte differenza di risposta sismica tra il deposito argilloso alterato e degradato VS (m/s): 370 e il sottostante substrato argilloso più compatto VS(m/s): 520.

### 3.5. Pericolosità geologica

Per quanto riguarda le prescrizioni e le indicazioni esecutive, la perimetrazione della zona "Cannistrà", possiede livelli di media e alta pericolosità geologico-morfologica e sismica.



Infatti, dall'elaborazione delle carte di analisi che è stata eseguita su gruppi di dati topografici, morfologici, litostratigrafici, di stabilità geostrutturale, idrogeologici e fisico-meccanici, rilevati nell'area oggetto di studio.

Sono state infatti distinte le aree ad alta pericolosità geologica per le Argille Scagliose, che mostrano una spiccata predisposizione al dissesto per le loro scarse caratteristiche geotecniche localizzate nei livelli più superficiali.

Ove affiorano le Metamorfiti, la formazione S. Pier Niceto, e le Ghiaie e sabbie, la pericolosità geologica si può considerare media per motivi morfologici e sismici

Particolare menzione va fatta per eventuali fasce di rispetto delle faglie riscontrate; per esse va accertato l'eventuale stato di attività, ma, qualora esse risultassero non attive, costituirebbero comunque un limite fra formazioni a carattere geotecnico estremamente differente (rocce cristalline e Argille Scagliose). Si consiglia infine un approfondimento delle condizioni di stabilità e della vulnerabilità sismica dell'edificio scolastico, realizzato sulle Argille Scagliose in prossimità della faglia con le metamorfiti.

#### **4. FEMMINAMORTA**

Studio Geologico Particolareggiato anno 1999, integrato alle Prescrizioni esecutive (PP.EE.) del P.R.G. (Circ. n°3/DRA/ del 20/06/2014 emanata dall'ARTA)

*Allegato A fase (B) strumenti urbanistici attuativi - fase di dettaglio (B2) Scala 1:2.000*

Allegati: **A1** (CARTA GEOLOGICA)

“ **B1** (CARTA IDROGEOLOGICA)

“ **C1** (CARTA GEOMORFOLOGICA)

“ **D1** (CARTA DELLE INDAGINI)

“ **E1** (CARTA LITOTECNICA)

“ **F1** (CARTA DELLE PRESCRIZIONI ED INDICAZIONI ESECUTIVE)

##### **4.1. Lineamenti morfologici e caratteri geologici**

Rispetto alla perimetrazione dei piani particolareggiati del 1999, la perimetrazione attuale è completamente cambiata, pertanto per riconoscere la litologia e le caratteristiche geotecniche dei terreni fino a 30 m dal p.c. e dei dati sufficienti alla definizione delle caratteristiche geo-strutturali dell'area in oggetto, è stato necessario effettuare un rilievo geologico di dettaglio esteso al di fuori dell'area di stretto interesse.

Quest'area ricade nella tavoletta in scala 1:25.000 denominata Barcellona P.G. del Foglio 253 II° N.E. della carta d'Italia edita dall'I.G.M. ed è ubicata nella fascia collinare a circa 500 m di distanza in sinistra orografica del torrente Mela.

Dal rilievo geologico di dettaglio si può ricostruire la successione stratigrafica delle formazioni affioranti nella zona; questa è data (dal basso verso l'alto) dal Flysch di Capo d'Orlando, dalle Argille Scagliose dei Monti Peloritani e dai depositi alluvionali recenti, che costeggiano il Fiume Mela.

Le Argille Scagliose sono formate da argilloscisti bituminosi e da radiolariti variegata e hanno un assetto caotico, dovuto al lungo trasporto tettonico al disopra del flysch, che si trova ad una decina di metri al disotto del p.c., ma che affiora ai margini dell'area probabilmente per effetto di faglie. Si rinvencono anche lembi e blocchi di arenarie quarzose giallastre.

L'area di affioramento di questa formazione è caratterizzata da una morfologia blanda con condizioni di precaria stabilità, perchè suscettibili ad un'elevata deformazione plastica specie nella porzione alterata più superficiale.

Maggiore acclività si registra invece negli affioramenti del Flysch di Capo d'Orlando, meno erodibile per la presenza di banconi di arenaria, alternate ad argille. In corrispondenza delle incisioni si originano dei depositi detritici, che si aprono a ventaglio, formando due conoidi, che terminano sulla fascia alluvionale pianeggiante; ciò dimostra che vi sono state fasi di trasporto solido a seguito di eventi meteorologici intensi. Attualmente una delle conoidi è incisa da un sottile corso d'acqua, trasformato in saia, che però sfocia improvvisamente sulla rete stradale. Le aree ai lati del F. Mela, occupate dalle alluvioni recenti, sono totalmente piatte con quote appena al disopra (talora 2-3 m) del fiume. Su di esse potrebbero riversarsi materiali trasportati in seguito ad eventi meteorici intensi e provenienti dalle conoidi.

#### 4.2. Caratteristiche idrogeologiche

Nello studio del 1999 è stato possibile approfondire le caratteristiche idrogeologiche, raccogliendo, dove è stato possibile l'accesso, dati sui pozzi scavati a mano; dalle informazioni su pozzi fatti in zona si evince, che in prossimità degli affioramenti dei depositi alluvionali sono stati eseguiti pozzi con escavatrici e tubati con anelli di cemento sfenestrati, che raccolgono l'acqua dai primi 10-15 m.

Sulla scorta degli studi geologici e litologici di superficie attuali può essere formulata una verosimile identificazione delle caratteristiche idrogeologiche del territorio in esame.

Infatti la circolazione delle falda acquifera è condizionata dalla distribuzione e sovrapposizione di terreni a differente permeabilità e quindi della "trasmissività".

Nell'area in esame si è cartografato un litotipo idrogeologico ascrivibile a terreni ad alta permeabilità per porosità in corrispondenza dei depositi alluvionali, caratterizzati da una falda che risulta libera e non protetta da livelli impermeabili, pertanto il grado di vulnerabilità risulta alto.

Le Argille Scagliose sottostanti le alluvioni sono caratterizzate da terreni a permeabilità molto bassa, prive di circolazione idrica sotterranea.

Al di sotto della coltre argillosa di spessore superiore a 30 m si rinviene la formazione arenacea, caratterizzata da una rete acquifera in pressione, discontinua e a media permeabilità per fratturazione con una media permeabilità e basso grado di vulnerabilità.

In questa zona la ricarica annuale avviene rapidamente in coincidenza con le consistenti piogge autunnali. Il regime della ricarica risulta fluttuante: massimo nel semestre autunno-inverno e minimo a partire dalla tarda primavera.

#### 4.3. Caratteristiche tecniche dei terreni desunte dalle indagini geognostiche

Le caratteristiche tecniche dei terreni di quest'area sono state desunte dall'esecuzione delle seguenti indagini geognostiche:

N°1 Base sismica a rifrazione: T46 (1999);

N°1 prova penetrometrica dinamica e continue: P38(1999)

Esse hanno caratterizzato gli affioramenti delle argille scagliose.

La nuova perimetrazione si è estesa nella zona delle alluvioni recenti, pertanto ai fini dell'integrazione dello studio geologico, anche l'indagine MASW (seppur indirettamente) è risultata utile ai fini della caratterizzazione litotecnica di questo litotipo.

È stato possibile effettuare una zonizzazione delle caratteristiche geotecniche che è stata espressa in dettaglio nella carta litotecnica "Zona Femminamorta" allegato E1.

Sono state distinte le seguenti zone ritenute omogenee dal punto di vista geotecnico:

- Argille Scagliose (sondaggi T46-P38 del 1999). Presentano uno spessore medio superiore a 30 m e un appoggio sul sottostante basamento arenaceo.

porzione molle (spessore 4m)

-Peso di volume =  $1,75 \text{ t/m}^3$ ;

-Angolo di attrito interno =  $9^\circ$ ;

-Coesione  $c = 0,15 \text{ t/m}^2$  ;

porzione compatta da (3-4 m a 7 m)

-Peso di volume  $= 1,8 \text{ t/m}^3$  ;

-Angolo di attrito interno  $= 19^\circ$  ;

-Coesione  $c = 0,10 \text{ t/m}^2$  ;

-Indice di consistenza  $I_c = 0,96$  ;

-Limite liquido  $W_L = 53\%$

-Limite plastico  $W_p = 26\%$

-Prova edometrica per pressioni di consolidazione di  $0,8 \text{ Kg/cm}^2$

$t_{50} = 414$

-Coefficiente di consolidazione  $= 0,0501 \text{ cm}^2/\text{sec}$

-Coefficiente di permeabilità  $= 2,5 \text{ E-}03$

-Modulo edometrico  $= 18,42 \text{ Kg/cm}^2$

-Prova edometrica per pressioni di consolidazione di  $1,5 \text{ Kg/cm}^2$

$t_{50} = 562$

-Coefficiente di consolidazione  $= 0,0351 \text{ cm}^2/\text{sec}$

-Coefficiente di permeabilità  $= 1,3 \text{ E-}03$

-Modulo edometrico  $= 27,33 \text{ Kg/cm}^2$

- Depositi alluvionali terrazzati costituiti da limo sabbioso con lenti ghiaiose (non oggetto di indagine geologico tecnica)

Vengono qui di seguito elencati i parametri geotecnici presuntivi ottenuti in maniera indiretta, correlando i dati ottenuti dall'indagine MASW N.18 effettuata su tali depositi:

porzione incoerente (spessore 17 m)

-Peso di volume  $= 1,80 \text{ t/m}^3$  ;

-Angolo di attrito interno  $= 32^\circ$  (con  $V_s$  media di  $459 \text{ m/sec}$ );

-Coesione  $c = 0,0 \text{ t/m}^2$ .

- Pericolosità sismica

Le caratteristiche sismiche dei terreni di quest'area sono state desunte dal rilievo geologico, nonché dall'esecuzione delle indagini sismiche consistenti in:

N°1 Base sismica a rifrazione: T45 (anno 1999).

Nelle zone di affioramento delle Argille Scagliose, che caratterizzano gran parte dell'area oggetto di prescrizioni esecutive, sono possibili amplificazioni del moto del suolo dovute a forte differenza di risposta sismica fra le stesse argille (spessore 7 m in corrispondenza della base sismica T45;  $V_p$  267 m/sec) e il sottostante substrato più compatto ( $V_p = 707 \text{ m/sec}$ ).

Inoltre, pur se fuori dell'area perimetrata, a sud è presente una faglia, che comprende una fascia di terreni ad elevato rischio sismico.

#### 4.4.1. Indagini integrative previste dall'Allegato A fase (B) strumenti urbanistici attuativi - fase di dettaglio (B2)

Rispetto alla perimetrazione dell'area delimitata nel 1999, quest'area ha subito uno spostamento totale, si sono così riviste le caratteristiche geologiche, idrogeologiche e tecniche, mentre dal punto di vista sismico si è eseguita un'indagine di tipo MASW per la valutazione della morfologia del *bedrock*, della stratigrafia di massima e del tipo di suolo classificato secondo le  $V_{s30}$ , del periodo fondamentale del deposito e delle caratteristiche di amplificazione del moto sismico.

Indagine eseguita: MASW n°18 ( $L = 36 \text{ m}$ )

VS30 (m/s): 623

Possibile Tipo di Suolo: B

Frequenza di risonanza del sito: Hz 6,7 per uno spessore H di circa 17 m

Periodo fondamentale del deposito: 0,15 s per uno spessore H di circa 17 m.

I valori di cui sopra danno molto probabilmente fenomeni di risonanza.

Concludendo, questi affioramenti dal punto di vista sismico possono presentare amplificazioni del moto del suolo in occasioni di eventi sismici dovute a forte differenza di risposta sismica tra i depositi alluvionali terrazzati VS (m/s): 406, 513 e il sottostante substrato argilloso più veloce VS (m/s): 1.181 e quindi per effetti stratigrafici e di valle. Inoltre è presente una faglia debitamente cartografata, che mette in contatto tettonico le arenarie del Flysch di Capo D'Orlando con le Argille Scagliose.

- Pericolosità geologica

L'area che ricade nella "Zona Femminamorta", presenta situazioni locali che possiedono livelli di alta pericolosità geologica (geomorfologica e sismica) tali da poter incidere, in modo significativamente negativo su alcune zone.

Infatti dalla conoscenza globale e approfondita dei dati geolitologici, strutturali, morfologici e idrogeologici che caratterizzano i terreni affioranti è stato possibile elaborare una cartografia di progetto del territorio, che evidenzia aree con caratteristiche omogenee in relazione all'idoneità della sua utilizzazione.

L'elaborazione è stata eseguita su gruppi di dati topografici, morfologici, litostratigrafici, di stabilità geostrutturale, idrogeologici e fisico-meccanici, rilevati nell'area oggetto di studio.

I parametri geotecnici riportati precedentemente nel par. 4.3. Caratteristiche tecniche dei terreni desunte dalle indagini geognostiche, si possono utilizzare solo in linea di massima, perché sono stati ricavati indirettamente.

Viene riassunto qui di seguito quello che è già stato scritto precedentemente circa le caratteristiche geomorfologiche e sismiche di quest'area.

Dal punto di vista della stabilità morfologica è stata distinta una zona esondabile ad elevato rischio idrogeologico, che si trova in quasi tutta la zona di affioramento dei depositi alluvionali dentro la perimetrazione del piano particolareggiato.

Dal punto di vista sismico è stata rilevata una faglia, dalla quale va rispettata una fascia di circa 20 m ambo i lati ribassati e rialzati della faglia (10 m a destra e 10 m a sinistra dalla faglia).

## **5. MIGLIARDO**

Studio Geologico Particolareggiato anno 1999, integrato alle Prescrizioni esecutive (PP.EE.) del P.R.G. (Circ. n°3/DRA/ del 20/06/2014 emanata dall'ARTA)

*Allegato A fase (B) strumenti urbanistici attuativi - fase di dettaglio (B2) Scala 1:2.000*

Allegati: **A1** (CARTA GEOLOGICA)

“ **B1** (CARTA IDROGEOLOGICA)

“ **C1** (CARTA GEOMORFOLOGICA)

“ **D1** (CARTA DELLE INDAGINI)

“ **E1** (CARTA LITOTECNICA)

“ **F1** (CARTA DELLE PRESCRIZIONI ED INDICAZIONI ESECUTIVE)

### 5.1. Lineamenti morfologici e caratteri geologici

Per riconoscere la litologia e le caratteristiche geotecniche dei terreni fino a 18 m dal p.c. e dei dati sufficienti alla definizione delle caratteristiche geo-strutturali dell'area in oggetto, nell'anno 1999 è stato necessario effettuare un rilievo geologico di dettaglio esteso al di fuori dell'area di stretto interesse. Si sono eseguite una prova penetrometrica dinamica e continua e una base sismica a rifrazione. Quest'area ricade nella tavoletta in scala 1:25.000 denominata Barcellona P.G. del Foglio 253 II° N.E. della carta d'Italia edita dall'I.G.M. ed è ubicata nella zona montana a circa 480 m s.l.m.

È stato eseguito un rilievo geologico di dettaglio esteso anche al di fuori dell'area di stretto interesse. La successione stratigrafica delle formazioni affioranti nella zona è data (dal basso verso l'alto) dalle metamorfiti di alto grado, appartenenti all'Unità dell'Aspromonte, e dalle Argille Scagliose dei Monti Peloritani. Manca qui il Flysch di Capo d'Orlando, che normalmente si trova interposto tra le due formazioni.

Le Argille Scagliose sono formate da argilloscisti bituminosi e da radiolariti variegata e hanno un assetto caotico, dovuto al lungo trasporto tettonico al disopra delle metamorfiti.

Da un'analisi effettuata a larga scala, si può notare l'area è caratterizzata da una morfologia molto blanda causata dall'affioramento delle Argille Scagliose che pongono queste aree in condizioni di precaria stabilità perchè suscettibili ad elevata deformazione plastica nella porzione alterata più superficiale; esse ricoprono tettonicamente il sottostante basamento cristallino.

Tettonicamente l'area si inquadra in un *graben* cioè una depressione strutturale, delimitata da faglie ad orientazione nord est - sud ovest; ad essa corrisponde anche una depressione morfologica occupata dalle Argille Scagliose, che sono state preservate dall'erosione, che invece ha rimosso totalmente la formazione argillosa nei settori rialzati.

Le Argille Scagliose policrome, sovente hanno giacitura caotica, cui si intercalano argilloscisti bituminosi e radiolariti variegata; questi ultimi sono abbastanza caratteristici, presentano una stratificazione ritmica in lamine fissili o in straterelli centimetrici di colore variabile dal bruno al grigio-chiaro al giallastro ed al bianco sporco. Si rinvencono anche lembi e blocchi di arenarie quarzose giallastre.

Nell'area di rilievo sono state evidenziate due corpi di frana attivi, di cui uno era stato già individuato nella Carta della Pericolosità e del Rischio Idrogeologico del PAI.

### 5.2. Caratteristiche idrogeologiche

Nello studio eseguito nel 1999 è stato possibile approfondire gli aspetti idrogeologici, raccogliendo, dove è stato possibile l'accesso, dati sui pozzi scavati a mano; dalle informazioni su pozzi presenti in zona si evince che in prossimità degli affioramenti delle Argille Scagliose sono stati eseguiti pozzi con escavatrici e tubati con anelli di cemento sfenestrati, che raccolgono l'acqua dai primi 4-5 m nella porzione alterata e degradata più superficiale delle argille.

Sulla scorta degli studi geologici e litologici di superficie può essere formulata una verosimile identificazione delle caratteristiche idrogeologiche del territorio in esame. Infatti la circolazione delle falde acquifere è condizionata dalla distribuzione e sovrapposizione di terreni a differente permeabilità e quindi dalla "trasmissività".

Le Argille Scagliose sono caratterizzate da terreni a permeabilità molto bassa, povere di circolazione idrica sotterranea e con un accumulo di acqua piuttosto modesto nei primi 4-5, m dal p.c. nella porzione superficiale alterata e degradata; al di sotto della coltre argillosa superiore a circa 30 m si rinviene il basamento cristallino micascistoso caratterizzato da una rete acquifera in pressione, discontinua e a media permeabilità per fratturazione con una media permeabilità e basso grado di vulnerabilità.

In questa zona la ricarica annuale avviene rapidamente in coincidenza con le consistenti piogge autunnali. Il regime della ricarica risulta fluttuante: massimo nel semestre autunno-inverno e minimo a partire dalla tarda primavera.

### 5.3. Caratteristiche tecniche dei terreni desunte dalle indagini geognostiche

Le caratteristiche tecniche dei terreni di quest'area sono state desunte dai risultati delle seguenti indagini geognostiche:

N°1 Base sismica a rifrazione: T45 (1999);

N°1 prova penetrometrica dinamica e continua: P42(1999)

È stato possibile effettuare una zonizzazione delle caratteristiche geotecniche, espressa in dettaglio nella carta litotecnica "Zona Migliardo" allegato E1.

Sono state distinte le seguenti zone ritenute omogenee dal punto di vista geotecnico:

- Argille Scagliose (sondaggi T45-P42 del 1999). Presentano uno spessore medio superiore a 30 m e un appoggio di natura tettonica sul sottostante basamento cristallino micascistoso.

porzione molle (spessore 4 m)

-Peso di volume =  $1,75 \text{ t/m}^3$  ;

-Angolo di attrito interno  $= 9^\circ$ ;

-Coesione  $c = 0,15 \text{ t/m}^2$  ;

porzione compatta da (3-4 m a 7 m)

-Peso di volume =  $1,8 \text{ t/m}^3$  ;

-Angolo di attrito interno  $= 19^\circ$ ;

-Coesione  $c = 0,10 \text{ t/m}^2$  ;

-Indice di consistenza  $I_c = 0,96$ ;

-Limite liquido  $W_L = 53\%$

-Limite plastico  $W_p = 26\%$

-Prova edometrica per pressioni di consolidazione di  $0,8 \text{ Kg/cm}^2$

$t_{50} = 414$

-Coefficiente di consolidazione =  $0,0501 \text{ cm}^2/\text{sec}$

-Coefficiente di permeabilità =  $2,5 \text{ E-}03$

-Modulo edometrico =  $18,42 \text{ Kg/cm}^2$

-Prova edometrica per pressioni di consolidazione di  $1,5 \text{ Kg/cm}^2$

$t_{50} = 562$

-Coefficiente di consolidazione =  $0,0351 \text{ cm}^2/\text{sec}$

-Coefficiente di permeabilità =  $1,3 \text{ E-}03$

-Modulo edometrico =  $27,33 \text{ Kg/cm}^2$

### 5.4. Pericolosità sismica

Le caratteristiche sismiche dei terreni di quest'area sono state desunte dal rilievo geologico, nonché dall'esecuzione delle indagini sismiche consistenti in:

N°1 Base sismica a rifrazione: T45 (anno 1999).

Nelle zone di affioramento delle Argille Scagliose che caratterizzano gran parte dell'area oggetto di prescrizioni esecutive, sono possibili amplificazioni del moto del suolo, dovute a forte differenza di risposta sismica tra le stesse argille (spessore 7 m in corrispondenza della base sismica T45;  $V_p$  267 m/sec) e il sottostante substrato più compatto ( $V_p$  = 707 m/sec).

Inoltre, pur se fuori dell'area perimetrata per le prescrizioni esecutive, a nord è presente una faglia che comprende una fascia di terreni ad elevato rischio sismico.

#### 5.4.1. Indagini integrative previste dall'Allegato A fase (B) strumenti urbanistici attuativi - fase di dettaglio (B2)

Rispetto alla perimetrazione del 1999, quest'area ha subito una lieve modifica, ma tale da poterla ritenere accettabile ai fini della correlazione delle caratteristiche geologiche, idrogeologiche e tecniche, mentre dal punto di vista sismico si è eseguita un'indagine di tipo MASW per la valutazione della morfologia del *bedrock*, della stratigrafia di massima e del tipo di suolo classificato secondo le Vs30, del periodo fondamentale del deposito e delle caratteristiche di amplificazione del moto sismico.

Indagine eseguita: n°1 MASW (L=36m)

VS30 (m/s): 348

Possibile Tipo di Suolo: C

Frequenza di risonanza del sito: Hz 5,3 per uno spessore H di circa 11 m.

Periodo fondamentale del deposito: 0,18 s per uno spessore H di circa 11 m.

I valori di cui sopra danno molto probabilmente fenomeni di risonanza.

Concludendo, questi affioramenti dal punto di vista sismico presentano amplificazioni del moto del suolo in occasioni di eventi sismici dovute a forte differenza di risposta sismica tra le argille alterate superficiali VS (m/s): 234, 275 e il sottostante substrato argilloso più integro VS (m/s): 462 e quindi per effetti stratigrafici e di valle.

#### 5.5. Pericolosità geologica

L'area che ricade nella zona "Migliardo", presenta situazioni locali che possiedono livelli di alta pericolosità geologica, geomorfologica e sismica, tali da poter incidere, in modo significativamente negativo nell'intera area oggetto di prescrizioni esecutive.

Infatti, dalla conoscenza globale e approfondita dei dati geolitologici, strutturali, morfologici e idrogeologici che caratterizzano i terreni affioranti è stato possibile elaborare una cartografia di progetto del territorio, che evidenzia aree con caratteristiche omogenee in relazione all'idoneità della sua utilizzazione. L'elaborazione è stata eseguita su gruppi di dati topografici, morfologici, litostratigrafici, di stabilità geostrutturale, idrogeologici e fisico-meccanici, rilevati nell'area oggetto di studio.

Viene riassunto qui di seguito quello che è già stato scritto precedentemente circa le caratteristiche geomorfologiche e sismiche di quest'area.

Dal punto di vista delle zone a bassa stabilità morfologica sono state distinte quelle di affioramento delle Argille Scagliose suscettibili ad elevata deformazione plastica (bassa stabilità geomorfologica) nella porzione alterata più superficiale; fuori dall'area interessata dalla perimetrazione del piano particolareggiato sono state evidenziate due corpi di frana attivi di cui uno era stato già individuato nella Carta della Pericolosità e del Rischio Idrogeologico del PAI.

Si sconsiglia di programmare un'eventuale espansione urbana in corrispondenza degli affioramenti delle Argille Scagliose, ma se proprio risulta indispensabile la costruzione di qualche opera, anche a uso agricolo, si dovranno eseguire idonei approfondimenti geologici e geognostici nel sito strettamente interessato; si sconsigliano strutture sproporzionalmente sviluppate in elevazione, che incidono in maniera significativa sul terreno di fondazione.

### 6. ZONA ACQUAFICARA

Studio Geologico Particolareggiato anno 1999, integrato alle Prescrizioni esecutive (PP.EE.) del P.R.G. (Circ. n°3/DRA/ del 20/06/2014 emanata dall'ARTA)

*Allegato A fase (B) strumenti urbanistici attuativi - fase di dettaglio (B2) Scala 1:2.000*

Allegati: **A1** (CARTA GEOLOGICA)

“ **B1** (CARTA IDROGEOLOGICA)

“ **C1** (CARTA GEOMORFOLOGICA)

“ **D1** (CARTA DELLE INDAGINI)

“ **E1** (CARTA LITOTECNICA)

“ **F1** (CARTA DELLE PRESCRIZIONI ED INDICAZIONI ESECUTIVE)

### 6.1. Lineamenti morfologici e caratteri geologici

Per riconoscere la litologia e le caratteristiche geotecniche dei terreni fino a 18m dal p.c. e dei dati sufficienti alla definizione delle caratteristiche geo-strutturali dell'area in oggetto, nell'anno 1999 è stato necessario effettuare un rilievo geologico di dettaglio esteso al di fuori dell'area di stretto interesse. Sono state eseguite una prova penetrometrica e una base sismica a rifrazione.

Quest'area ricade nella tavoletta in scala 1:25.000 denominata Barcellona P.G. del Foglio 253 II° N.E. della carta d'Italia edita dall'I.G.M. ed è ubicata in una zona di paleoalveo torrentizio.

Da un'analisi della morfologia a larga scala, si può notare che il sito oggetto di prescrizioni esecutive si trova su un'area subpianeggiante con leggera pendenza verso nord-est (circa il 10%) e ad un'altitudine media di 160m s.l.m..

Dal punto di vista della stabilità morfologica sono state distinte le seguenti zone:

a) depositi sabbiosi di paleoalveo torrentizio ad acclività <10% e buona stabilità geomorfologica;

b) Calcareni e Sabbie dotate di media stabilità, che va migliorando in corrispondenza di affioramenti dotati di buon stato di conservazione.

È invece da approfondire lo studio geomorfologico in prossimità di affioramenti intensamente fratturati e alterati o con coperture detritiche su versanti con acclività >40%.

Quest'area è ubicata in una depressione morfostrutturale compresa fra le Calcareni e Sabbie del Pliocene superiore-Pleistocene inferiore. In essa giacciono depositi sabbioso-conglomeratici di origine alluvionale, ascrivibili al Pleistocene superiore. Si tratta di un deposito "sospeso", leggermente degradante da quota 175 a 150 m s.l.m. e che si interrompe alla terminazione nord-orientale della depressione, sicuramente legato ad un generale sollevamento dell'area.

I confini fra i depositi alluvionali e le Calcareni e Sabbie sono di tipo stratigrafico, ma nascondono le faglie che indubbiamente hanno generato la depressione stessa, che quindi ha un'origine tettonica. Non è possibile pertanto riconoscere se tali strutture sono da considerarsi ancora attive.

Dal punto di vista geologico il territorio interessato, si inquadra come deposito alluvionale sabbioso con pezzami calcarenitici e spessore massimo di 5 m, quindi costituito da sedimenti alluvionali incoerenti.

Correlando i dati del rilievo geologico con le indagini geognostiche eseguite è intuibile uno spessore di tali depositi nella zona oggetto di studio che è variabile da 0 a 5 m e che poggia direttamente sulle calcareniti alterate e degradate.

### 6.2. Caratteristiche idrogeologiche



Nello studio eseguito nel 1999 è stato possibile approfondire lo studio idrogeologico raccogliendo, dove è stato possibile l'accesso, dati sui pozzi trivellati; vista la limitata zona oggetto di studio, risulta esagerato tracciare curve isopiezometriche ma da informazioni su pozzi fatti in zona si può ipotizzare che la falda è profonda una trentina di metri dal piano campagna; è stata anche rinvenuta una sorgente in prossimità dell'abbeveratoio dell'abitato di Acquaficara con una portata di 3L/min probabilmente collegata con una falda più superficiale e all'elevato stato di fratturazione di questa zona causato dal movimento delle faglie presenti.

Sulla scorta degli studi geologici e litologici di superficie può essere formulata una verosimile identificazione delle caratteristiche idrogeologiche del territorio in esame.

Infatti la circolazione delle falda acquifera è condizionata dalla distribuzione e sovrapposizione di terreni a differente permeabilità e quindi della "trasmissività".

Nell'area in esame si è cartografato un litotipo idrogeologico ascrivibile a terreni ad alta permeabilità per porosità in corrispondenza dei livelli sabbiosi; e un litotipo idrogeologico caratterizzato da una rete acquifera libera, con un livello statico di circa 30 m.

La falda risulta libera e non protetta da livelli impermeabili, pertanto il grado di vulnerabilità risulta alto.

In questa zona la ricarica annuale avviene rapidamente in coincidenza con le consistenti piogge autunnali. Il regime della ricarica risulta fluttuante: massimo nel semestre autunno-inverno e minimo a partire dalla tarda primavera. Su questi terreni non vi sono ancora diffusi insediamenti residenziali ad alta densità abitativa, ma sono presenti modeste attività agricole e zootecniche che potrebbero apportare un rischio di deterioramento delle risorse idriche sotterranee se queste attività vengono svolte in maniera contraria ai criteri di salvaguardia ambientale. Tenuto conto delle condizioni idrogeologiche e dell'assenza di corretti metodi di gestione delle risorse naturali, si consiglia di approntare un piano di tutela ambientale che garantisca soprattutto la salvaguardia delle falde idriche sotterranee.

### 6.3. Caratteristiche tecniche dei terreni desunte dalle indagini geognostiche

Le caratteristiche tecniche dei terreni di quest'area sono state desunte dall'esecuzione delle seguenti indagini geognostiche eseguite nel 1999:

N°1 Prove penetrometriche continue dinamiche: P43;

N°2 Basi sismiche a rifrazione: T9;

È stato possibile effettuare una zonizzazione delle caratteristiche geotecniche, che sono state espresse in dettaglio nell'Allegato E1 "carta litotecnica" in scala 1:2000 "Zona Acquaficara".

Trattasi generalmente di depositi a prevalente componente sabbiosa.

Sono state distinte le seguenti zone ritenute omogenee dal punto di vista geotecnico:

Alluvioni a predominanza sabbiosa da 0 a 5 m dal p.c. (Sondaggi P43-T9): si possono attribuire i seguenti parametri geotecnici:

-Peso di volume =  $1,8t/m^3$  ;

-Angolo di attrito interno =  $30^\circ$ ;

-Coesione  $c = 0,0t/m^2$ ;

-Densità relativa  $D_r = 90\%$ .

Porzione alterata e fratturata delle calcareniti fino a 12 – 16 m dal p.c.:

-Peso di volume =  $1,9t/m^3$ ;

-Angolo di attrito interno =  $30^\circ$ ;

-Resistenza a compressione  $R_c = 30-60 \text{ Kg/cm}^2$ ;

Porzione integra delle calcareniti :

Peso di volume =  $2,1t/m^3$ ;

Angolo di attrito interno =  $33^\circ$ ;

Resistenza a compressione  $R_c = 100-150 \text{ Kg/cm}^2$ ;

#### 6.4. Pericolosità sismica

Le caratteristiche sismiche dei terreni di quest'area sono state desunte dal rilievo geologico, nonché dall'esecuzione delle indagini sismiche consistenti in :

N°1 Base sismica a rifrazione: T9 (anno 1999).

I depositi di fondovalle comprendenti anche la parte alterata e degradata delle calcareniti e che hanno uno spessore variabile di 12-16 m, sono potenzialmente soggetti ad amplificazioni del moto del suolo; infatti il substrato più compatto possiede delle  $V_s=568$  m/sec, mentre la porzione più alterata e degradata ha delle  $V_s=288$  m/sec.

Viste queste condizioni sismostratigrafiche, in caso di progettazione di strutture in C.A., si consiglia un coefficiente di fondazione di  $= 3$ .

Sono invece vivamente sconsigliate ai fini urbanistici le zone di faglia che presentano un elevato rischio sismico.

Si precisa che per zona di faglia si intende anche una fascia di rispetto di circa 30 m ambo i lati ribassati e rialzati della faglia (15 m a destra e 15 m a sinistra dalla faglia).

I parametri elastici ricavati dalla base sismica T9 sono i seguenti:

##### Da 0 a 2 m dal p.c.:

Velocità delle onde P  $V_p = 386$  m/sec ;

Velocità delle onde S  $V_s = 154$  m/sec ;

Modulo di taglio  $= 4E+02$  Kg/cm<sup>2</sup>

Modulo di Young  $E = 1,2E+03$  Kg/cm<sup>2</sup>

Modulo di Incompressibilità  $K = 2,1E+03$  Kg/cm<sup>2</sup>

##### Da 2-4 a 12-16 m dal p.c.

Velocità delle onde P  $V_p = 615$  m/sec ;

Velocità delle onde S  $V_s = 289$  m/sec ;

Modulo di taglio  $= 1,5E+03$  Kg/cm<sup>2</sup>

Modulo di Young  $E = 4,3E+03$  Kg/cm<sup>2</sup>

Modulo di Incompressibilità  $K = 5,1E+03$  Kg/cm<sup>2</sup>

Rigidità o impedenza sismica  $R=0,57$

##### Da 12-16 m a 18 m dal p.c.

Velocità delle onde P  $V_p = 1705$  m/sec ;

Velocità delle onde S  $V_s = 568$  m/sec ;

Modulo di taglio  $= 6,5E+03$  Kg/cm<sup>2</sup>

Modulo di Young  $E = 18,7E+03$  Kg/cm<sup>2</sup>

Modulo di Incompressibilità  $K = 5E+04$  Kg/cm<sup>2</sup>

#### 6.4.1. Indagini integrative previste dall'Allegato A fase (B) strumenti urbanistici attuativi - fase di dettaglio (B2)

Rispetto alla perimetrazione del 1999, quest'area ha subito una lieve modifica, ma tale da poterla ritenere accettabile ai fini della correlazione delle caratteristiche geologiche , idrogeologiche e tecniche , mentre, dal punto di vista sismico, considerato che la zona è stratigraficamente molto chiara, risulta sufficiente la rielaborazione della traversa sismica a rifrazione effettuata nel 1999, sia per la valutazione della morfologia del *bedrock*, della stratigrafia di massima e del tipo di suolo classificato secondo le  $V_{s30}$ , del periodo fondamentale del deposito e delle caratteristiche di amplificazione del moto sismico.

Indagine eseguita: n°1 Rifrazione (T9 del 1999)

$V_{s30}$  (m/s): 466

Possibile Tipo di Suolo: B

Frequenza di risonanza del sito: Hz 6,3 per uno spessore H di circa 11 m.

Periodo fondamentale del deposito: 0,15 sec per uno spessore H di circa 11 m.

I valori di cui sopra danno fenomeni di risonanza molto probabili.

Concludendo questi affioramenti dal punto di vista sismico presentano amplificazioni del moto del suolo in occasioni di eventi sismici dovute a forte differenza di risposta sismica tra il deposito alluvionale VS (m/s): 206, 354 e il sottostante substrato calcarenitico VS (m/s): 957 e quindi per effetti stratigrafici e di valle.

### 6.5. Pericolosità geologica

L'area che ricade nella "Zona Acquaficara" , presenta situazioni locali che possiedono livelli variabili di pericolosità geologica da media ed alta.

Infatti dalla conoscenza globale e approfondita dei dati geolitologici, strutturali, morfologici e idrogeologici che caratterizzano i terreni affioranti è stato possibile elaborare una cartografia di progetto del territorio, che evidenzia aree con caratteristiche omogenee in relazione all'idoneità della sua utilizzazione.

Dal punto di vista della stabilità morfologica l'area perimetrata, che insiste sui depositi alluvionali, risulta stabile, in quanto subpianeggiante e difficilmente esondabili; si consiglia tuttavia di inserire opere idrauliche adeguate allo smaltimento delle acque meteoriche provenienti dai versanti adiacenti.

Dal punto di vista sismico le Calcareniti e Sabbie presentano generalmente una bassa pericolosità. È da sottolineare tuttavia che la depressione morfologica, come sopra specificato, è originata da una depressione strutturale, per cui è stata ipotizzata la presenza di due faglie parallele, non visibili in affioramento perché ricoperte dalle alluvioni. Una terza potrebbe avere un'orientazione normale rispetto a queste.

Non è possibile affermare se le faglie siano da considerarsi attive e quindi lo studio geologico dovrà essere approfondito nella fase di progettazione di opere.

## 7. ZONA NASARI

Studio Geologico Particolareggiato anno 1999, integrato alle Prescrizioni esecutive (PP.EE.) del P.R.G. (Circ. n°3/DRA/ del 20/06/2014 emanata dall'ARTA)

*Allegato A fase (B) strumenti urbanistici attuativi - fase di dettaglio (B2) Scala 1:2.000*

Allegati: **A1** (CARTA GEOLOGICA)

“ **B1** (CARTA IDROGEOLOGICA)

“ **C1** (CARTA GEOMORFOLOGICA)

“ **D1** (CARTA DELLE INDAGINI)

“ **E1** (CARTA LITOTECNICA)

“ **F1** (CARTA DELLE PRESCRIZIONI ED INDICAZIONI ESECUTIVE)

## 7.1. Lineamenti morfologici e caratteri geologici

Per riconoscere la litologia e le caratteristiche geotecniche dei terreni fino a 18 m dal p.c. e dei dati sufficienti alla definizione delle caratteristiche geo-strutturali dell'area in oggetto, nell'anno 1999 è stato necessario effettuare un rilievo geologico di dettaglio esteso al di fuori dell'area di stretto interesse. Sono state eseguite una prova penetrometrica dinamica e continua P50 (1999) e una traversa sismica a rifrazione T10 (1999).

Quest'area ricade nella tavoletta in scala 1:25.000, denominata Barcellona P.G. del Foglio 253 II° N.E. della carta d'Italia edita dall'I.G.M.

Da un'analisi della morfologia a larga scala, si può notare che il sito si trova su un'area pianeggiante, ad un'altitudine media di 70 m s.l.m., sui depositi alluvionali recenti di origine fluviale che formano la parte iniziale della vasta piana alluvionale che si estende da Capo Tindari a Capo Milazzo.

Dal punto di vista della stabilità morfologica sono state distinti:

Depositi attuali del torrente Longano soggetti a evoluzione dinamica fluviale.

Alluvioni recenti a prevalente componente limosa nei primi 4 m dal p.c. e sabbioso ghiaiosa da 4 a 8 m ad elevato rischio idrogeologico apportato dal vicinissimo torrente Longano, che pertanto deve essere rigorosamente monitorato con servizi di pulizia e dragaggio dell'alveo torrentizio.

Dal punto di vista geologico il territorio interessato, si inquadra come deposito alluvionale, quindi costituito da sedimenti alluvionali incoerenti, che granulometricamente presentano un'estrema variabilità.

Le indagini geognostiche hanno permesso di rilevare e suddividere l'area in fasce omogenee per composizione granulometrica e comportamento geomeccanico; tale suddivisione in fasce omogenee è ampiamente descritta nell'allegato E1 della carta litotecnica "Zona Nasari".

I materiali che costituiscono il pacco alluvionale rappresentano il risultato di processi di degradazione ed erosione meccanica dei M. Peloritani, tale provenienza giustifica variazioni nella litologia e nella granulometria, trattandosi di depositi di fiumara che alterna a brevi periodi di piena, prolungati periodi di magra.

Correlando i dati del rilievo geologico con la MASW N°10 eseguita si certifica uno spessore di tali depositi nella zona oggetto di studio che è superiore a 30 m e che presumibilmente poggiano direttamente sulle Argille Azzurre.

## 7.2. Caratteristiche idrogeologiche

In questa fase è stato possibile approfondire lo studio idrogeologico raccogliendo, dove è stato consentito l'accesso, dati sui pozzi trivellati; vista la limitata zona oggetto di studio, risulta esagerato tracciare curve isopiezometriche, ma da informazioni su pozzi scavati in zona si può ipotizzare che la falda è profonda una ventina di metri dal piano campagna.

Nell'area in oggetto sono state individuate così le probabili direzioni di flusso delle acque sotterranee e le caratteristiche geometriche degli acquiferi e della falda. La ricostruzione dell'andamento della falda mette in evidenza un generale deflusso sotterraneo verso Nord.

Sulla scorta degli studi geologici e litologici di superficie può essere formulata una verosimile identificazione delle caratteristiche idrogeologiche del territorio in esame.

Infatti la circolazione delle falde acquifere è condizionata dalla distribuzione e sovrapposizione di terreni a differente permeabilità e quindi della "trasmissività".

Nell'area in esame si è cartografato un litotipo idrogeologico ascrivibile a terreni ad alta permeabilità in corrispondenza dei livelli sabbioso-ghiaiosi, e media permeabilità in corrispondenza delle zone limose sommitali (primi 4 m dal p.c.); la falda risulta libera e parzialmente protetta dai livelli limosi, pertanto il grado di vulnerabilità risulta medio.

La falda acquifera la cui circolazione è essenzialmente relegata nell'ambito dei livelli a permeabilità più elevata si trova a circa 20 m dal p.c.

Il gradiente idraulico assume valori di 1-0,8%.

In questa zona la ricarica annuale avviene rapidamente in coincidenza con le consistenti piogge autunnali e viene assicurata per il resto dell'anno attraverso le numerose modeste sorgenti localizzate nella zona montuosa e nella

fascia collinare. Il regime della ricarica risulta fluttuante: massimo nel semestre autunno-inverno e minimo a partire dalla tarda primavera. Ciò comunque assicura un persistente deflusso sotterraneo nel subalveo, anche se con notevoli variazioni di livello e di portata (Coltro *et al.*, 1980).

Nel territorio comunale, come si è precisato sopra, una delle maggiori risorse idriche è rappresentata dalle falde presenti nella fascia costiera, in particolare la piana di Barcellona - Milazzo. In essa tuttavia sono diffusi gli insediamenti residenziali ad alta densità abitativa, in gran parte privi di infrastrutture di smaltimento e trattamento dei rifiuti solidi e liquidi, nonché attività agricole ed importanti nuclei industriali. In tali condizioni il rischio di deterioramento delle risorse idriche sotterranee è notevole, tenuto conto delle condizioni idrogeologiche e dell'assenza di corretti metodi di gestione delle risorse naturali.

Oltre alla permeabilità dei terreni ed alla loro geometria, un'incidenza determinante risulta avere la profondità della falda, che viene ad assumere un ruolo primario nella valutazione della vulnerabilità. In corrispondenza della piana costiera e lungo gli alvei dei corsi d'acqua, laddove la superficie della falda si trova a profondità variabili da pochi metri ad alcune decine di metri dal piano campagna, si riconoscono condizioni di vulnerabilità più elevate.

### 7.3. Caratteristiche tecniche dei terreni desunte dalle indagini geognostiche

Le caratteristiche tecniche dei terreni di quest'area sono state desunte dai risultati delle seguenti indagini geognostiche eseguite nell'anno 1999 in un'altra area poco vicina:

N°1 Prova penetrometrica continua dinamica: P50;

N°1 Base sismica a rifrazione: T10;

La perimetrazione attuale, si inquadra sullo stesso tipo di depositi investigati nel 1999, e pertanto i dati vengono utilizzati anche per definire le caratteristiche geotecniche e sismiche del sito.

È stato possibile effettuare una zonizzazione delle caratteristiche geotecniche, espressa in dettaglio nella carta litotecnica Allegato E1.

Trattasi generalmente di depositi alluvionali a prevalente componente limosa e sabbioso-ghiaiosa.

Sono state distinte le seguenti zone ritenute omogenee dal punto di vista geotecnico:

*Alluvioni a predominanza limoso-argillosa* nei primi 4 m dal p.c. (Sondaggi P50-T10), ai quali si possono attribuire i seguenti parametri geotecnici:

- *Peso di volume* =  $1,75 \text{ t/m}^3$  ;
- *Angolo di attrito interno* =  $20^\circ$ ;
- *Coesione*  $c = 0,34 \text{ t/m}^2$  ;
- *Densità relativa*  $D_r = 65\%$ .

*Depositi sabbioso-ghiaiosi da 4 a 8 m dal p.c.:*

- *Peso di volume* =  $2 \text{ t/m}^3$  ;
- *Angolo di attrito interno* =  $33^\circ$ ;
- *Coesione*  $c = 0,0 \text{ t/m}^2$  ;
- *Densità relativa*  $D_r = 80\%$ .

### 7.4. Pericolosità sismica

Le caratteristiche sismiche dei terreni di quest'area sono state desunte dal rilievo geologico, nonché dall'esecuzione delle indagini sismiche consistenti in:

N°1 Base sismica a rifrazione: T10.

Le caratteristiche sismiche dei terreni di quest'area sono state desunte dal rilievo geologico, nonché dalle indagini sismiche consistenti in:

N°1 Base sismica a rifrazione: T10 (anno 1999).

È stato possibile determinare le caratteristiche elastiche dei depositi di fondovalle che sono potenzialmente soggetti ad amplificazioni del moto del suolo, ma solo nei primi 2-4 m dal p.c. all'interno del pacco alluvionale.

Tra i depositi alluvionali e le sottostanti Argille Azzurre, che si trovano a profondità superiore a 30 m, non si riscontra forte contrasto di velocità delle onde sismiche e si escludono pertanto amplificazioni del moto del suolo.

Infatti i parametri elastici del pacco alluvionale sabbioso-ghiaioso sono i seguenti:

- *Velocità delle onde P*  $V_p = 904 \text{ m/sec}$  ;
- *Velocità delle onde S*  $V_s = 361 \text{ m/sec}$  ;
- *Modulo di taglio*  $= 2,5E+03 \text{ Kg/cm}^2$
- *Modulo di Young*  $E = 7E+04 \text{ Kg/cm}^2$
- *Modulo di Incompressibilità*  $K = 1,2E+04 \text{ Kg/cm}^2$
- *Rigidità o impedenza sismica*  $R=0,68$

#### 7.4.1. Indagini integrative previste dall'Allegato A fase (B) strumenti urbanistici attuativi - fase di dettaglio (B2)

Rispetto alla perimetrazione del 1999, quest'area ha subito una lieve modifica, tale da poterla ritenere accettabile ai fini della correlazione delle caratteristiche geologiche, idrogeologiche e tecniche, mentre dal punto di vista sismico si è eseguita un'indagine di tipo MASW per la valutazione della morfologia del *bedrock*, della stratigrafia di massima e del tipo di suolo classificato secondo le Vs30, del periodo fondamentale del deposito e delle caratteristiche di amplificazione del moto sismico.

Indagine eseguita: MASW n.10 (L=36m)

VS30 (m/s): 348

Possibile Tipo di Suolo: C

Frequenza di risonanza del sito: Hz 1,7 per uno spessore H 50 m

Periodo fondamentale del deposito: 0,5sec per uno spessore H 50 m.

I valori di cui sopra escludono fenomeni di risonanza .

#### 7.5. Pericolosità geologica

L'area che ricade nella "Zona Nasari" vicino l'argine del torrente Longano in destra orografica presenta situazioni locali, che possiedono livelli di pericolosità geologica (geomorfologica) tali da poter incidere, in modo significativo sulla sicurezza degli abitanti, occupanti l'agglomerato abusivo di questa zona.

Si ripete pertanto quello che è già stato scritto precedentemente circa le caratteristiche geomorfologiche: Le alluvioni recenti di quest'area, sono potenzialmete soggette all'elevato rischio idrogeologico apportato dal vicinissimo torrente Longano, che deve essere rigorosamente monitorato con servizi di pulizia e dragaggio dell'alveo; soltanto curando la manutenzione dell'alveo del torrente quest'area si può ritenere geomorfologicamente stabile.

La conoscenza globale e approfondita dei dati geolitologici, strutturali, morfologici e idrogeologici, che caratterizzano i terreni affioranti, ha creato le condizioni per una cartografia di progetto del territorio, che evidenzia aree con caratteristiche omogenee in relazione all'idoneità della sua utilizzazione.

I parametri geotecnici, riportati in allegato E1 della “carta litotecnica”, si possono utilizzare per la progettazione di piccoli fabbricati, ma qualora si dovessero prevedere strutture più importanti è consigliabile una programmazione di indagini geognostiche, atte a verificare e ad approfondire minuziosamente la litostratigrafia del terreno di fondazione fino alla profondità che sarà interessata dal bulbo delle tensioni e particolari situazioni sismiche non approfondite in questa sede.

In conclusione, la zona perimetrata, morfologicamente piatta e non soggetta a fenomeni di instabilità pur tuttavia viene considerata esondabile dal corso del F. Longano, nel caso che questo fosse lasciato privo di manutenzione; ciò indurrebbe a considerare tutta la perimetrazione ad alto rischio idrogeologico. Dal punto di vista sismico è stato possibile determinare le caratteristiche elastiche dei depositi di fondovalle, che non sono potenzialmente soggetti ad amplificazioni del moto del suolo, ma nei primi 2-4 m dal p.c. all'interno del pacco alluvionale, presentano scarse caratteristiche geotecniche.

## **8. SANTE-BATTIFOGLIA E MARE-BATTIFOGLIA**

Studio Geologico Particolareggiato anno 1999 integrato alle Prescrizioni esecutive (PP.EE.) del P.R.G. (Circ. n°3/DRA/ del 20/06/2014 emanata dall'ARTA)

*Allegato A fase (B) strumenti urbanistici attuativi - fase di dettaglio (B2) Scala 1:2.000*

- Allegati:      **A2-A3 (CARTA GEOLOGICA)**
- “              **B2-B3 (CARTA IDROGEOLOGICA)**
- “              **C2-C3 (CARTA GEOMORFOLOGICA)**
- “              **D2-D3 (CARTA DELLE INDAGINI)**
- “              **E2-E3 (CARTA LITOTECNICA)**

In questo capitolo vengono integrate due zone già studiate nel 1999:

- La Zona Mare, vicino alla foce del Torrente Mela;
- La Zona Sante e Battifoglia precedentemente studiata dal Dott. Scilipoti.

Pertanto verranno qui di seguito descritte le due zone separatamente, individuandole come:

Zona Mare - Battifoglia

Zona Sante - Battifoglia

### **8.1. Mare - Battifoglia**

#### **8.1.1. Lineamenti morfologici e caratteri geologici**

Per riconoscere la litologia e le caratteristiche geotecniche dei terreni fino a 18 m dal p.c. e dei dati sufficienti alla definizione delle caratteristiche geo-strutturali dell'area in oggetto, nell'anno 1999 è stato necessario effettuare un rilievo geologico di dettaglio esteso al di fuori dell'area di stretto interesse. Sono state eseguite una prova penetrometrica dinamica e continua P33 (1999) e una traversa sismica a rifrazione T32 (1999).

Quest'area ricade nella tavoletta in scala 1:25.000 denominata Milazzo del Foglio 253 I° S.O. della carta d'Italia edita dall'I.G.M. ed è ubicata alla foce del torrente Mela sulla piana alluvionale in sinistra orografica .

Da un'analisi della morfologia a larga scala, si può notare che il posizionamento dell'area studiata è al confine con l'argine della foce del torrente Mela e su un'area pianeggiante, a circa 100 m dalla linea di costa ad un'altitudine media di 3,5-6 m s.l.m., sui depositi alluvionali recenti di origine fluviale e marina che formano la parte terminale della vasta piana alluvionale, che si estende da Capo Tindari a Capo Milazzo.

Dal punto di vista della stabilità morfologica sono state distinti:

Depositi di spiaggia attuali soggetti a evoluzione dinamica marina.

Alluvioni attuali e alluvioni terrazzate dentro gli argini del torrente Mela soggette a evoluzione dinamica fluviale.

Alluvioni recenti e depositi di spiaggia sabbioso-ghiaiosi, che sono potenzialmente soggetti all'intrusione di acqua marina in caso di fortissime mareggiate o possibili maremoti; oltre a questi fattori, che incidono negativamente sull'area in esame, si aggiunge l'elevato rischio idrogeologico, per la vicinanza con il torrente Mela, che pertanto deve essere rigorosamente monitorato con servizi di pulizia e dragaggio dell'alveo torrentizio.

Dal punto di vista geologico il territorio interessato, si inquadra come facente parte di una foce alluvionale, quindi i sedimenti alluvionali/marini incoerenti granulometricamente presentano un'estrema variabilità.

In questa zona prevalgono i litotipi sabbioso-ghiaiosi.

I materiali, che costituiscono il pacco alluvionale, rappresentano il risultato di processi di degradazione ed erosione meccanica dei M. Peloritani, provenienza che giustifica variazioni nella litologia e nella granulometria, trattandosi di depositi di fiumara che alterna a brevi periodi di piena prolungati periodi di magra.

Correlando i dati del rilievo geologico e delle indagini elettriche effettuate più a monte, è intuibile uno spessore di tali depositi nella zona oggetto di studio che è di circa 100 m e che poggia direttamente sulle Argille Azzurre.

### 8.1.2. Caratteristiche idrogeologiche

In questa fase è stato possibile approfondire lo studio idrogeologico, raccogliendo, dove è stato possibile l'accesso, dati sui pozzi scavati a mano, cui pescano la maggior parte delle singole abitazioni di quest'area, potendo così tracciare una curva isopiezometrica di un metro dal livello medio del mare rappresentativa delle condizioni idrogeologiche del pacco alluvionale.

Nell'area in oggetto sono state individuate così le probabili direzioni di flusso delle acque sotterranee e le caratteristiche geometriche degli acquiferi e della falda. La ricostruzione dell'andamento della falda mette in evidenza un generale deflusso sotterraneo verso Nord-Ovest.

Sulla scorta degli studi geologici e litologici di superficie, può essere formulata una verosimile identificazione delle caratteristiche idrogeologiche del territorio in esame.

Infatti, la circolazione delle falde acquifere è condizionata dalla distribuzione e sovrapposizione di terreni a differente permeabilità e quindi della "trasmissività".

Nell'area in esame si è cartografato un litotipo idrogeologico, ascrivibile a terreni ad alta permeabilità; la falda risulta libera e con un grado di vulnerabilità alto per la mancanza di una copertura di suolo o materiale più fine sommitale, che proteggono la falda da possibili sostanze inquinanti provenienti dall'alto; a questa classe vanno ascritti tutti i terreni dotati di porosità, in cui la permeabilità è una caratteristica del litotipo e viene definita "permeabilità primaria".

La falda acquifera, la cui circolazione è essenzialmente relegata nell'ambito dei livelli a permeabilità più elevata si trova a circa 4-5 m dal p.c.

Nell'area oggetto di indagine è stato possibile così tracciare due curve isopiezometriche a quota 1,0 m s.l.m. (vedi carta idrogeologica allegato B3).

Il gradiente idraulico assume valori di 0,5-0,8%.

Nella piana alluvionale costiera la ricarica annuale avviene rapidamente in coincidenza con le consistenti piogge autunnali e viene assicurata per il resto dell'anno attraverso le numerose modeste sorgenti localizzate nella zona montuosa e nella fascia collinare. Il regime della ricarica risulta fluttuante: massimo nel semestre autunno-inverno e minimo a partire dalla tarda primavera. Ciò comunque assicura un persistente deflusso sotterraneo nel subalveo, anche se con notevoli variazioni di livello e di portata (Coltro *et al.*, 1980).

Un valido strumento per la corretta gestione delle risorse idriche di un territorio è rappresentato anche dalla valutazione della vulnerabilità intrinseca degli acquiferi all'inquinamento. Va definito quindi il livello di rischio di deterioramento, cui tali risorse sono esposte e vanno adottati, in fase di programmazione territoriale e di pianificazione urbanistica, tutti quegli accorgimenti utili ad evitare il verificarsi di fenomeni indesiderati.

Nel territorio comunale, come si è precisato sopra, una delle maggiori risorse idriche è rappresentata dalle falde presenti nella fascia costiera, in particolare la piana di Barcellona - Milazzo. In essa tuttavia sono diffusi gli insediamenti residenziali ad alta densità abitativa, in gran parte privi di infrastrutture di smaltimento e trattamento dei rifiuti solidi e liquidi, nonché attività agricole ed importanti nuclei industriali. In tali condizioni il rischio di deterioramento delle risorse idriche sotterranee è notevole, tenuto conto delle condizioni idrogeologiche e dell'assenza di corretti metodi di gestione delle risorse naturali.

Oltre alla permeabilità dei terreni ed alla loro geometria, un'incidenza determinante risulta avere la profondità della falda, che viene ad assumere un ruolo primario nella valutazione della vulnerabilità. In corrispondenza della



piana costiera e lungo gli alvei dei corsi d'acqua, laddove la superficie della falda si trova a profondità variabili da pochi metri ad alcune decine di metri dal piano campagna, si riconoscono condizioni di vulnerabilità più elevate.

### 8.1.3. Caratteristiche tecniche dei terreni desunte dalle indagini geognostiche

Le caratteristiche tecniche dei terreni di quest'area sono state desunte dalle seguenti indagini geognostiche, eseguite nell'anno 1999 in un'altra area poco vicina:

N°1 Prova penetrometrica continue dinamiche: P33;

N°1 Base sismica a rifrazione: T32;

La perimetrazione attuale si inquadra sullo stesso tipo di depositi investigati nel 1999, e pertanto i dati vengono utilizzati anche per definire le caratteristiche geotecniche e sismiche del sito.

È stato possibile effettuare una zonizzazione delle caratteristiche geotecniche che è stata espressa in dettaglio nella carta litotecnica "Zona Mare - Battifoglia" Allegato E3.

Trattasi generalmente di depositi alluvionali a prevalente componente sabbioso-ghiaiosa.

Sono state distinte le seguenti zone ritenute omogenee dal punto di vista geotecnico:

*Alluvioni* a predominanza sabbioso-ghiaiosa almeno fino a 4-6 m dal p.c. (Sondaggi P33-T32); si possono attribuire i seguenti parametri geotecnici:

- *Peso di volume*  $= 1,8t/m^3$  ;
- *Angolo di attrito interno*  $= 36^\circ$ ;
- *Coesione*  $c = 0,0t/m^2$  ;
- *Densità relativa*  $Dr = 60\%$ .

### 8.1.4. Pericolosità sismica

Le caratteristiche sismiche dei terreni di quest'area sono state desunte dal rilievo geologico, nonché dall'esecuzione delle indagini sismiche consistenti in:

N°1 Base sismica a rifrazione: T32 (anno 1999);

Il substrato argilloso, presumibilmente profondo un centinaio di metri, non determina un forte contrasto di velocità delle onde sismiche; si può assumere uno spettro elastico normalizzato di accelerazioni per condizioni locali di tipo S1, escludendo amplificazioni sismiche locali; anche se la falda può raggiungere livelli di 3-4 m dal p.c., visti i depositi prettamente sabbioso-ghiaiosi, si escludono fenomeni di liquefazione .

E' stata distinta la seguente zona ritenuta omogenea dal punto di vista elastico:

Da 1 a 6 m dal p.c.

- *Velocità delle onde P*  $V_p = 556 m/sec$  ;
- *Velocità delle onde S*  $V_s = 222m/sec$  ;
- *Modulo di taglio*  $= 9E+02Kg/cm^2$
- *Modulo di Young*  $E = 2,5E+03Kg/cm^2$
- *Modulo di Incompressibilità*  $K = 4,4E+03Kg/cm^2$
- *Rigidità o impedenza sismica*  $R=0,39$
- *Coefficiente di fondazione*  $= 1.2$

#### 8.1.4.1. Indagini integrative previste dall'Allegato A fase (B) strumenti urbanistici attuativi - fase di dettaglio (B2)

Rispetto alla perimetrazione del 1999, quest'area ha subito una lieve modifica in estensione rispetto all'attuale perimetrazione, ma tale da poterla ritenere accettabile ai fini della correlazione delle caratteristiche geologiche, idrogeologiche e tecniche, mentre, dal punto di vista sismico, considerato che la zona è stratigraficamente molto chiara, si è resa sufficiente la rielaborazione della traversa sismica T32 a rifrazione, effettuata nel 1999, sia per la

valutazione della morfologia del *bedrock*, della stratigrafia di massima e del tipo di suolo classificato secondo le Vs30, del periodo fondamentale del deposito e delle caratteristiche di amplificazione del moto sismico.

Indagine eseguita: n°1 Rifrazione (T32 del 1999)

VS30 (m/s): 557

Possibile Tipo di Suolo: B

Frequenza di risonanza del sito: Hz 1,39 per uno spessore H di circa 100 m

Periodo fondamentale del deposito: 0,7sec per uno spessore H di circa 100 m

I valori di cui sopra non danno fenomeni di risonanza.

Concludendo, questi affioramenti dal punto di vista sismico non presentano amplificazioni del moto del suolo in occasioni di eventi sismici dovute a forte differenza di risposta sismica tra il deposito alluvionale VS (m/s): 557 e il sottostante substrato argilloso-calcarenitico profondo circa 100 m dal p.c..

### 8.1.5. Pericolosità geologica

L'area che ricade nella fascia "Zona Mare - Battifoglia" compresa vicino la foce del torrente Mela in sinistra orografica presenta situazioni locali che possiedono livelli di pericolosità geologica (geomorfologica) media.

Le alluvioni recenti e i depositi sabbioso-ghiaiosi di spiaggia in quest'area, sono potenzialmente e raramente soggetti all'intrusione di acqua marina in caso di fortissime mareggiate o possibili maremoti, che si potrebbero generare in caso di fortissimi sismi paragonabili a quello del 1908 di Messina.

*Ai fini della protezione civile degli abitanti di questa zona, si rende necessaria la costruzione di una strada alternativa all'unica esistente, che si dovrebbe collegare con quella del lungomare; infatti in caso in caso di alluvionamenti, forti mareggiate o maremoti; questa avrà la funzione di garantire una via di fuga verso zone a minor rischio.*

I parametri geotecnici riportati in allegato E3 nella "carta litotecnica", si possono utilizzare per la verifica della stabilità strutturale di *massima* di fabbricati già esistenti.

La pericolosità geologica risulta bassa in quanto l'area è sub pianeggiante e regolarmente degradante verso la linea di costa, ma è necessario che il T. Mela e il T. Idria, che confinano con l'area oggetto di piano particolareggiato, siano opportunamente monitorati e tenuti in condizioni idrauliche ottimali.

La conferma definitiva della pericolosità geologica va approfondita puntualmente con la verifica per suscettività da liquefazione delle sabbie in caso di eventi sismici.

Questi depositi alluvionali sono caratterizzati da rapporti tra ampiezza spettrale della componente orizzontale del moto del suolo alla superficie e ampiezza spettrale della componente verticale del moto del suolo alla superficie di 0,7-1,0 e frequenza di risonanza di 0,6-1 Hz; in queste condizioni l'amplificazione sismica locale non presenta effetti rilevanti.

### 8.2. Zona Sante – Battifoglia

*Si premette che questa zona è stata oggetto di studio geologico di piano particolareggiato da parte del Dott. Scilipoti di cui si prendono in considerazione i dati rilevati dai sondaggi, che fanno parte integrante del presente studio, come allegato aggiuntivo da riprodurre a cura dell'Amministrazione Comunale.*

Ai fini dello Studio Geologico Particolareggiato anno 1999, integrato alle Prescrizioni esecutive (PP.EE.) del P.R.G. (Circ. n°3/DRA/ del 20/06/2014 emanata dall'ARTA)

*Per questa area sono state prodotte:*

*Allegato A fase (B) strumenti urbanistici attuativi - fase di dettaglio (B2) Scala 1:2.000*

Allegati: **A2** (CARTA GEOLOGICA)

“ **B2** (CARTA IDROGEOLOGICA)

“ **C2** (CARTA GEOMORFOLOGICA)

“ **D2-** (CARTA DELLE INDAGINI)

- “ **E2** (CARTA LITOTECNICA)
- “ **F2** (CARTA DELLE PRESCRIZIONI ED INDICAZIONI ESECUTIVE)

8.2.1. Indagini integrative previste dall'Allegato A fase (B) strumenti urbanistici attuativi - fase di dettaglio (B2)

Rispetto alla perimetrazione dell'area delimitata nel 1999, quest'area ha subito una lieve modifica, ma tale da poterla ritenere accettabile ai fini della correlazione delle caratteristiche geologiche, idrogeologiche e tecniche, mentre dal punto di vista sismico si è eseguita un'indagine di tipo MASW per la valutazione della morfologia del *bedrock*, della stratigrafia di massima e del tipo di suolo classificato secondo le Vs30, del periodo fondamentale del deposito e delle caratteristiche di amplificazione del moto sismico.

Indagine eseguita: MASW n.1 (L=36m)

VS30 (m/s): 345

Possibile Tipo di Suolo: c

Frequenza di risonanza del sito: Hz 0,86 per uno spessore H di circa 100 m

Periodo fondamentale del deposito: 1,15 sec per uno spessore H di circa 100 m.

I valori di cui sopra, anche se potrebbero dare fenomeni di risonanza, non risultano presentare amplificazioni del moto del suolo in occasioni di eventi sismici dovute a forte differenza di risposta sismica tra il deposito alluvionale VS (m/s): 345 e il sottostante substrato argilloso - calcarenitico profondo circa 100 m dal p.c..

8.2.2. Pericolosità geologica

L'area che ricade nella fascia "Sante Battifoglia" presenta situazioni locali che possiedono livelli di pericolosità geologica bassa.

I parametri geotecnici riportati in allegato E2 nella "carta litotecnica" e dedotti dallo studio del P.P. del Dott. Scilipoti, si possono utilizzare per la verifica della stabilità strutturale di *massima* di fabbricati già esistenti.

La pericolosità geologica risulta bassa in quanto su un'area sub pianeggiante e regolarmente degradante verso la linea di costa, ma è necessario che il T. Longano, che contiene l'area Battifoglia del piano particolareggiato, sia opportunamente monitorato e tenuto in buone condizioni idrauliche.

La conferma definitiva della pericolosità geologica va approfondita puntualmente con la verifica per suscettività da liquefazione delle sabbie in caso di eventi sismici.

**9. PARCO LINEARE-CENTRO – QUATTALARI CENTINEO, CHIESA BASILIANI**

Studio Geologico Particolareggiato anno 1999, integrato alle Prescrizioni esecutive (PP.EE.) del P.R.G. (Circ. n°3/DRA/ del 20/06/2014 emanata dall'ARTA)

*Allegato A fase (B) strumenti urbanistici attuativi - fase di dettaglio (B2) Scala 1:2.000*

Allegati: **A4** (CARTA GEOLOGICA)

- “ **B4** (CARTA IDROGEOLOGICA)
- “ **C4** (CARTA GEOMORFOLOGICA)
- “ **D4** (CARTA DELLE INDAGINI)

“ **E4 (CARTA LITOTECNICA)**

“ **F4 (CARTA DELLE PRESCRIZIONI ED INDICAZIONI ESECUTIVE)**

### 9.1. Lineamenti morfologici e caratteri geologici

Per riconoscere la litologia e le caratteristiche geotecniche dei terreni fino a 18 m dal p.c. e dei dati sufficienti alla definizione delle caratteristiche geo-strutturali dell'area in oggetto, nell'anno 1999 è stato necessario effettuare un rilievo geologico di dettaglio esteso al di fuori dell'area di stretto interesse e fu eseguita una campagna di indagini geognostiche, alla quale si fa riferimento nella presente integrazione.

Quest'area ricade nella tavoletta in scala 1:25.000, denominata Barcellona P.G. del Foglio 253 II° N.E. e Furnari 253III N.E. della carta d'Italia edita dall'I.G.M. ed è ubicata in parte sulla fascia alluvionale e in parte all'inizio della fascia collinare barcellonese.

Da un'analisi della morfologia a larga scala, si può notare che l'area studiata è condizionata dai litotipi che caratterizzano gli affioramenti dell'area; in particolar modo in prossimità degli affioramenti delle Argille azzurre la morfologia è molto blanda e ondulata con pendenze comprese tra 10 e 20% (zona Quattalari e Monte Croci-Chiesa Basiliari), presentano una media deformazione plastica nei primi 2-3 m dal p.c. nella porzione più alterata e degradata. In prossimità degli affioramenti delle Ghiaie e Sabbie di Messina, in genere le pendenze sono comprese tra il 20 e il 40%, presentando una buona stabilità geomorfologica, ma vista l'alta erodibilità di questo litotipo è consigliabile canalizzare in maniera tecnicamente corretta le acque meteoriche nell'area che sarà modificata da interventi antropici; gli affioramenti delle Ghiaie e Sabbie con acclività >del 40% sono dotati di medio-bassa stabilità geomorfologica a causa dei processi erosivi con associate possibili frane, che tendono a ristabilire l'equilibrio naturale livellando queste aree verso pendenze minori.

E' da rilevare la presenza di un terrazzo marino nella zona di S. Antonio con depositi prettamente ghiaiosi, che si trova a quota 70 m s.l.m. e che testimonia uno stazionamento marino avvenuto nel Pleistocene superiore e un sollevamento globale dell'area (o abbassamento del livello marino), avvenuto in tempi geologici recenti e collegato ai movimenti neotettonici dell'area tirrenica.

Sotto il profilo strutturale, non si sono rinvenute faglie, che possano essere di pregiudizio per la stabilità dell'area dal punto di vista sismico; per quanto riguarda i caratteri idrografici, è da segnalare la presenza di due spartiacque idrologici in corrispondenza della zona Quattalari e S. Antonio (vedi all. B4 carta idrogeologica).

Nella area "Quattalari" si sono riscontrate delle zone di alto rischio idrogeologico, ubicate in due tratti di fondovalle con canali di scolo regimati a tratti in tubazioni sotterranee, che non garantiscono un deflusso regolare delle acque incanalate; pertanto sarà opportuno incanalare e regimare le acque in maniera tecnicamente corretta dal punto di vista idraulico, per diminuire il rischio di esondazioni e danni alle vicine costruzioni.

### 9.2. Caratteristiche idrogeologiche

In questa fase è stato possibile approfondire lo studio idrogeologico raccogliendo, dove è stato consentito l'accesso, dati su pozzi scavati a mano e trivellati; non è stato possibile tracciare delle curve isopiezometriche per la mancanza di dati sufficienti circa la profondità della falda.

Sicuramente è presente una falda libera, anche se di piccola entità, che si trova quasi al contatto tra le Ghiaie e Sabbie di Messina altamente permeabili e ad elevato grado di vulnerabilità e le sottostanti Argille Azzurre impermeabili privi di circolazione idrica sotterranea.

Queste condizioni idrogeologiche danno una scarsa importanza a questa eventuale falda libera, ma, se proprio si vuole scegliere come zona per sfruttamento di risorse idriche per i fabbisogni della cittadinanza, lo si può fare perforando tutto il deposito argilloso (spesso circa 70 m in prossimità della Zona Quattalari) e raggiungendo la falda nelle sottostanti calcareniti; in queste condizioni la falda è a pressione (falda artesianica) con presumibili buone portate e basso grado di vulnerabilità. Ovviamente vanno accertati eventuali fenomeni di insalinamento.

Nella zona Centro e lungo l'asse del vecchio tracciato ferroviario si possono trarre delle valutazioni idrogeologiche generali dallo studio geologico per il P.R.G., effettuato precedentemente, e nel quale sono riportate le condizioni idrologiche e di vulnerabilità degli acquiferi su tutto il territorio comunale e i cui risultati sono stati oggetto di rappresentazione cartografica a scala 1:10.000 (allegato n°3).

In questa fase si è approfondito lo studio idrogeologico, raccogliendo, dove è stato possibile l'accesso, dati sui pozzi scavati a mano o trivellati; vista la zona intensamente urbanizzata non è stato possibile tracciare le curve isopiezometriche rappresentative delle condizioni idrogeologiche del pacco alluvionale.

Sulla scorta degli studi geologici e litologici di superficie, può essere formulata una verosimile identificazione delle caratteristiche idrogeologiche del territorio in esame. Infatti la circolazione delle falde acquifere è condizionata dalla distribuzione e sovrapposizione di terreni a differente permeabilità e quindi della "trasmissività".

Per maggiore comodità esplicativa viene effettuata una distinzione in ordine sia al tipo di permeabilità, che alle classi dei terreni che presentano analoghe caratteristiche in tal senso.

Nell'area in esame si possono distinguere:

- 1) terreni ad alta permeabilità;
- 2) terreni a permeabilità medio-bassa.

#### 1) Terreni ad alta permeabilità

A questa classe vanno ascritti tutti i terreni dotati di porosità, in cui la permeabilità è una caratteristica del litotipo e viene definita "permeabilità primaria".

Nel caso in esame vi appartiene il litotipo sabbioso-ghiaioso in cui però il grado di vulnerabilità è piuttosto elevato.

Associate ad esso vi sono delle zone limose a permeabilità più bassa, ma globalmente per questa zona si può dire che la falda risulta libera e senza protezione con un elevato grado di vulnerabilità.

A titolo orientativo si può suggerire il seguente campo di variabilità del coefficiente di permeabilità:

$10^{-2} < k < 10^{-1}$  cm/sec.

#### 2) Terreni a permeabilità medio-bassa

Sono costituiti dai livelli limosi con gli interstrati argillosi, che contribuiscono alla formazione di corpi idrici multifalda con circolazione idrica variabile nel pacco alluvionale; ove prevalgono queste litologie il grado di vulnerabilità della falda diminuisce.

A titolo orientativo si può suggerire il seguente campo di variabilità del coefficiente di permeabilità:

$10^{-2} < k < 10^{-1}$  cm/sec

La falda acquifera presente nei depositi alluvionali è di tipo libero e defluisce verso Nord, sostenuta dai terreni a bassa permeabilità come le sottostanti argille pleistoceniche.

Il gradiente idraulico assume valori di 0,5-0,8‰.

Nella piana alluvionale costiera la ricarica annuale avviene rapidamente in coincidenza con le consistenti piogge autunnali e viene assicurata per il resto dell'anno attraverso le numerose modeste sorgenti localizzate nella zona montuosa e nella fascia collinare. Il regime della ricarica risulta fluttuante: massimo nel semestre autunno-inverno e minimo a partire dalla tarda primavera. Ciò comunque assicura un persistente deflusso sotterraneo nel subalveo, anche se con notevoli variazioni di livello e di portata (Coltro *et al.*, 1980).

Un valido strumento per la corretta gestione delle risorse idriche di un territorio è rappresentato anche dalla valutazione della vulnerabilità intrinseca degli acquiferi all'inquinamento. Va definito quindi il livello di rischio di deterioramento, cui tali risorse sono esposte e vanno adottati, in fase di programmazione territoriale e di pianificazione urbanistica, tutti quegli accorgimenti utili ad evitare il verificarsi di fenomeni indesiderati.

Nel territorio comunale, come si è precisato sopra, una delle maggiori risorse idriche è rappresentata dalle falde presenti nella fascia costiera, in particolare la piana di Barcellona - Milazzo. In essa tuttavia sono diffusi gli insediamenti residenziali ad alta densità abitativa, in gran parte privi di infrastrutture di smaltimento e trattamento

dei rifiuti solidi e liquidi, nonché attività agricole ed importanti nuclei industriali. In tali condizioni il rischio di deterioramento delle risorse idriche sotterranee è notevole, tenuto conto delle condizioni idrogeologiche e dell'assenza di corretti metodi di gestione delle risorse naturali.

Oltre alla permeabilità dei terreni e alla loro geometria, un'incidenza determinante risulta avere la profondità della falda, che viene ad assumere un ruolo primario nella valutazione della vulnerabilità. In corrispondenza della piana costiera e lungo gli alvei dei corsi d'acqua, laddove la superficie della falda si trova a profondità variabili da pochi metri ad alcune decine di metri dal piano campagna, si riconoscono condizioni di vulnerabilità più elevate.

Studi condotti su tale acquifero (Ferrara *et al.*, 1993) hanno evidenziato una diffusa condizione di elevata vulnerabilità in quasi tutta l'area della piana alluvionale costiera, con accentuazioni in particolari settori. A ciò si aggiunge il rischio di insalimento delle acque, per un'alterazione dell'equilibrio naturale dovuta ad un eccessivo ed incontrollato emungimento della falda.

Fino ad oggi tuttavia le falde, nel loro complesso, riescono a sopportare il carico inquinante, grazie ai processi di autoepurazione connessi all'effetto filtrante, esercitato dal non saturo ed alla locale protezione determinata dalla copertura di terreno vegetale e dalla presenza di lenti limose particolarmente estese, specie laddove la superficie della falda si pone ad una certa profondità dal piano campagna.

Nella zona Centro e lungo l'asse del vecchio tracciato ferroviario si possono fare le seguenti valutazioni idrogeologiche: il substrato argilloso si trova a profondità variabile da 0 a 20 m dal p.c. e la falda libera esistente ha scarsa importanza, trovandosi relegata soltanto al contatto tra il pacco alluvionale e le sottostanti Argille Azzurre; infatti in prossimità del carotaggio S2 è stata rinvenuta la presenza di acqua a circa 14 m dal p.c. e lo spessore complessivo del pacco alluvionale è di circa 20 m

### 9.3. Caratteristiche tecniche dei terreni desunte dalle indagini geognostiche

Le caratteristiche tecniche dei terreni di quest'area sono state desunte dalle seguenti indagini geognostiche, eseguite nel 1999, e pertanto i dati vengono utilizzati anche per definire le caratteristiche geotecniche e sismiche del sito.

È stato possibile effettuare una zonizzazione delle caratteristiche geotecniche, che è stata espressa in dettaglio nella carta litotecnica Allegato E4.

Sono state effettuate le seguenti indagini geognostiche:

N°2 Carotaggio S2-S7

N°8 Prove penetrometriche continue dinamiche: P37-P44-P45-P46-P48-P49-P34-P47;

N°9 Basi sismiche a rifrazione: T3-T4 T5-T6 T7-T24 T25-T26 T27;

N°1 sismica in foro tipo down hole Dh2;

N°1 Campionatura microtremore Z2;

Prove di laboratorio consistenti in:

- determinazione delle caratteristiche fisiche e granulometriche (W;s;eo;n;Sr)
- determinazione della coesione e dell'angolo di attrito interno.
- determinazione dei parametri di compressibilità (prove edometriche)

È stato possibile effettuare una zonizzazione delle caratteristiche geotecniche, che è stata espressa in dettaglio nella carta litotecnica "Zona Parco lineare -Centro - Quattalari" allegato E4.

Sono state distinte le seguenti zone ritenute omogenee dal punto di vista geotecnico:

detrito sabbioso (spessore massimo 2 m)

- *Peso di volume* =  $1,75t/m^3$  ;
- *Angolo di attrito interno* =  $27^\circ$ ;
- *Coesione*  $c = 0,0t/m^2$  ;
- *Densità relativa*  $Dr = 50\%$ .

Alluvioni a prevalente composizione limosa (Sondaggi P44):

si possono attribuire i seguenti parametri geotecnici:

- *Peso di volume* =  $1,75 \text{ t/m}^3$  ;
- *Angolo di attrito interno* =  $20^\circ$ ;
- *Coesione*  $c = 0,34 \text{ t/m}^2$  ;
- *Densità relativa*  $D_r = 70\%$ .

Alluvioni a predominanza limosa con materiale di riporto fino a 3-4 m dal p.c.(Sondaggi S2-T24-Dh2):si possono attribuire i seguenti parametri geotecnici:

- *Peso di volume* =  $1,75 \text{ t/m}^3$  ;
- *Angolo di attrito interno* =  $20^\circ$ ;
- *Coesione*  $c = 0,20 \text{ t/m}^2$  ;
- *Densità relativa*  $D_r = 60\%$ .

seguono sedimenti sabbioso-limosi fino a 11 m dal p.c.:

- *Peso di volume* =  $2,06 \text{ t/m}^3$  ;
- *Angolo di attrito interno* =  $20^\circ$ ;
- *Coesione*  $c = 1,55 \text{ t/m}^2$  ;
- *Densità relativa*  $D_r = 80\%$ .

seguono sabbie e ghiaie fino a 15-25 m in appoggio stratigrafico sulle Argille Azzurre;

- *Peso di volume* =  $2 \text{ t/m}^3$  ;
- *Angolo di attrito interno* =  $34^\circ$ ;
- *Coesione*  $c = 0,00 \text{ t/m}^2$  ;
- *Densità relativa*  $D_r = 85\%$ .

Alluvioni a prevalenza ghiaiosa con spessore da 5 m (Via Cairoli) a 12-15 m (Chiesa di S.Giovanni); il substrato è rappresentato dalle Argille Azzurre (Sondaggi P45-P46-T25-T26-T27), alle quali si possono attribuire i seguenti parametri geotecnici:

- *Peso di volume* =  $2 \text{ t/m}^3$  ;
- *Angolo di attrito interno* =  $34^\circ$ ;
- *Coesione*  $c = 0,0 \text{ t/m}^2$  ;
- *Densità relativa*  $D_r = 80\%$ .

Alluvioni costituite da limi nei primi 3-4 m dal p.c. (Sondaggi SEV1- P47-P48-P49-T3-T4-T5):

si possono attribuire i seguenti parametri geotecnici:

- *Peso di volume* =  $1,8 \text{ t/m}^3$  ;
- *Angolo di attrito interno* =  $23^\circ$ ;
- *Coesione*  $c = 0,25 \text{ t/m}^2$  ;
- *Densità relativa*  $D_r = 65\%$ .

seguono depositi sabbiosi con interstrati ghiaiosi:

- *Peso di volume* =  $2 \text{ t/m}^3$  ;

- *Angolo di attrito interno* =  $34^{\circ}$ ;
- *Coesione*  $c = 0,0 \text{ t/m}^2$  ;
- *Densità relativa*  $D_r = 70-80\%$ .

Alluvioni sabbioso-ghiaiose (Sondaggi P34): si possono attribuire i seguenti parametri geotecnici:

- *Peso di volume* =  $1,9 \text{ t/m}^3$  ;
- *Angolo di attrito interno* =  $32^{\circ}$ ;
- *Coesione*  $c = 0,0 \text{ t/m}^2$  ;
- *Densità relativa*  $D_r = 80\%$ .

Alluvioni di fondovalle, costituite da limi nella zona "Quattalari" (0-3 m dal p.c.) (Sondaggi P37-T6):  
si possono attribuire i seguenti parametri geotecnici:

- *Peso di volume* =  $1,8 \text{ t/m}^3$  ;
- *Angolo di attrito interno* =  $23^{\circ}$ ;
- *Coesione*  $c = 0,2 \text{ t/m}^2$  ;
- *Densità relativa*  $D_r = 60\%$ .

seguono depositi sabbiosi con interstrati ghiaiosi:

- *Peso di volume* =  $2 \text{ t/m}^3$  ;
- *Angolo di attrito interno* =  $34^{\circ}$ ;
- *Coesione*  $c = 0,0 \text{ t/m}^2$  ;
- *Densità relativa*  $D_r = 70-80\%$ .

Depositi ghiaiosi del terrazzo marino (spessore 2 m).

- *Peso di volume* =  $1,8 \text{ t/m}^3$  ;
- *Angolo di attrito interno* =  $36^{\circ}$ ;
- *Coesione*  $c = 0,0 \text{ t/m}^2$  ;
- *Densità relativa*  $D_r = 65\%$ .

Formazione delle Ghiaie e Sabbie di Messina, (litotipo sabbioso)

- *Peso di volume* =  $1,8 \text{ t/m}^3$  ;
- *Angolo di attrito interno* =  $28^{\circ}$ ;
- *Coesione*  $c = 0,0 \text{ t/m}^2$  ;
- *Densità relativa*  $D_r = 70\%$ .

Formazione delle Argille Azzurre (sondaggi S7-P37-T37):

-porzione alterata e degradata (spessore 1,5-2 m dal p.c.):

- *Peso di volume* =  $1,9 \text{ t/m}^3$  ;
- *Angolo di attrito interno* =  $17^{\circ}$ ;
- *Coesione*  $c = 2,04 \text{ t/m}^2$  ;

-seguono Argille Azzurre a media compattezza presenti sotto la coltre alterata e degradata:

- *Peso di volume* =  $2,03 \text{ t/m}^3$  ;



- *Angolo di attrito interno*  $=21^{\circ}$ ;
- *Coesione*  $c = 3,72 \text{ t/m}^2$  ;
- *Indice di consistenza*  $I_c = 1,43$ ;
- *Limite liquido*  $W_l = 47\%$
- *Limite plastico*  $W_p = 32\%$
- *-Prova edometrica per pressioni di consolidazione di  $1 \text{ Kg/cm}^2$*
- $t_{50} = 18,9$        $t_{100} = 130,05$
- *Coefficiente di consolidazione*  $= 0,000163$
- *Coefficiente di permeabilità*  $= 1,92 \text{E-}09$
- *Modulo edometrico*  $= 4147 \text{ KN/m}^2$
- *-Prova edometrica per pressioni di consolidazione di  $2 \text{ Kg/cm}^2$*
- $t_{50} = 2,75$        $t_{100} = 21,94$
- *Coefficiente di consolidazione*  $= 0,00109$
- *Coefficiente di permeabilità*  $= 1,8 \text{E-}08$
- *Modulo edometrico*  $= 6069 \text{ KN/m}^2$

#### 9.4. Pericolosità sismica

Le caratteristiche sismiche dei terreni di quest'area sono state desunte dal rilievo geologico, nonché dall'esecuzione delle indagini sismiche effettuate nel 1999 consistenti in:

N°9 Basi sismiche a rifrazione: T3-T4 T5-T6 T7-T24 T25-T26 T27;

N°1 sismica in foro tipo down hole Dh2;

N°1 Campionatura microtremore Z2;

Sono state distinte le seguenti zone ritenute omogenee dal punto di vista elastico-dinamico:

-Zone ad elevata pericolosità sismica locale (da considerarsi nelle aree a media pericolosità geologica) comprendenti zone con acclività  $>40\%$  nel litotipo sabbioso delle sabbie e ghiaie di Messina che durante eventi sismici possono innescare fenomeni franosi; zone di cocuzzolo-dorsale che in occasione di eventi sismici presentano delle amplificazioni diffuse del moto del suolo (terrazzo marino della zona di S. Antonio); zone di ciglio di terrazzo marino che rappresentano delle scarpate di 2-3 m di altezza che scontornano il terrazzo marino suddetto; la presenza di depositi alluvionali di fondo valle (spessore 0-6m;  $V_s = 262 \text{ m/sec}$ ), poggianti su argille azzurre ( $V_s = 543 \text{ m/sec}$ ) dà possibili amplificazioni del moto del suolo; sulle alluvioni della piana si generano effetti di sito con rapporti tra ampiezza spettrale della componente orizzontale e quella verticale del moto del suolo alla superficie pari a 5, frequenza di risonanza 5Hz (valori sperimentali; modello 1D ) (vedi campionatura microtremore Z2); ad essi appartengono i seguenti litotipi:

Alluvioni costituite da limi nei primi 3-4 m dal p.c., seguono depositi sabbioso-ghiaiosi fino a 19 m dal p.c. (Sondaggi SEV1- P47-P48-P49-T3-T4-T5):

si possono attribuire i seguenti parametri elastici:

Da 0 a 3 m dal p.c.:

*Velocità delle onde P*  $V_p = 220 \text{ m/sec}$  ;

*Velocità delle onde S*  $V_s = 88 \text{ m/sec}$  ;

*Modulo di taglio* = 148Kg/cm<sup>2</sup>  
*Modulo di Young E* = 415Kg/cm<sup>2</sup>  
*Modulo di Incompressibilità K* = 670Kg/cm<sup>2</sup>  
*Rigidità o impedenza sismica R*=0,14  
*Coefficiente di fondazione* =1.2  
*Da 3 a 8-12 m dal p.c.*  
*Velocità delle onde P Vp* =397-588 m/sec ;  
*Velocità delle onde S Vs* =218-235m/sec ;  
*Modulo di taglio* = 0,9-1E+03Kg/cm<sup>2</sup>  
*Modulo di Young E* = 2,3-2,8E+03Kg/cm<sup>2</sup>  
*Modulo di Incompressibilità K* = 1,8-5,2E+03Kg/cm<sup>2</sup>  
*Rigidità o impedenza sismica R*=0,39  
*Coefficiente di fondazione* =1.2

Alluvioni a predominanza sabbiosa con interstrati ghiaiosi, ai quali si possono attribuire i seguenti parametri elastici:

*Da 0 a 4 m dal p.c.*  
*Velocità delle onde P Vp* =319 m/sec ;  
*Velocità delle onde S Vs* = 127m/sec ;  
*Modulo di taglio* = 2,1-3,5E+2Kg/cm<sup>2</sup>  
*Modulo di Young E* = 0,7-1,3E+04Kg/cm<sup>2</sup>  
*Modulo di Incompressibilità K* = 1,2-2,2E+04Kg/cm<sup>2</sup>  
*Rigidità o impedenza sismica R*=0,2  
*Coefficiente di fondazione* =1.2  
*Da 4 a 18 m dal p.c.*  
*Velocità delle onde P Vp* =577 m/sec ;  
*Velocità delle onde S Vs* =310 m/sec ;  
*Modulo di taglio* = 1,8E+03Kg/cm<sup>2</sup>  
*Modulo di Young E* =4,7E+03Kg/cm<sup>2</sup>  
*Modulo di Incompressibilità K* = 3,9E+03Kg/cm<sup>2</sup>  
*Rigidità o impedenza sismica R*=0,58  
*Coefficiente di fondazione* =1.1

Alluvioni a prevalenza ghiaiosa con spessore da 5 m (Via Cairoli) a 12-15 m (Chiesa di S.Giovanni); il substrato è rappresentato dalle Argille Azzurre (Sondaggi P45-P46-T25-T26-T27), alle quali si possono attribuire i seguenti parametri elastici:

*Da 2 a 6 m dal p.c.:*  
*Velocità delle onde P Vp* =346-371 m/sec ;  
*Velocità delle onde S Vs* = 138-148 m/sec ;  
*Modulo di taglio* = 3,6-4E+02Kg/cm<sup>2</sup>  
*Modulo di Young E* = 1,1E+03Kg/cm<sup>2</sup>  
*Modulo di Incompressibilità K* = 1,9E+03Kg/cm<sup>2</sup>  
*Rigidità o impedenza sismica R*=0,24  
*Coefficiente di fondazione* =1.2

*Da 6 a 12 m dal p.c.*  
*Velocità delle onde P Vp* =661-668 m/sec ;  
*Velocità delle onde S Vs* = 235-264 m/sec ;  
*Modulo di taglio* = 1,1-1,3E+03Kg/cm<sup>2</sup>  
*Modulo di Young E* = 3-3,7E+03Kg/cm<sup>2</sup>  
*Modulo di Incompressibilità K* = 6,6-7E+03Kg/cm<sup>2</sup>

*Rigidità o impedenza sismica  $R=0,44$*

*Coefficiente di fondazione  $=1.2$*

Alluvioni a predominanza limosa con materiale di riporto fino a 3-4 m dal p.c. (Sondaggi S2-T24-Dh2); si possono attribuire i seguenti parametri elastici:

Da 0 a 2 m dal p.c.:

*Velocità delle onde P  $V_p = 238$  m/sec ;*

*Velocità delle onde S  $V_s = 119$  m/sec ;*

*Modulo di taglio  $= 272$  Kg/cm<sup>2</sup>*

*Modulo di Young  $E = 725$  Kg/cm<sup>2</sup>*

*Modulo di Incompressibilità  $K = 727$  Kg/cm<sup>2</sup>*

*Rigidità o impedenza sismica  $R=0,22$*

*Coefficiente di fondazione  $=1.2$*

Da 2 a 18 m dal p.c.

*Velocità delle onde P  $V_p = 422$  m/sec ;*

*Velocità delle onde S  $V_s = 242$  m/sec ;*

*Modulo di taglio  $= 1,1E+03$  Kg/cm<sup>2</sup>*

*Modulo di Young  $E = 2,8E+03$  Kg/cm<sup>2</sup>*

*Modulo di Incompressibilità  $K = 1,9E+03$  Kg/cm<sup>2</sup>*

*Rigidità o impedenza sismica  $R=0,43$*

*Coefficiente di fondazione  $=1.2$*

Zone di affioramento delle Ghiaie e Sabbie di Messina:

in appoggio stratigrafico sulle Argille Azzurre non presentano un contrasto di velocità di onde sismiche molto accentuato, per cui si escludono delle amplificazioni sismiche locali; lo spettro elastico normalizzato di accelerazioni per condizioni locali è di tipo S1.

Parametri elastici:

Si possono così attribuire i seguenti parametri elastici:

*Velocità delle onde P  $V_p = 766$  m/sec ;*

*Velocità delle onde S  $V_s = 244$  m/sec ;*

*Modulo di taglio  $= 1,1E+03$  Kg/cm<sup>2</sup>*

*Modulo di Young  $E = 9,2E+03$  Kg/cm<sup>2</sup>*

*Modulo di Incompressibilità  $K = 3,3E+03$  Kg/cm<sup>2</sup>*

*Rigidità o impedenza sismica  $R=0,43$*

*Coefficiente di fondazione  $=1.2$*

Zone di affioramento delle Argille Azzurre (Sondaggio T6-T7), caratterizzate da amplificazioni del moto del suolo solo nella porzione superficiale alterata e degradata dei primi 2-3 m dal p.c.; in questo caso gli effetti negativi delle amplificazioni sismiche si possono minimizzare solo se le infrastrutture poggiano sul substrato più compatto al quale si possono attribuire i seguenti parametri elastici:

*Velocità delle onde P  $V_p = 1270-1358$  m/sec ;*

*Velocità delle onde S  $V_s = 423-452$  m/sec ;*

*Modulo di taglio  $= 3,8-4,1E+03$  Kg/cm<sup>2</sup>*

*Modulo di Young  $E = 1,1-3,2E+04$  Kg/cm<sup>2</sup>*

*Modulo di Incompressibilità  $K = 1,2-3E+04$  Kg/cm<sup>2</sup>*

*Rigidità o impedenza sismica  $R=0,85$*

*Coefficiente di fondazione  $=1.1$*

#### 9.4.1. Indagini integrative previste dall'Allegato A fase (B) strumenti urbanistici attuativi - fase di dettaglio (B2)

Rispetto alla perimetrazione dell'area delimitata nel 1999, quest'area ha subito una lieve modifica, ma tale da poterla ritenere accettabile ai fini della correlazione delle caratteristiche geologiche, idrogeologiche e tecniche.

Dal punto di vista sismico si è eseguita un'indagine di tipo MASW per la valutazione della morfologia del *bedrock*, della stratigrafia di massima e del tipo di suolo classificato secondo le Vs30, del periodo fondamentale del deposito e delle caratteristiche di amplificazione del moto sismico.

Indagine eseguita: MASW n.7 e MASW n.8

#### **MASW7**

VS30 (m/s): 667

Possibile Tipo di Suolo: B

Frequenza di risonanza del sito: Hz 1,19 per uno spessore H di circa 50 m

Periodo fondamentale del deposito: 0,84 sec per uno spessore H di circa 50 m.

I valori di cui sopra possono dare probabili fenomeni di risonanza molto probabili, per cui la pericolosità sismica è alta

Concludendo, questi affioramenti dal punto di vista sismico presentano amplificazioni del moto del suolo in occasioni di eventi sismici, dovute a forte differenza di risposta sismica tra i depositi coesivi argillosi VS (m/s): 183, 191 e 270.

#### **MASW8**

VS30 (m/s): 336

Possibile Tipo di Suolo: C

Frequenza di risonanza del sito: Hz 1,68 per uno spessore H di circa 50 m

Periodo fondamentale del deposito: 0,59 sec per uno spessore H di circa 50 m.

I valori di cui sopra possono dare probabili fenomeni di risonanza, per cui la pericolosità sismica è alta.

Concludendo, questi affioramenti dal punto di vista sismico presentano amplificazioni del moto del suolo in occasioni di eventi sismici dovute a forte differenza di risposta sismica tra i depositi coesivi argillosi appartenenti alle Argille Azzurre VS (m/s): 200, 230 e 650.

### **9.5. Pericolosità geologica**

Vengono qui di seguito descritte le aree ad elevata pericolosità geologica nella "Zona parco lineare-Centro-Quattalari", dove vi sono situazioni locali di alta pericolosità geologica (sismica, morfologica e idrogeologica) tali da condizionare, le scelte progettuali degli strumenti urbanistici.

In particolare, le zone ad elevata pericolosità sismica locale, comprendenti settori con acclività >40% nel litotipo sabbioso delle Ghiaie e Sabbie di Messina, dove, in caso di eventi sismici, si possono innescare fenomeni franosi; zone di cocuzzolo-dorsale, che in occasione di eventi sismici possono presentare delle amplificazioni diffuse del moto del suolo; queste zone sono state cartografate sulla collina di S. Antonio.

Nella zona "Quattalari" si sono riscontrate delle aree ad alta pericolosità idraulica, ubicate in due fondovali con canali di scolo regimati a tratti in tubazioni sotterranee, che non garantiscono un deflusso regolare delle acque incanalate; pertanto sarà opportuno incanalare e regimare le acque in maniera tecnicamente corretta dal punto di vista idraulico, per diminuire il rischio di esondazioni e danni alle vicine costruzioni.

Zone di affioramento delle Argille Azzurre, dotate di media deformazione plastica nei primi 2-4 m dal p.c. nella porzione superficiale alterata e degradata; ai fini urbanistici è consigliabile poggiare le strutture sul substrato argilloso compatto, dotato di discrete caratteristiche meccanico-fisiche.

Per quanto riguarda il resto degli affioramenti, comprendente anche il centro cittadino, complessivamente è dotato di buona stabilità geomorfologica; solo una raccomandazione da fare nella zona del centro circa la fascia che nella carta litotecnica è compresa tra Via Garibaldi e Piazza della Libertà e indicata come zona limosa:

-per gli adeguamenti sismici dei fabbricati ricadenti in quest'area si dovranno adottare i parametri geotecnici riportati nella carta litotecnica e non altri parametri presunti, a meno che non vengano eseguite delle apposite indagini geognostiche.

I parametri geotecnici riportati in allegato E4 nella "carta litotecnica", si possono utilizzare per la progettazione di piccoli fabbricati, ma, qualora si dovessero prevedere strutture di notevole volume, è consigliabile una programmazione di indagini geognostiche atte a verificare e ad approfondire minuziosamente la litostratigrafia del terreno di fondazione fino alla profondità che sarà interessata dal bulbo delle tensioni e particolari situazioni sismiche, che non è possibile approfondire in questa sede.

## **10. PARCO LINEARE-CHIESA BASILIANI-IMMACOLATA-FORNACE CAVALIERE (POZZO DI GOTTO)-CARMINE CAPPUCCINI**

Studio Geologico Particolareggiato anno 1999, integrato alle Prescrizioni esecutive (PP.EE.) del P.R.G. (Circ. n°3/DRA/ del 20/06/2014 emanata dall'ARTA)

*Allegato A fase (B) strumenti urbanistici attuativi - fase di dettaglio (B2) Scala 1:2.000*

Allegati: **A5** (CARTA GEOLOGICA)

- " **B5** (CARTA IDROGEOLOGICA)
- " **C5** (CARTA GEOMORFOLOGICA)
- " **D5** (CARTA DELLE INDAGINI)
- " **E5** (CARTA LITOTECNICA)
- " **F5** (CARTA DELLE PRESCRIZIONI ED INDICAZIONI ESECUTIVE)

### **10.1. Zona della Chiesa Basiliani Immacolata**

#### **10.1.1. Lineamenti morfologici e caratteri geologici**

Per riconoscere la litologia e le caratteristiche geotecniche dei terreni fino a 18 m dal p.c. e dei dati sufficienti alla definizione delle caratteristiche geo-strutturali dell'area in oggetto, nell'anno 1999 è stato necessario effettuare un rilievo geologico di dettaglio, esteso al di fuori dell'area di stretto interesse e venne eseguita una campagna di indagini geognostiche, cui si fa riferimento nella presente integrazione.

Quest'area ricade nella tavoletta in scala 1:25.000, denominata Barcellona P.G. del Foglio 253 II° N.E. e Furnari 253III N.E. della carta d'Italia edita dall'I.G.M. ed è ubicata in parte sulla piana alluvionale e in parte sulla terminazione della fascia collinare barcellonese.

Da un'analisi della morfologia a larga scala, si può notare che l'area in oggetto è condizionata dai litotipi, che caratterizzano gli affioramenti; in particolar modo, in prossimità degli affioramenti delle Argille Azzurre la morfologia è

molto blanda e ondulata con pendenze comprese tra 10 e 20% (zona Quattalari e Monte Croci-Chiesa Basiliani), presentano una media deformazione plastica nei primi 2-3 m dal p.c. nella porzione più alterata e degradata. In prossimità degli affioramenti delle Ghiaie e Sabbie di Messina, in genere le pendenze sono comprese tra il 20 e il 40% presentando una buona stabilità geomorfologica, ma vista l'alta erodibilità di questo litotipo è consigliabile canalizzare in maniera tecnicamente corretta le acque meteoriche nell'area che sarà modificata da interventi antropici; nella carta geomorfologica si sono anche cartografati (allegato C5) gli affioramenti delle sabbie e ghiaie che sono dotati di acclività >del 40% dotate di bassa stabilità geomorfologica a causa dei processi erosivi con associate possibili frane che tendono a stabilire l'equilibrio naturale livellando queste aree verso pendenze minori; le aree che ricadono sulla piana alluvionale hanno pendenze < del 10% e possiedono una buona stabilità geomorfologica.

Nell'area affiorano le Argille Azzurre quaternarie, sulle quali poggiano in discordanza le Ghiaie e Sabbie di Messina. Queste formazioni costituiscono il versante nord-orientale delle colline che circondano l'abitato di Barcellona e sono delimitate alla base da una zona pianeggiante occupata dai depositi alluvionali dell'ampia piana costiera. Le Argille Azzurre contengono anche una frazione sabbiosa e ciò spiega la moderata acclività degli affioramenti, sui quali è stata edificata la chiesa. Si consiglia tuttavia, in fase di progettazione di opere di controllare la stabilità del versante, che potrebbe subire una possibile evoluzione morfologica nel tempo.

Sotto il profilo strutturale, non si sono rinvenute faglie che possono essere di pregiudizio per la stabilità dell'area dal punto di vista sismico

Il rilievo geologico di superficie e l'esecuzione delle indagini geognostiche hanno permesso così di rilevare e suddividere l'area in fasce omogenee per composizione granulometrica e comportamento geomeccanico; tale suddivisione in fasce omogenee è ampiamente descritta nell'allegato E5 della carta litotecnica.

### 10.1.2. Caratteristiche idrogeologiche

In questa fase è stato possibile approfondire lo studio idrogeologico raccogliendo, dove è stato possibile l'accesso, dati su pozzi scavati a mano e trivellati; non è stato possibile tracciare delle curve isopiezometriche per la mancanza di dati sufficienti circa la profondità della falda.

Certo è che, anche se di piccola entità, è presente una falda libera che si trova quasi al contatto tra le Ghiaie e Sabbie di Messina altamente permeabili e ad elevato grado di vulnerabilità e le sottostanti Argille Azzurre impermeabili privi di circolazione idrica sotterranea.

Tali condizioni idrogeologiche danno una scarsa importanza a questa eventuale falda libera.

Sulla scorta degli studi geologici e litologici di superficie può essere formulata una verosimile identificazione delle caratteristiche idrogeologiche del territorio in esame.

Infatti la circolazione delle falde acquifere è condizionata dalla distribuzione e sovrapposizione di terreni a differente permeabilità e quindi della "trasmissività".

Per maggiore comodità esplicativa viene effettuata una distinzione in ordine sia al tipo di permeabilità, che alle classi dei terreni, che presentano analoghe caratteristiche in tal senso.

Nell'area in esame si possono distinguere:

- 1) terreni ad alta permeabilità;
- 2) terreni a permeabilità medio-bassa.

#### 1) Terreni ad alta permeabilità

A questa classe vanno ascritti tutti i terreni dotati di porosità, in cui la permeabilità è una caratteristica del litotipo e viene definita "permeabilità primaria".

Nel caso in esame vi appartiene il litotipo sabbioso ghiaioso, che in riferimento al grado di vulnerabilità è elevato.

Associate ad esso vi sono delle zone limose a permeabilità più bassa, ma globalmente per questa zona si può dire che la falda risulta libera e senza protezione con un elevato grado di vulnerabilità.

A titolo orientativo si può suggerire il seguente campo di variabilità del coefficiente di permeabilità:

$$10^{-2} < k < 10^{-1} \text{ cm/sec}$$

Oltre alla permeabilità dei terreni ed alla loro geometria, un'incidenza determinante risulta avere la profondità della falda, che viene ad assumere un ruolo primario nella valutazione della vulnerabilità. In corrispondenza della piana costiera e lungo gli alvei dei corsi d'acqua, laddove la superficie della falda si trova a profondità variabili da pochi metri ad alcune decine di metri dal piano campagna, si riconoscono condizioni di vulnerabilità più elevate.

### 10.1.3. Caratteristiche tecniche dei terreni desunte dalle indagini geognostiche

Le caratteristiche tecniche dei terreni di quest'area sono state desunte dall'esecuzione delle seguenti indagini geognostiche eseguite nel 1999 e pertanto i dati vengono utilizzati anche per definire le caratteristiche geotecniche e sismiche del sito.

E' stato possibile effettuare una zonizzazione delle caratteristiche geotecniche, che è stata espressa in dettaglio nell' Allegato E4.

E' stato possibile effettuare una zonizzazione delle caratteristiche geotecniche, che è stata espressa in dettaglio nella Carta litotecnica - Allegato E4, individuata in legenda secondo il seguente ordine litologico:

- *Depositi ghiaiosi del terrazzo marino (spessore 2m).*
- *Formazione delle sabbie e ghiaie di Messina, sabbie limose fino a 2m dal p.c.*
- *Sedimenti sabbioso ghiaiosi al contatto stratigrafico con le sottostanti Argille azzurre.*

Per le loro caratteristiche geotecniche vedasi legenda Allegato E4

### 10.1.4. Pericolosità sismica

Le caratteristiche sismiche dei terreni di quest'area sono state desunte dal rilievo geologico, nonché dall'esecuzione delle indagini sismiche effettuate nel 1999 consistenti in:

N°1 Base sismica a rifrazione: T26;

Sono state distinte le seguenti zone ritenute omogenee dal punto di vista elastico-dinamico:

-Zone ad alta pericolosità sismica in zone ad acclività > 40% nel litotipo sabbioso (Ghiaie e Sabbie di Messina), e di affioramento delle argille azzurre per deformazioni plastiche;

-Zone a bassa pericolosità sismica nelle aree di piana alluvionale dalle discrete caratteristiche elastiche e fisico-meccaniche.

#### 10.1.4.1. Indagini integrative previste dall'Allegato A fase (B) strumenti urbanistici attuativi - fase di dettaglio (B2)

Rispetto alla perimetrazione dell'area delimitata nel 1999, quest'area ha subito una lieve modifica rispetto all'attuale perimetrazione, ma tale da poterla ritenere accettabile ai fini della correlazione delle caratteristiche geologiche, idrogeologiche e tecniche.

Dal punto di vista sismico si è eseguita un'indagine di tipo MASW per la valutazione della morfologia del *bedrock*, della stratigrafia di massima e del tipo di suolo classificato secondo le Vs30, del periodo fondamentale del deposito e delle caratteristiche di amplificazione del moto sismico.

Indagine eseguita: MASW n.7 e MASW n.8

#### **MASW8**

VS30 (m/s): 336

Possibile Tipo di Suolo: C

Frequenza di risonanza del sito: Hz 1,68 per uno spessore H di circa 50 m

Periodo fondamentale del deposito: 0,59 sec per uno spessore H di circa 50 m.

I valori di cui sopra possono dare probabili fenomeni di risonanza molto probabili, per cui la pericolosità sismica è alta

Concludendo, questi affioramenti dal punto di vista sismico presentano amplificazioni del moto del suolo in occasioni di eventi sismici dovute a forte differenza di risposta sismica tra i depositi coesivi argillosi appartenenti alle argille azzurre VS (m/s): 200, 230 e 650.

#### **MASW9**

VS30 (m/s): 352

Possibile Tipo di Suolo: C

Frequenza di risonanza del sito: Hz 6 per uno spessore H di circa 10m

Periodo fondamentale del deposito: 0,16sec per uno spessore H di circa 10m.

I valori di cui sopra possono dare probabili fenomeni di risonanza molto probabili, per cui la pericolosità sismica è alta

Concludendo, questi affioramenti dal punto di vista sismico presentano amplificazioni del moto del suolo in occasioni di eventi sismici dovute a forte differenza di risposta sismica tra i depositi coesivi argillosi VS (m/s): 245, 238 e 520.

#### **10.1.5. Pericolosità geologica**

Nella Carta delle prescrizioni ed indicazioni esecutive All.F4, la “Zona della Chiesa Basiliari, Immacolata” possiede situazioni locali di medio alta pericolosità geologica per l’affioramento delle Argille Azzurre che presentano una forte deformabilità nei livelli più superficiali, e pertanto la prescrizione esecutiva per le zone di affioramento di questi terreni coesivi è quella di poggiare eventuali opere fondazionali sul loro substrato più compatto; la zona cartografata a media pericolosità geologica si riferisce all’affioramento delle Sabbie e Ghiaie di Messina con un’acclività <40%, e pertanto la prescrizione esecutiva per questo litotipo in queste condizioni morfologiche è di contenere i versanti con idonee opere di sostegno e opportuni drenaggi per le acque meteoriche.

### **10.2. Zona Fornace Cavaliere (Pozzo di Gotto)**

#### **10.2.1. Lineamenti morfologici e caratteri geologici**

Per riconoscere la litologia e le caratteristiche geotecniche dei terreni fino a 18m dal p.c. e dei dati sufficienti alla definizione delle caratteristiche geo-strutturali dell’area in oggetto, nell’anno 1999 è stato necessario effettuare un rilievo geologico di dettaglio esteso al di fuori dell’area di stretto interesse. Nell’anno 1999 si è eseguita una campagna di indagini geognostiche, sulla quale si fa riferimento nella presente integrazione

L’area è costituita prevalentemente dalla piana alluvionale, occupata cioè da depositi sabbioso-ghiaiosi d’origine fluviale. Si osservano dei terrazzamenti con un orlo abbastanza evidente, chiaramente originato da fenomeni di



sollevamento dell'area. Solamente il settore nord, che corrisponde alle propaggini del M. Risica, è interessato dalla Formazione di San Pier Niceto, da lembi discontinui delle evaporiti messiniane e da sottili lenti di Trubi pliocenici. Su questi poggiano le Calcareni e Sabbie del Pliocene sup. – Pleistocene inf., che a loro volta evolvono alle Argille Azzurre, in gran parte nascoste sotto le coperture alluvionali della piana limitrofa. È stato possibile ricostruire questa successione, malgrado la scarsità degli affioramenti, ma è evidente che questa va verificata in dettaglio, al momento dell'esecuzione di eventuali edificazioni.

Quest'area ricade nella tavoletta in scala 1:25.000 denominata Barcellona P.G. del Foglio 253 II° N.E. della carta d'Italia edita dall'I.G.M. ed è ubicata sulla piana alluvionale in destra orografica del torrente Idria.

Da un'analisi della morfologia a larga scala, si può notare che il posizionamento dell'area studiata è su un'area pianeggiante, con leggera pendenza verso nord ad un'altitudine media di 57-71 metri s.l.m., sui depositi alluvionali recenti di origine fluviale che formano in parte la terminazione del fondovalle del torrente Idria e che fanno da passaggio alla vasta fascia costiera, che si estende da Capo Tindari a Capo Milazzo.

Sotto il profilo morfo-strutturale, il rilievo effettuato per il P.R.G. faceva intuire una faglia forse trascorrente che passa orientativamente lungo il torrente Idria e che è suturata dai depositi alluvionali; quindi nell'area rilevata questo è un elemento, che può essere di pregiudizio per la stabilità dell'area dal punto di vista sismico; per quanto riguarda i caratteri idrografici, è da segnalare la presenza del torrente Idria, che può rappresentare un elemento di rischio di esondazione, in caso di fortissimi periodi piovosi apportando alluvionamenti con conseguenti danni a persone e cose nell'area, che è prossima al torrente; pertanto considerate la giacitura e la situazione morfologica e idrologica dell'area in esame, quest'ultima risulterà stabile solo se vi sarà un corretto e adeguato monitoraggio di pulizia e dragaggio dell'intero alveo torrentizio.

Il territorio interessato, dal punto di vista geologico si inquadra nei depositi alluvionali recenti.

Si tratta di sedimenti alluvionali incoerenti di tipo continentale depositi dai torrenti, che granulometricamente presentano un'estrema variabilità.

Infatti dalla ghiaia e ciottoli misti a sabbia si passa alla sabbia limosa sino al limo sabbioso con lenti di argille.

L'esecuzione delle indagini geognostiche ha permesso di rilevare e suddividere l'area in fasce omogenee per composizione granulometrica e comportamento geomeccanico; tale suddivisione in fasce omogenee è ampiamente descritta nell'allegato della carta litotecnica. I materiali che costituiscono il pacco alluvionale rappresentano il risultato di processi di degradazione ed erosione meccanica dei M. Peloritani, provenienza che giustifica variazioni nella litologia e nella granulometria, trattandosi di depositi di fiumara dove si alternano brevi periodi di piena a prolungati periodi di magra.

Correlando i dati del rilievo geologico, delle indagini geognostiche e le informazioni ricevute circa l'esecuzione di pozzi scavati a mano presenti in zona è stato possibile dedurre lo spessore di tali depositi nella zona oggetto di studio, che è di circa 15-18m in parte con un substrato arenaceo e in parte con un substrato calcareo.

### 10.2.2. Caratteristiche idrogeologiche

In questa fase è stato possibile approfondire lo studio idrogeologico raccogliendo, dove è stato possibile l'accesso, dati sui pozzi trivellati e scavati a mano, potendo così tracciare le curve isopiezometriche rappresentative delle condizioni idrogeologiche del pacco alluvionale di fondovalle.

Nell'area in oggetto sono state individuate così le probabili direzioni di flusso delle acque sotterranee e le caratteristiche geometriche degli acquiferi e della falda. La ricostruzione dell'andamento della falda mette in evidenza un generale deflusso sotterraneo verso Nord Nord-ovest.

Sulla scorta degli studi geologici e litologici di superficie può essere formulata una verosimile identificazione delle caratteristiche idrogeologiche del territorio in esame.

Infatti la circolazione delle falde acquifere è condizionata dalla distribuzione e sovrapposizione di terreni a differente permeabilità e quindi della "trasmissività".

Per maggiore comodità esplicativa viene effettuata una distinzione in ordine sia al tipo di permeabilità che alle classi dei terreni che presentano analoghe caratteristiche in tal senso.

Nell'area in esame si è cartografato un litotipo idrogeologico ascrivibile a terreni ad alta permeabilità; la falda risulta libera e con un grado di vulnerabilità medio per la presenza di 2-3m di limi argillosi sommitali che proteggono la

falda da possibili sostanze inquinanti che provengono dall'alto; a questa classe vanno ascritti tutti i terreni dotati di porosità, in cui la permeabilità è una caratteristica del litotipo e viene definita "permeabilità primaria".

La falda acquifera la cui circolazione è essenzialmente relegata nell'ambito dei livelli a permeabilità più elevata si trova a circa 12m dal p.c. in prossimità del pozzo vicino al torrente.

Nell'area oggetto di indagine è stato possibile così tracciare due curve isopiezometriche rispettivamente a quota 50 e 56m s.l.m.(vedi carta idrogeologica ).

La falda acquifera presente nei depositi alluvionali è di tipo libero e defluisce verso Nord,.

Il gradiente idraulico assume valori di 0,5-0,8%.

Nella piana alluvionale costiera la ricarica annuale avviene rapidamente in coincidenza con le consistenti piogge autunnali e viene assicurata per il resto dell'anno attraverso le numerose modeste sorgenti localizzate nella zona montuosa e nella fascia collinare. Il regime della ricarica risulta fluttuante: massimo nel semestre autunno-inverno e minimo a partire dalla tarda primavera. Ciò comunque assicura un persistente deflusso sotterraneo nel subalveo, anche se con notevoli variazioni di livello e di portata (Coltro et al., 1980).

Un valido strumento per la corretta gestione delle risorse idriche di un territorio è rappresentato anche dalla valutazione della vulnerabilità intrinseca degli acquiferi all'inquinamento. Va definito quindi il livello di rischio di deterioramento, cui tali risorse sono esposte e vanno adottati, in fase di programmazione territoriale e di pianificazione urbanistica, tutti quegli accorgimenti utili ad evitare il verificarsi di fenomeni indesiderati.

Nel territorio comunale, come si è precisato sopra, una delle maggiori risorse idriche è rappresentata dalle falde presenti nella fascia costiera, in particolare la piana di Barcellona - Milazzo. In essa tuttavia sono diffusi gli insediamenti residenziali ad alta densità abitativa, in gran parte privi di infrastrutture di smaltimento e trattamento dei rifiuti solidi e liquidi, nonché attività agricole ed importanti nuclei industriali. In tali condizioni il rischio di deterioramento delle risorse idriche sotterranee è notevole, tenuto conto delle condizioni idrogeologiche e dell'assenza di corretti metodi di gestione delle risorse naturali.

Oltre alla permeabilità dei terreni ed alla loro geometria, un'incidenza determinante risulta avere la profondità della falda, che viene ad assumere un ruolo primario nella valutazione della vulnerabilità. In corrispondenza della piana costiera e lungo gli alvei dei corsi d'acqua, laddove la superficie della falda si trova a profondità variabili da pochi metri ad alcune decine di metri dal piano campagna, si riconoscono condizioni di vulnerabilità più elevate.

Fino ad oggi tuttavia le falde, nel loro complesso, riescono a sopportare il carico inquinante, grazie ai processi di autoepurazione connessi all'effetto filtrante esercitato dal non saturo ed alla locale protezione determinata dalla copertura di terreno vegetale e dalla presenza di lenti limose particolarmente estese, specie laddove la superficie della falda si pone ad una certa profondità dal piano campagna.

Nell'area in esame si possono distinguere:

- 1) terreni ad alta permeabilità;
- 2) terreni a permeabilità medio-bassa

#### 1) Terreni ad alta permeabilità

A questa classe vanno ascritti tutti i terreni dotati di porosità, in cui la permeabilità è una caratteristica del litotipo e viene definita "permeabilità primaria".

Nel caso in esame vi appartiene il litotipo sabbioso ghiaioso che in riferimento al grado di vulnerabilità è elevato.

Associate ad esso vi sono delle zone limose a permeabilità più bassa ma globalmente per questa zona si può dire che la falda risulta libera e senza protezione con un elevato grado di vulnerabilità.

A titolo orientativo si può suggerire il seguente campo di variabilità del coefficiente di permeabilità:

$$10^{-2} < k < 10^{-1} \text{ cm/sec}$$

## 2) Terreni a permeabilità medio-bassa

Sono costituiti dai livelli limosi con gli interstrati argillosi che contribuiscono alla formazione di corpi idrici multifalda con circolazione idrica variabile nel pacco alluvionale; ove prevalgono queste litologie il grado di vulnerabilità della falda diminuisce.

A titolo orientativo si può suggerire il seguente campo di variabilità del coefficiente di permeabilità:

$$10^{-2} < k < 101 \text{ cm/sec}$$

La falda acquifera presente nei depositi alluvionali è di tipo libero e defluisce verso Nord, sostenuta dai terreni a bassa permeabilità delle sottostanti argille pleistoceniche.

Il gradiente idraulico assume valori di 0,5-0,8‰.

### 10.2.3. Caratteristiche tecniche dei terreni desunte dalle indagini geognostiche

Le caratteristiche tecniche dei terreni di quest'area sono state desunte dall'esecuzione delle seguenti indagini geognostiche eseguite nel 1999 e pertanto i dati vengono utilizzati anche per definire le caratteristiche geotecniche e sismiche del sito.

E' stato possibile effettuare una zonizzazione delle caratteristiche geotecniche, che è stata espressa in dettaglio nell' Allegato E5.

E' stato possibile effettuare una zonizzazione delle caratteristiche geotecniche, che è stata espressa in dettaglio nella Carta litotecnica - Allegato E5, individuata in legenda secondo il seguente ordine litologico:

*Alluvioni a predominanza limosa argillosa* fino a 2-3m dal p.c.(Sondaggi P28-P29-T28-T29): si possono attribuire i seguenti parametri geotecnici:

Peso di volume = 1,8-2 t/m<sup>3</sup> ;

Angolo di attrito interno = 21°;

Coesione c = 0,3t/m<sup>2</sup> ;

Densità relativa Dr = 60%.

*seguono sedimenti sabbioso ghiaiosi :*

Peso di volume = 2 t/m<sup>3</sup> ;

Angolo di attrito interno = 32°;

Coesione c = 0,0t/m<sup>2</sup> ;

Densità relativa Dr = 80%.

Per le loro caratteristiche geotecniche vedasi il dettaglio legenda Allegato E5

### 10.2.4. Pericolosità sismica

Le caratteristiche sismiche dei terreni di quest'area sono state desunte dal rilievo geologico, nonché dall'esecuzione delle indagini sismiche a rifrazione effettuate nel 1999 e consistenti in :

N°2 Basi sismiche a rifrazione: T28-T29; litotecnica "Zona Fornace - Cavaliere" Allegato5

Sono state distinte le seguenti due zone ritenute omogenee dal punto di vista elastico:

E' presente una zona di fondovalle ad elevata pericolosità sismica locale, in quanto sotto il profilo tettonico, il rilievo effettuato per il P.R.G. in scala 10.000 fa intuire una faglia forse trascorrente sinistra che passa orientativamente lungo il torrente Idria e che è suturata dai depositi alluvionali; quindi nell'area rilevata questo è un elemento che può creare condizioni di amplificazioni sismiche locali; inoltre possibili amplificazioni del moto del suolo sono dovute a forte differenza di risposta sismica tra il substrato arenaceo (Vs=584m/sec) e la copertura alluvionale (Vs=300m/sec) .

Zona a media pericolosità sismica locale:

Anche in questa zona sono possibili amplificazioni diffuse del moto del suolo dovute a differenza di risposta sismica tra il substrato e la copertura alluvionale; il rischio diminuisce perchè ci si allontana dalla faglia che passa orientativamente dentro il torrente Idria; viste le condizioni simostratigrafiche si consiglia un coefficiente di fondazione paria 1,3.

Per quest' area si possono così attribuire i seguenti parametri elastici:

Da 0 a 2 m dal p.c.

*Velocità delle onde P*  $V_p = 343 \text{ m/sec}$  ;

*Velocità delle onde S*  $V_s = 97 \text{ m/sec}$  ;

*Modulo di taglio*  $= 180 \text{ Kg/cm}^2$

*Modulo di Young*  $E = 500 \text{ Kg/cm}^2$

*Modulo di Incompressibilità*  $K = 900 \text{ Kg/cm}^2$

*Rigidità o impedenza sismica*  $R=0,17$

*Coefficiente di fondazione*  $=1.2$

Da 2 m a 10-14 m dal p.c. si possono attribuire i seguenti parametri elastici:

*Velocità delle onde P*  $V_p = 759 \text{ m/sec}$  ;

*Velocità delle onde S*  $V_s = 300 \text{ m/sec}$  ;

*Modulo di taglio*  $= 1,7E+03 \text{ Kg/cm}^2$

*Modulo di Young*  $E = 4,9E+03 \text{ Kg/cm}^2$

*Modulo di Incompressibilità*  $K = 8,7E+03 \text{ Kg/cm}^2$

*Rigidità o impedenza sismica*  $R=0,54$

Da 10-14m a 18mdal p.c. si possono attribuire i seguenti parametri elastici:

*Velocità delle onde P*  $V_p = 1754 \text{ m/sec}$  ;

*Velocità delle onde S*  $V_s = 584 \text{ m/sec}$  ;

*Modulo di taglio*  $= 7,6E+03 \text{ Kg/cm}^2$

*Modulo di Young*  $E = 2,2E+04 \text{ Kg/cm}^2$

*Modulo di Incompressibilità*  $K = 5,8E+04 \text{ Kg/cm}^2$

*Rigidità o impedenza sismica*  $R=1,3$

#### 10.2.4.1. Indagini integrative previste dall'Allegato A fase (B) strumenti urbanistici attuativi - fase di dettaglio (B2)

Rispetto alla perimetrazione dell'area delimitata nel 1999, quest'area ha subito una lieve modifica rispetto all'attuale perimetrazione, ma tale da poterla ritenere accettabile ai fini della correlazione delle caratteristiche geologiche , idrogeologiche e tecniche.

Dal punto di vista sismico si è eseguita un'indagine di tipo MASW per la valutazione della morfologia del *bedrock*, della stratigrafia di massima e del tipo di suolo classificato secondo le Vs30, del periodo fondamentale del deposito e delle caratteristiche di amplificazione del moto sismico.

Indagine eseguita: MASW n.17

VS30 (m/s): 461

Possibile Tipo di Suolo: B

Frequenza di risonanza del sito: Hz 5,6 per uno spessore H di circa 14m

Periodo fondamentale del deposito: 1,18sec per uno spessore H di circa 14m.

I valori di cui sopra possono dare probabili fenomeni di risonanza molto probabili, per cui la pericolosità sismica è alta

Concludendo, questi affioramenti dal punto di vista sismico presentano amplificazioni del moto del suolo in occasioni di eventi sismici dovute a forte differenza di risposta sismica tra i depositi incoerenti e il loro substrato più veloce VS (m/s): 266, 360 e 840.

#### 10.2.5. Pericolosità geologica

Nella Carta delle prescrizioni ed indicazioni esecutive All.F5, la Zona Fornace Cavaliere (Pozzo di Gotto) possiede situazioni locali ad alta pericolosità geologica per l'affioramento di detrito con possibili fenomeni gravitativi.

La prescrizione esecutiva per gli interventi ricadenti in quest'area è quello di mantenere i suddetti versanti in buone condizioni di stabilità, anche con interventi di opere di sostegno idonee.

Nelle aree di medio alta pericolosità sismica, è opportuno usare il massimo di coefficiente di fondazione per aumentare la sicurezza dei calcoli strutturali.

Le aree a bassa pericolosità sismica sono le aree a prevalenza litoide a discrete caratteristiche elastiche e fisico-meccaniche.

### 10.3. Zona Carmine-Cappuccini

#### 10.3.1. Lineamenti morfologici e caratteri geologici

Per riconoscere la litologia e le caratteristiche geotecniche dei terreni fino a 18m dal p.c. e dei dati sufficienti alla definizione delle caratteristiche geo-strutturali dell'area in oggetto, nell'anno 1999 è stato necessario effettuare un rilievo geologico di dettaglio esteso al di fuori dell'area di stretto interesse. Nell'anno 1999 si è eseguita una campagna di indagini geognostiche, alla quale si fa riferimento nella presente integrazione.

Quest'area ricade nella tavoletta in scala 1:25.000 denominata Barcellona P.G. del Foglio 253 II° N.E. della carta d'Italia edita dall'I.G.M. ed è ubicata nella parte iniziale della fascia collinare barcellonese che fa poi da passaggio alla piana alluvionale.

Questa zona comprende due aree ubicate sul versante destro allo sbocco della valle del F. Longano. Esse sono costituite da due colline separate da una vasta area alluvionale. La successione stratigrafica degli affioramenti è di seguito descritta. Il termine più profondo è dato dalle Argille Azzurre quaternarie di origine marina, che bordano le colline stesse. Si tratta di argille marnose di colore grigio-azzurro a stratificazione indistinta; verso l'alto la frazione siltoso-sabbiosa aumenta, probabilmente per effetto della regressione marina. Su questa formazione sono aperte delle cave, in parte ancora attive. In questa zona non affiorano le Calcareni e Sabbie, che rimangono in sottosuolo, in gran parte ricoperte dai depositi alluvionali. Seguono verso l'alto con appoggio discordante le Ghiaie e Sabbie di Messina, formate da ghiaie e sabbie talora con abbondante matrice terrosa e sacche di paleosuoli. Alla sommità delle colline si incontrano depositi terrazzati di probabile origine marina o riferibili a piane costiere attualmente isolate dal generale sollevamento, cui ha fatto seguito un'attività erosiva; altri terrazzi più recenti sono riconoscibili sui versanti.

I depositi alluvionali recenti occupano l'area pianeggiante interposta fra le due colline e per essa si suggerisce un controllo con eventuale sistemazione idraulica dei piccoli corsi di deflusso e di saie realizzate e trasformate in strabelle, senza un adeguato sbocco nella fascia urbanizzata.

Da un'analisi della morfologia a larga scala, si può notare che l'area studiata è condizionata dai litotipi che caratterizzano gli affioramenti dell'area; in particolar modo in prossimità degli affioramenti delle Argille azzurre la morfologia è molto blanda e ondulata con pendenze comprese tra 10 e 20%, presentano una media deformazione plastica nei primi 2-4 m dal p.c. nella porzione più alterata e degradata. In prossimità degli affioramenti delle Ghiaie e Sabbie di Messina, in genere le pendenze sono comprese tra il 20 e il 40%, presentando una buona stabilità geomorfologica, ma, vista l'alta erodibilità di questo litotipo, è consigliabile canalizzare in maniera tecnicamente corretta le acque meteoriche nell'area che sarà modificata da interventi antropici; nella carta geomorfologica sono stati cartografati anche (allegato 1) gli affioramenti delle sabbie e ghiaie che sono dotati di acclività >del 40% pertanto

dotate di bassa stabilità geomorfologica a causa dei processi erosivi con associate possibili frane che tendono a stabilire l'equilibrio naturale, livellando queste aree verso pendenze minori.

È da rilevare la presenza di un terrazzo marino con depositi prettamente ghiaiosi, che si trova a quota 90m s.l.m. che testimonia uno stazionamento marino avvenuto nel Pleistocene superiore e che indica un sollevamento globale dell'area (o abbassamento del livello marino) avvenuto in tempi geologici recenti e collegato ai movimenti neotettonici dell'area tirrenica.

Sotto il profilo strutturale, non si sono rinvenute faglie che possono essere di pregiudizio per la stabilità dell'area dal punto di vista sismico; per quanto riguarda i caratteri idrografici, è da segnalare la presenza di uno spartiacque idrologico che fa defluire le acque meteoriche rispettivamente a nord e a sud della Chiesa del Carmine.

Il rilievo geologico di superficie e l'esecuzione delle indagini geognostiche hanno permesso di rilevare e suddividere l'area in fasce omogenee per composizione granulometrica e comportamento geomeccanico; tale suddivisione in fasce omogenee è ampiamente descritta nell'allegato E5 della carta litotecnica.

### 10.3.2. Caratteristiche idrogeologiche

In questa fase è stato possibile approfondire lo studio idrogeologico, raccogliendo, dove è stato consentito l'accesso, dati su pozzi scavati a mano; non è stato possibile tracciare delle curve isopiezometriche per la mancanza di dati sufficienti circa la profondità della falda.

Certo è che, anche se di piccola entità, è presente una falda libera, che si trova quasi al contatto tra le Ghiaie e Sabbie di Messina altamente permeabili e ad elevato grado di vulnerabilità e le sottostanti Argille Azzurre impermeabili e privi di circolazione idrica sotterranea.

Queste condizioni idrogeologiche danno una scarsa importanza a questa eventuale falda libera, ma se proprio si vuole scegliere come zona per sfruttamento di risorse idriche per i fabbisogni della cittadinanza lo si può fare perforando tutto il deposito argilloso (spesso circa 100 m) e pescando nelle sottostanti calcareniti in falda; in queste condizioni la falda è a pressione (falda artesianica) con presumibili buone portate e basso grado di vulnerabilità.

Sulla scorta degli studi geologici e litologici di superficie può essere formulata una verosimile identificazione delle caratteristiche idrogeologiche del territorio in esame.

Infatti la circolazione delle falde acquifere è condizionata dalla distribuzione e sovrapposizione di terreni a differente permeabilità e quindi della "trasmissività".

Per maggiore comodità esplicativa viene effettuata una distinzione in ordine sia al tipo di permeabilità che alle classi dei terreni che presentano analoghe caratteristiche in tal senso.

Nell'area in esame si è cartografato un litotipo idrogeologico ascrivibile a terreni ad alta permeabilità; la falda risulta libera e con un grado di vulnerabilità medio per la presenza di 2-3 m di limi argillosi sommitali che proteggono la falda da possibili sostanze inquinanti che provengono dall'alto; a questa classe vanno ascritti tutti i terreni dotati di porosità, in cui la permeabilità è una caratteristica del litotipo e viene definita "permeabilità primaria".

La falda acquifera la cui circolazione è essenzialmente relegata nell'ambito dei livelli a permeabilità più elevata si trova a circa 12 m dal p.c. in prossimità del pozzo vicino al torrente.

Nell'area oggetto di indagine è stato possibile così tracciare due curve isopiezometriche rispettivamente a quota 50 e 56 m s.l.m. (vedi carta idrogeologica).

La falda acquifera presente nei depositi alluvionali è di tipo libero e defluisce verso Nord.

Il gradiente idraulico assume valori di 0,5-0,8‰.

Nella piana alluvionale costiera la ricarica annuale avviene rapidamente in coincidenza con le consistenti piogge autunnali e viene assicurata per il resto dell'anno attraverso le numerose modeste sorgenti localizzate nella zona montuosa e nella fascia collinare. Il regime della ricarica risulta fluttuante: massimo nel semestre autunno-inverno e minimo a partire dalla tarda primavera. Ciò comunque assicura un persistente deflusso sotterraneo nel subalveo, anche se con notevoli variazioni di livello e di portata (Coltro et al., 1980).

Un valido strumento per la corretta gestione delle risorse idriche di un territorio è rappresentato anche dalla valutazione della vulnerabilità intrinseca degli acquiferi all'inquinamento. Va definito quindi il livello di rischio di deterioramento, cui tali risorse sono esposte e vanno adottati, in fase di programmazione territoriale e di pianificazione urbanistica, tutti quegli accorgimenti utili ad evitare il verificarsi di fenomeni indesiderati.

Nel territorio comunale, come si è precisato sopra, una delle maggiori risorse idriche è rappresentata dalle falde presenti nella fascia costiera, in particolare la piana di Barcellona - Milazzo. In essa tuttavia sono diffusi gli insediamenti residenziali ad alta densità abitativa, in gran parte privi di infrastrutture di smaltimento e trattamento dei rifiuti solidi e liquidi, nonché attività agricole ed importanti nuclei industriali. In tali condizioni il rischio di deterioramento delle risorse idriche sotterranee è notevole, tenuto conto delle condizioni idrogeologiche e dell'assenza di corretti metodi di gestione delle risorse naturali.

Oltre alla permeabilità dei terreni ed alla loro geometria, un'incidenza determinante risulta avere la profondità della falda, che viene ad assumere un ruolo primario nella valutazione della vulnerabilità. In corrispondenza della piana costiera e lungo gli alvei dei corsi d'acqua, laddove la superficie della falda si trova a profondità variabili da pochi metri ad alcune decine di metri dal piano campagna, si riconoscono condizioni di vulnerabilità più elevate.

Fino ad oggi tuttavia le falde, nel loro complesso, riescono a sopportare il carico inquinante, grazie ai processi di autoepurazione connessi all'effetto filtrante esercitato dal non saturo ed alla locale protezione determinata dalla copertura di terreno vegetale e dalla presenza di lenti limose particolarmente estese, specie laddove la superficie della falda si pone ad una certa profondità dal piano campagna.

A questa classe vanno ascritti tutti i terreni dotati di porosità, in cui la permeabilità è una caratteristica del litotipo e viene definita "permeabilità primaria".

Nel caso in esame vi appartiene il litotipo sabbioso-ghiaioso, che in riferimento al grado di vulnerabilità è elevato.

Associate ad esso vi sono delle zone limose a permeabilità più bassa, ma globalmente per questa zona si può dire che la falda risulta libera e senza protezione con un elevato grado di vulnerabilità.

A titolo orientativo si può suggerire il seguente campo di variabilità del coefficiente di permeabilità:

$$10^{-2} < k < 10^{-1} \text{ cm/sec}$$

Terreni a permeabilità medio-bassa

Sono costituiti dai livelli limosi con gli interstrati argillosi che contribuiscono alla formazione di corpi idrici multifalda con circolazione idrica variabile nel pacco alluvionale; ove prevalgono queste litologie il grado di vulnerabilità della falda diminuisce.

A titolo orientativo si può suggerire il seguente campo di variabilità del coefficiente di permeabilità:

$$10^{-2} < k < 10^{-1} \text{ cm/sec}$$

La falda acquifera, presente nei depositi alluvionali, è di tipo libero e defluisce verso Nord, sostenuta dai terreni a bassa permeabilità delle sottostanti argille pleistoceniche.

Il gradiente idraulico assume valori di 0,5-0,8‰.

### 10.3.3. Caratteristiche tecniche dei terreni desunte dalle indagini geognostiche

Le caratteristiche tecniche dei terreni di quest'area sono state desunte dall'esecuzione delle seguenti indagini geognostiche eseguite nel 1999 e pertanto i dati vengono utilizzati anche per definire le caratteristiche geotecniche e sismiche del sito.

È stato possibile effettuare una zonizzazione delle caratteristiche geotecniche che è stata espressa in dettaglio nella carta litotecnica Allegato E5.

Le caratteristiche tecniche dei terreni di quest'area sono state desunte dall'esecuzione delle seguenti indagini geognostiche:

N°3 Prove penetrometriche continue dinamiche: P30-P31-P32;

N°2 Basi sismiche a rifrazione: T30-T31;

È stato possibile effettuare una zonizzazione delle caratteristiche geotecniche che è stata espressa in dettaglio nella carta litotecnica "Zona Carmine" allegato E5.

Sono state distinte le seguenti zone ritenute omogenee dal punto di vista geotecnico:

Depositi ghiaiosi del terrazzo marino (spessore 2 m).

*Peso di volume* = 1,8 t/m<sup>3</sup> ;

*Angolo di attrito interno* = 36°;

*Coesione*  $c = 0,0t/m^2$  ;

*Densità relativa*  $D_r = 65\%$ .

Formazione delle Ghiaie e Sabbie di Messina, sabbie limose fino a 2 m dal p.c. (sondaggi: P32-T30)

*Peso di volume* = 1,8 t/m<sup>3</sup> ;

*Angolo di attrito interno* = 25°;

*Coesione*  $c = 0,20t/m^2$  ;

*Densità relativa*  $D_r = 70\%$ .

-seguono sedimenti sabbioso ghiaiosi al contatto stratigrafico con le sottostanti Argille Azzurre:

*Peso di volume* = 1,9 t/m<sup>3</sup> ;

*Angolo di attrito interno* = 31°;

*Coesione*  $c = 0,0t/m^2$  ;

*Densità relativa*  $D_r = 80\%$ .

Formazione delle Argille Azzurre (sondaggi P30-P31-T31):

-porzione alterata e degradata (spessore 1,5-2m fal p.c.):

*Peso di volume* = 1,9 t/m<sup>3</sup> ;

*Angolo di attrito interno* = 17°;

*Coesione*  $c = 2,04t/m^2$  ;

-seguono Argille Azzurre a media compattezza presenti sotto la coltre alterata e degradata:

*Peso di volume* = 2,03 t/m<sup>3</sup> ;

*Angolo di attrito interno* = 21°;

*Coesione*  $c = 3,72t/m^2$  ;

*Indice di consistenza*  $I_c = 1,43$ ;

*Limite liquido*  $W_L = 47\%$

*Limite plastico*  $W_p = 32\%$

-Prova edometrica per pressioni di consolidazione di 1Kg/cm<sup>2</sup>

$t_{50} = 18,9$      $t_{100} = 130,05$

*Coefficiente di consolidazione* = 0,000163

*Coefficiente di permeabilità* = 1,92E-09

*Modulo edometrico* = 4147 KN/m<sup>2</sup>

-Prova edometrica per pressioni di consolidazione di 2Kg/cm<sup>2</sup>

$t_{50} = 2,75$      $t_{100} = 21,94$

*Coefficiente di consolidazione* = 0,00109

*Coefficiente di permeabilità* = 1,8E-08

*Modulo edometrico* = 6069 KN/m<sup>2</sup>

#### 10.3.4. Pericolosità sismica

Le caratteristiche sismiche dei terreni di quest'area sono state desunte dal rilievo geologico, nonché dall'esecuzione delle indagini sismiche effettuate nel 1999 consistenti in:

N°1 Base sismica a rifrazione: T26;

Sono state distinte le seguenti zone ritenute omogenee dal punto di vista elastico-dinamico:

Le caratteristiche sismiche dei terreni di quest'area sono state desunte dal rilievo geologico, nonché dall'esecuzione delle indagini sismiche a rifrazione effettuate nel 1999 e consistenti in:

N°2 Basi sismiche a rifrazione: T30-T31.

Sono state distinte le seguenti zone ritenute omogenee dal punto di vista elastico-dinamico:



Zone ad elevata pericolosità sismica locale comprendenti zone con acclività >40% nel litotipo sabbioso delle sabbie e ghiaie di Messina che durante eventi sismici possono innescare fenomeni franosi, zone di cocuzzolo-dorsale che in occasione di eventi sismici presentano delle amplificazioni diffuse del moto del suolo;

Zone a media pericolosità sismica locale comprendenti Sabbie e ghiaie di Messina in appoggio stratigrafico sulle Argille azzurre. Dai dati rilevati dalla base sismica T30 è risultato un moderato contrasto di velocità delle onde sismiche tra le due formazioni che può causare delle amplificazioni sismiche locali; viste le condizioni simostratigrafiche si consiglia un coefficiente di fondazione paria 1,3;

Si possono così attribuire i seguenti parametri elastici:

*Velocità delle onde P*  $V_p = 557 \text{ m/sec}$  ;

*Velocità delle onde S*  $V_s = 210 \text{ m/sec}$  ;

*Modulo di taglio*  $= 8,48E+02 \text{ Kg/cm}^2$

*Modulo di Young*  $E = 2,4E+03 \text{ Kg/cm}^2$

*Modulo di Incompressibilità*  $K = 4,2E+03 \text{ Kg/cm}^2$

*Rigidità o impedenza sismica*  $R=0,37$

*Coefficiente di fondazione*  $=1.3$

Zone di affioramento delle Argille Azzurre (Sondaggio T31)

Parametri elastici:

Da 0 m a 3 m dal p.c. si possono attribuire i seguenti parametri elastici:

*Velocità delle onde P*  $V_p = 303 \text{ m/sec}$  ;

*Velocità delle onde S*  $V_s = 210 \text{ m/sec}$  ;

*Modulo di taglio*  $= 8,48E+02 \text{ Kg/cm}^2$

*Modulo di Young*  $E = 5,8E+02 \text{ Kg/cm}^2$

*Modulo di Incompressibilità*  $K = 1,6E+03 \text{ Kg/cm}^2$

*Rigidità o impedenza sismica*  $R=0,2$

*Coefficiente di fondazione*  $=1.2$

Da 3-4 m a 18 m dal p.c. si possono attribuire i seguenti parametri elastici:

*Velocità delle onde P*  $V_p = 1397 \text{ m/sec}$  ;

*Velocità delle onde S*  $V_s = 466-538 \text{ m/sec}$  ;

*Modulo di taglio*  $= 5,8E+03 \text{ Kg/cm}^2$

*Modulo di Young*  $E = 1,2E+04 \text{ Kg/cm}^2$

*Modulo di Incompressibilità*  $K = 3,3-4,5E+04 \text{ Kg/cm}^2$

*Rigidità o impedenza sismica*  $R=0,9$

*Coefficiente di fondazione*  $=1.1$

#### 10.3.4.1. Indagini integrative previste dall'Allegato A fase (B) strumenti urbanistici attuativi - fase di dettaglio (B2)

Rispetto alla perimetrazione dell'area delimitata nel 1999, quest'area ha subito una lieve modifica, ma tale da poterla ritenere accettabile ai fini della correlazione delle caratteristiche geologiche, idrogeologiche e tecniche.

Dal punto di vista sismico si è eseguita un'indagine di tipo MASW per la valutazione della morfologia del *bedrock*, della stratigrafia di massima e del tipo di suolo classificato secondo le Vs30, del periodo fondamentale del deposito e delle caratteristiche di amplificazione del moto sismico.

Indagine eseguita: MASW n.11

VS30 (m/s): 418

Possibile Tipo di Suolo: B

Frequenza di risonanza del sito: Hz 9 per uno spessore H di circa 7m

Periodo fondamentale del deposito: 1,18sec per uno spessore H di circa 7m.

I valori di cui sopra possono dare probabili fenomeni di risonanza molto probabili, per cui la pericolosità sismica è alta

Concludendo, questi affioramenti dal punto di vista sismico presentano amplificazioni del moto del suolo in occasioni di eventi sismici dovute a forte differenza di risposta sismica tra i depositi incoerenti e il loro substrato più veloce VS (m/s): 277, 270 e 503.

### 10.3.5. Pericolosità geologica

Nella Carta delle prescrizioni ed indicazioni esecutive All.F5, la Zona Carmine Cappuccini possiede situazioni locali di media pericolosità geologica per l'affioramento di detrito con possibili fenomeni gravitativi. La prescrizione esecutiva per gli interventi ricadenti in quest'area è quello di mantenere i suddetti versanti in buone condizioni di stabilità, anche con interventi di opere di sostegno idonee.

Nelle aree di medio alta pericolosità sismica, è opportuno usare il massimo di coefficiente di fondazione per aumentare la sicurezza dei calcoli strutturali.

Si sono così distinte :

-Zone a media pericolosità geologica derivanti da un' elevata pericolosità sismica locale comprendenti zone con acclività >40% nel litotipo sabbioso delle sabbie e ghiaie di Messina dove durante eventi sismici si possono innescare fenomeni franosi; zone di cocuzzolo-dorsale che in occasione di eventi sismici presentano delle amplificazioni diffuse del moto del suolo;

-Zone a media pericolosità geologica derivanti da zone a media pericolosità sismica locale comprendenti Sabbie e ghiaie di Messina in appoggio stratigrafico sulle Argille azzurre. Dai dati rilevati dalla base sismica T30 è risultato un moderato contrasto di velocità delle onde sismiche tra le due formazioni che può causare delle amplificazioni sismiche locali; viste le condizioni simostratigrafiche si consiglia un coefficiente di fondazione paria 1,3;

-Zone di affioramento delle Argille azzurre dotate di media deformazione plastica nei primi 2-4 m dal p.c. nella porzione superficiale alterata e degradata; ai fini urbanistici è consigliabile poggiare le strutture sul substrato argilloso compatto dotato di discrete caratteristiche meccanico fisiche.

-Zone alluvionabili per possibili fenomeni di esondazioni, posizionate come si evidenzia dall'Allegato F5 e che marciano aree ad elevata pericolosità geologica, in prossimità della pericolosa *saia* che non trova sfogo per lo scorrimento delle acque a causa della cintura urbana che ha modificato sezione e andamento del tracciato naturale dell'impluvio

## 11. ASSE ATTREZZATO – PARCO LINEARE – S.ANTONINO

Studio Geologico Particolareggiato anno 1999, integrato alle Prescrizioni esecutive (PP.EE.) del P.R.G. (Circ. n°3/DRA/ del 20/06/2014 emanata dall'ARTA)

*Allegato A fase (B) strumenti urbanistici attuativi - fase di dettaglio (B2) Scala 1:2.000*

Allegati: **A6** (CARTA GEOLOGICA)

“ **B6** (CARTA IDROGEOLOGICA)

“ **C6** (CARTA GEOMORFOLOGICA)

“ **D6** (CARTA DELLE INDAGINI)

“ **E6** (CARTA LITOTECNICA)

“ **F6** (CARTA DELLE PRESCRIZIONI ED INDICAZIONI ESECUTIVE)

### 11.1 Lineamenti morfologici e caratteri geologici

Per riconoscere la litologia e le caratteristiche geotecniche dei terreni fino a 18m dal p.c. e dei dati sufficienti alla definizione delle caratteristiche geo-strutturali dell'area in oggetto, nell'anno 1999 è stato necessario effettuare un rilievo geologico di dettaglio esteso al di fuori dell'area di stretto interesse. Si è eseguita anche una campagna di indagini geognostiche nell'anno 1999.

Quest'area ricade nella tavoletta in scala 1:25.000 denominata Furnari del Foglio 253 III° N.E. della carta d'Italia edita dall'I.G.M. ed è ubicata sulla piana alluvionale compresa tra il torrente Termini e il torrente Longano nella zona di S. Antonio.

Da un'analisi della morfologia a larga scala, si può notare che il posizionamento dell'area studiata è su un'area pianeggiante, con leggerissima pendenza verso nord ad un'altitudine media di 18-30 metri s.l.m., sui depositi alluvionali recenti di origine fluviale che formano ai piedi della Catena Peloritana, la vasta fascia costiera che si estende da Capo Tindari a Capo Milazzo.

Sotto il profilo morfo-strutturale, nell'area rilevata non sono presenti fratture, faglie o cavità che possano essere di pregiudizio per la stabilità dell'area; per quanto riguarda i caratteri idrografici, l'unico canale rilevato, che rappresenta una linea di impluvio preferenziale allo scorrimento delle acque meteoriche, è quello della saia "Fondaco Nuovo", che in caso di fortissimi periodi piovosi potrebbe apportare apprezzabili conseguenze negative nella zona vicino alla saia.

Considerate quindi la giacitura e la situazione morfologica e idrologica dell'area in esame, quest'ultima risulta soddisfacentemente stabile.

Il territorio interessato, dal punto di vista geologico si inquadra nei depositi alluvionali recenti.

Si tratta di sedimenti alluvionali incoerenti di tipo continentale depositi dai torrenti limitrofi, che granulometricamente presentano un'estrema variabilità.

Infatti dalla ghiaia con ciottoli misti a sabbia si passa alla sabbia limosa sino al limo sabbioso con lenti di argille.

L'esecuzione delle indagini geognostiche ha permesso di rilevare e suddividere l'area in fasce omogenee per composizione granulometrica e comportamento geomeccanico; tale suddivisione in fasce omogenee è ampiamente descritta nell'allegato 2 della carta litotecnica. I materiali che costituiscono il pacco alluvionale rappresentano il risultato di processi di degradazione ed erosione meccanica dei M. Peloritani, provenienza che giustifica variazioni nella litologia e nella granulometria trattandosi di depositi di fiumara che alterna a brevi periodi di piena, prolungati periodi di magra.

Correlando il SEV N°1 con le informazioni ricevute circa l'esecuzione di pozzi trivellati presenti in zona è stato possibile dedurre lo spessore di tali depositi nella zona oggetto di studio che è di circa 30m nella zona ad ovest in prossimità della saia "Fondaco Nuovo" e di una cinquantina di metri ad est nei pressi del palazzetto dello sport.

Il substrato del pacco dei depositi alluvionali è costituito dalle Argille Azzurre Quaternarie con una frazione siltoso-marnosa tendenti al bruno se ossidate. Presentano giacitura suborizzontale o leggermente inclinata.

### 11.2. Caratteristiche idrogeologiche

Le valutazioni idrogeologiche generali sono già state analizzate nello studio geologico per il P.R.G. effettuato precedentemente e nel quale sono riportate le condizioni idrologiche e di vulnerabilità degli acquiferi su tutto il territorio comunale e i cui risultati sono stati oggetto di rappresentazione cartografica a scala 1:10.000 (allegato n°3).

In questa fase si è approfondito lo studio idrogeologico, raccogliendo, dove è stato possibile l'accesso, dati sui pozzi scavati a mano o trivellati, potendo così tracciare le curve isopiezometriche rappresentative delle condizioni idrogeologiche del pacco alluvionale.

Nell'area in oggetto sono state individuate così le probabili direzioni di flusso delle acque sotterranee e le caratteristiche geometriche degli acquiferi e della falda. La ricostruzione dell'andamento della falda mette in evidenza un generale deflusso sotterraneo verso Nord.

Sulla scorta degli studi geologici e litologici di superficie può essere formulata una verosimile identificazione delle caratteristiche idrogeologiche del territorio in esame.

Infatti la circolazione delle falde acquifere è condizionata dalla distribuzione e sovrapposizione di terreni a differente permeabilità e quindi della "trasmissività".

Per maggiore comodità esplicativa viene effettuata una distinzione in ordine sia al tipo di permeabilità che alle classi dei terreni, che presentano analoghe caratteristiche in tal senso.

Nell'area in esame si possono distinguere:

- 1) terreni ad alta permeabilità;
- 2) terreni a permeabilità medio-bassa

#### 1) Terreni ad alta permeabilità

A questa classe vanno ascritti tutti i terreni dotati di porosità, in cui la permeabilità è una caratteristica del litotipo e viene definita "permeabilità primaria".

Nel caso in esame vi appartiene il litotipo sabbioso-ghiaioso, che in riferimento al grado di vulnerabilità è elevato.

A titolo orientativo si può suggerire il seguente campo di variabilità del coefficiente di permeabilità:

$$102 < k < 10^{-1} \text{ cm/sec}$$

#### 2) Terreni a permeabilità medio-bassa

Sono costituiti dai livelli limosi con gli interstrati argillosi, che contribuiscono alla formazione di corpi idrici multifalda con circolazione idrica variabile nel pacco alluvionale; ove prevalgono queste litologie il grado di vulnerabilità della falda diminuisce.

A titolo orientativo si può suggerire il seguente campo di variabilità del coefficiente di permeabilità:

$$10^{-2} < k < 10^{-1} \text{ cm/sec}$$

La circolazione idrica superficiale, subsuperficiale (intendendo con tale termine le acque che si rinvergono a breve profondità dal piano campagna) e profonda si esplica laddove la permeabilità dei terreni è tale da consentirne l'accumulo e il deflusso.

Vengono qui di seguito descritti sia il comportamento delle acque di deflusso superficiale, sia le varie situazioni riscontrabili nel territorio in esame, in cui sussistono le condizioni per la formazione di falde acquifere.

##### a) Acque superficiali

La possibilità di infiltrazione delle acque di precipitazione meteorica nel sottosuolo dipende in primo luogo dalla permeabilità dei terreni ed in secondo luogo dall'acclività della superficie topografica.

La presenza di un livello prevalentemente limoso superficiale, frammisto a terreno vegetale, rallenta l'infiltrazione nel sottosuolo; di contro, la morfologia pianeggiante non consente il deflusso superficiale delle acque di precipitazione meteorica, a vantaggio di una lenta, ma persistente, infiltrazione nel sottosuolo.

##### b) Acque profonde

Costituiscono le falde acquifere vere e proprie, la cui circolazione è essenzialmente relegata nell'ambito dei livelli a permeabilità più elevata.

Nell'area oggetto di indagine è stato possibile tracciare due curve isopiezometriche rispettivamente a quota 10 e a quota 12 m s.l.m. I numerosi sfruttamenti esistenti nella piana vengono generalmente effettuati mediante pozzi perforati di profondità da 25 a 60 m, i quali interessano talora l'intero spessore dell'acquifero alluvionale con portate sull'ordine dei 20 l/sec. Esiste inoltre un cospicuo numero di pozzi scavati a largo diametro, che nella zona oggetto di indagine interessano soltanto i livelli più superficiali dell'acquifero con profondità di 5-10 m e con portata di qualche l/sec. La maggior parte dei pozzi ha un periodo di esercizio limitato al semestre aprile-settembre, essendo gli sfruttamenti collegati in prevalenza agli utilizzi irrigui ed ai fabbisogni dell'utenza turistico-residenziale.

La falda acquifera presente nei depositi alluvionali è di tipo libero e defluisce verso Nord, sostenuta dai terreni a bassa permeabilità delle sottostanti argille pleistoceniche.

Il gradiente idraulico assume valori di 0,5-0,8‰.

Nella piana alluvionale costiera la ricarica annuale avviene rapidamente in coincidenza con le consistenti piogge autunnali e viene assicurata per il resto dell'anno attraverso le numerose modeste sorgenti localizzate nella zona montuosa e nella fascia collinare. Il regime della ricarica risulta fluttuante: massimo nel semestre autunno-inverno e minimo a partire dalla tarda primavera. Ciò comunque assicura un persistente deflusso sotterraneo nel subalveo, anche se con notevoli variazioni di livello e di portata (Coltro *et al.*, 1980).

Un valido strumento per la corretta gestione delle risorse idriche di un territorio è rappresentato anche dalla valutazione della vulnerabilità intrinseca degli acquiferi all'inquinamento. Va definito quindi il livello di rischio di deterioramento, cui tali risorse sono esposte e vanno adottati, in fase di programmazione territoriale e di pianificazione urbanistica, tutti quegli accorgimenti utili ad evitare il verificarsi di fenomeni indesiderati.

Nel territorio comunale, come si è precisato sopra, una delle maggiori risorse idriche è rappresentata dalle falde presenti nella fascia costiera, in particolare la Piana di Barcellona - Milazzo. In essa tuttavia sono diffusi gli

insediamenti residenziali ad alta densità abitativa, in gran parte privi di infrastrutture di smaltimento e trattamento dei rifiuti solidi e liquidi, nonché attività agricole ed importanti nuclei industriali. In tali condizioni il rischio di deterioramento delle risorse idriche sotterranee è notevole, tenuto conto delle condizioni idrogeologiche e dell'assenza di corretti metodi di gestione delle risorse naturali.

Oltre alla permeabilità dei terreni ed alla loro geometria, un'incidenza determinante risulta avere la profondità della falda, che viene ad assumere un ruolo primario nella valutazione della vulnerabilità. In corrispondenza della piana costiera e lungo gli alvei dei corsi d'acqua, laddove la superficie della falda si trova a profondità variabili da pochi metri ad alcune decine di metri dal piano campagna, si riconoscono condizioni di vulnerabilità più elevate.

Studi condotti su tale acquifero (Ferrara *et al.*, 1993) hanno evidenziato una diffusa condizione di elevata vulnerabilità in quasi tutta l'area della piana alluvionale costiera, con accentuazioni in particolari settori. A ciò si aggiunge il rischio di insalinamento delle acque, per eccessivo ed incontrollato emungimento della falda.

Fino ad oggi tuttavia le falde, nel loro complesso, riescono a sopportare il carico inquinante, grazie ai processi di autoepurazione connessi all'effetto filtrante esercitato dal non saturo ed alla locale protezione determinata dalla copertura di terreno vegetale e dalla presenza di lenti limose particolarmente estese, specie laddove la superficie della falda si pone ad una certa profondità dal piano campagna.

### 11.3. Caratteristiche tecniche dei terreni desunte dalle indagini geognostiche

Le caratteristiche tecniche dei terreni di quest'area sono state desunte dalle seguenti indagini geognostiche:

N°7 Prove penetrometriche continue dinamiche: P1-P2-P3-P4-P5-P6-P11.

N°4 Basi sismiche a rifrazione: T1-T2-T12-T13;

N°1 Sismica in foro tipo down hole: DH1;

N°1 misura di microtremore: Z1;

N°1 Carotaggio fino a 15m di profondità: S1;

Prove di laboratorio consistenti in:

-determinazione delle caratteristiche fisiche e granulometriche (W;s;eo;n;Sr)

-determinazione della coesione e dell'angolo di attrito interno.

È stato possibile effettuare una zonizzazione delle caratteristiche geotecniche, che è stata espressa in dettaglio nella carta litotecnica allegato 2.

Trattasi generalmente di depositi alluvionali a prevalente componente limosa e limoso-sabbiosa.

Sono state distinte le seguenti zone ritenute omogenee dal punto di vista geotecnico:

Alluvioni a predominanza limosa nei primi 9 m dal p.c. (Sondaggi P2-P3-P5-P6-T2-T13):

si possono attribuire i seguenti parametri geotecnici:

*Peso di volume* = 1,8-1,9 t/m<sup>3</sup> ;

*Angolo di attrito interno* = 21°;

*Coesione c* = 0,3 t/m<sup>2</sup> ;

*Densità relativa Dr* = 60%.

È da rilevare che durante l'esecuzione della prova penetrometrica P2 dalla quota 2,60 alla quota 3,30 si è avuto un rifiuto all'infissione della punta causato dalla presenza di laterizi cotti presumibilmente di età romana (deduzione fatta, osservando le aste che erano imbrattate di cotto frantumato). In questo settore si consiglia di approfondire ulteriormente le indagini geognostiche, in fase di progettazione esecutiva, per escludere la presenza di siti archeologici.

Alluvioni limoso-sabbiose con interstrati ghiaiosi (Sondaggi P1-T1):

si possono attribuire i seguenti parametri geotecnici:

-Litotipo limoso-sabbioso:

*Peso di volume* = 1,9 t/m<sup>3</sup> ;

*Angolo di attrito interno* = 25°;

*Coesione c* = 0,0 t/m<sup>2</sup> ;

*Densità relativa Dr* = 70%.

-Litotipo ghiaioso:

*Peso di volume* = 2 t/m<sup>3</sup> ;

*Angolo di attrito interno* = 33°-36°;

*Coesione c* = 0,0 t/m<sup>2</sup> ;

*Densità relativa Dr* = 70-80%.

Alluvioni a predominanza limosa fino a 3-7 m dal p.c. (Sondaggi P4-P11-T12-S1-Dh1-Z1): si possono attribuire i seguenti parametri geotecnici:

*Peso di volume* = 2 t/m<sup>3</sup> ;

*Angolo di attrito interno* = 21°;

*Coesione c* = 0,34 t/m<sup>2</sup> ;

*Densità relativa Dr* = 60-70%.

-seguono sedimenti ghiaiosi che si arricchiscono nella componente ghiaiosa da 12 a 15m dal p.c.:

*Peso di volume* = 1,9 t/m<sup>3</sup> ;

*Angolo di attrito interno* = 27°;

*Coesione c* = 0,0 t/m<sup>2</sup> ;

*Densità relativa Dr* = 70%.

Alluvioni limose nei primi 2 m dal p.c., alle quali si possono attribuire i seguenti parametri geotecnici:

*Peso di volume* = 1,8 t/m<sup>3</sup> ;

*Angolo di attrito interno* = 21°;

*Coesione c* = 0,3 t/m<sup>2</sup> ;

*Densità relativa Dr* = 60%.

-segue il litotipo ghiaioso da 2 a 4m dal p.c.:

*Peso di volume* = 2 t/m<sup>3</sup> ;

*Angolo di attrito interno* = 33°-36°;

*Coesione c* = 0,0 t/m<sup>2</sup> ;

*Densità relativa Dr* = 70-80%.

-seguono limi fino al 6m dal p.c. (massima profondità di investigazione )

*Peso di volume* = 1,8 t/m<sup>3</sup> ;

*Angolo di attrito interno* = 21°;

*Coesione c* = 0,3 t/m<sup>2</sup> ;

*Densità relativa Dr* = 60%.

#### 11.4. Pericolosità sismica

Le caratteristiche sismiche dei terreni di quest'area sono state desunte dall'esecuzione delle indagini sismiche del 1999 consistenti in:

N°4 Basi sismiche a rifrazione: T1-T2-T12-T13;

N°1 Sismica in foro tipo *down hole*: DH1;

N°1 misura di microtremore: Z1;

Trattasi generalmente di depositi alluvionali a prevalente componente limosa e limoso-sabbiosa, che, in base alla campionatura del microtremore Z1, sono caratterizzati da effetti di sito con rapporti tra ampiezza spettrale della componente orizzontale del moto del suolo alla superficie e ampiezza spettrale della componente verticale del moto del suolo alla superficie di 0,7-1; la frequenza di risonanza è di circa 0,6-1 Hz (modello 1D) (vedi all.B).

In queste condizioni l'amplificazione sismica locale non presenta effetti rilevanti, perchè non si riscontra un forte contrasto di velocità sismiche tra il pacco alluvionale e le sottostanti Argille Azzurre pleistoceniche.

Sono state distinte le seguenti zone ritenute omogenee dal punto di vista elastico:

Alluvioni a predominanza limosa nei primi 9 m dal p.c. (Sondaggi -T2-T13):

si possono attribuire i seguenti parametri elastici:

da 0 m a 3-6 m

*Velocità delle onde P Vp* = 298-338 m/sec ;

*Velocità delle onde S Vs* = 119-167 m/sec ;

*Modulo di taglio* = 3-5E+02 Kg/cm<sup>2</sup>

*Modulo di Young E* = 0,7-1,4E+03 Kg/cm<sup>2</sup>

*Modulo di Incompressibilità K* = 1,3-1,4E+03 Kg/cm<sup>2</sup>

*Rigidità o impedenza sismica R* = 0,27

*Coefficiente di fondazione* = 1.2

da 3-6 m a 18 m

*Velocità delle onde P Vp* = 568-802 m/sec ;

*Velocità delle onde S Vs* = 227-320 m/sec ;

*Modulo di taglio* = 0,9-2E+03 Kg/cm<sup>2</sup>

*Modulo di Young  $E = 2,7-5,5E+03\text{Kg/cm}^2$   
Modulo di Incompressibilità  $K = 4,8-9,7E+03\text{Kg/cm}^2$   
Rigidità o impedenza sismica  $R=0,4$   
Coefficiente di fondazione  $\approx 1.1$*

Alluvioni limoso-sabbiose con interstrati ghiaiosi (Sondaggi -T1):  
si possono attribuire i seguenti parametri elastici da 2 a 6 m dal p.c.:  
*Velocità delle onde P  $V_p = 1379\text{ m/sec}$  ;  
Velocità delle onde S  $V_s = 530\text{ m/sec}$  ;  
Modulo di taglio  $= 5E+03\text{Kg/cm}^2$   
Modulo di Young  $E = 1,5E+04\text{Kg/cm}^2$   
Modulo di Incompressibilità  $K = 3E+04\text{Kg/cm}^2$   
Rigidità o impedenza sismica  $R=1$   
Coefficiente di fondazione  $\approx 1.1$*

Alluvioni sabbioso - limose fino a 4-5 m dal p.c.; e sabbie con interstrati ghiaiosi fino a 15 m dal p.c. (Sondaggi: T12-S1-Dh1-Z1): si possono attribuire i seguenti parametri elastici:  
Da 0 a 2 m dal p.c.  
*Velocità delle onde P  $V_p = 205\text{ m/sec}$  ;  
Velocità delle onde S  $V_s = 102\text{ m/sec}$  ;  
Modulo di taglio  $= 2E+02\text{Kg/cm}^2$   
Modulo di Young  $E = 5,3E+02\text{Kg/cm}^2$   
Modulo di Incompressibilità  $K = 5,4E+02\text{Kg/cm}^2$   
Rigidità o impedenza sismica  $R=0,19$   
Coefficiente di fondazione  $\approx 1.2$*

da 2 a 18 m dal p.c. si possono attribuire i seguenti parametri elastici:  
*Velocità delle onde P  $V_p = 578\text{ m/sec}$  ;  
Velocità delle onde S  $V_s = 241\text{ m/sec}$  ;  
Modulo di taglio  $= 1,1-1,4E+03\text{Kg/cm}^2$   
Modulo di Young  $E = 2,2-3,1E+03\text{Kg/cm}^2$   
Modulo di Incompressibilità  $K = 3-5E+03\text{Kg/cm}^2$   
Rigidità o impedenza sismica  $R=0,45$   
Coefficiente di fondazione  $\approx 1.1$*

Depositi alluvionali limosi con interstrati ghiaiosi ai quali si possono attribuire i seguenti parametri elastici:  
Da 0 a 4 m dal p.c.  
*Velocità delle onde P  $V_p = 225-365\text{ m/sec}$  ;  
Velocità delle onde S  $V_s = 110-146\text{ m/sec}$  ;  
Modulo di taglio  $= 2,3-4E+02\text{Kg/cm}^2$   
Modulo di Young  $E = 0,6-1,1E+03\text{Kg/cm}^2$   
Modulo di Incompressibilità  $K = 1,1-2E+03\text{Kg/cm}^2$   
Rigidità o impedenza sismica  $R=0,18$   
Coefficiente di fondazione  $\approx 1.2$*   
Da 4 a 9 m dal p.c.  
*Velocità delle onde P  $V_p = 415-536\text{ m/sec}$  ;  
Velocità delle onde S  $V_s = 166-214\text{ m/sec}$  ;  
Modulo di taglio  $= 5,29-8,8E+02\text{Kg/cm}^2$   
Modulo di Young  $E = 1,4-2,4E+03\text{Kg/cm}^2$   
Modulo di Incompressibilità  $K = 2,6-4,3E+03\text{Kg/cm}^2$   
Rigidità o impedenza sismica  $R=0,3$   
Coefficiente di fondazione  $\approx 1.2$*   
Da 9 a 18 m dal p.c.  
*Velocità delle onde P  $V_p = 682-900\text{ m/sec}$  ;  
Velocità delle onde S  $V_s = 242-360\text{ m/sec}$  ;  
Modulo di taglio  $= 1,1-2,5E+03\text{ Kg/cm}^2$   
Modulo di Young  $E = 3-7E+03\text{ Kg/cm}^2$   
Modulo di Incompressibilità  $K = 7-12E+03\text{ Kg/cm}^2$*



*Rigidità o impedenza sismica  $R=0,45$   
Coefficiente di fondazione  $\approx 1.2$ .*

#### 11.4.1. Indagini integrative previste dall'Allegato A fase (B) strumenti urbanistici attuativi - fase di dettaglio (B2)

Rispetto alla perimetrazione del 1999, quest'area ha subito una lieve modifica, ma tale da poterla ritenere accettabile ai fini della correlazione delle caratteristiche geologiche, idrogeologiche e tecniche, mentre dal punto di vista sismico si è eseguita un'indagine di tipo MASW per la valutazione della morfologia del *bedrock*, della stratigrafia di massima e del tipo di suolo classificato secondo le Vs30, del periodo fondamentale del deposito e delle caratteristiche di amplificazione del moto sismico.

Indagine eseguita: MASW n.2 e MASW n.3

##### **Masw 2**

VS30 (m/s): 273

Possibile Tipo di Suolo: C

Frequenza di risonanza del sito: Hz 1,1 per uno spessore H di circa 60 m

Periodo fondamentale del deposito: 0,8sec per uno spessore H di circa 60 m.

In queste condizioni l'amplificazione sismica locale non presenta effetti rilevanti perchè non si riscontra un forte contrasto di velocità sismiche tra il pacco alluvionale e le sottostanti Argille Azzurre pleistoceniche.

##### **Masw 3**

VS30 (m/s): 329

Possibile Tipo di Suolo: C

Frequenza di risonanza del sito: Hz 1,3 per uno spessore H di circa 60 m.

Periodo fondamentale del deposito: 0,7sec per uno spessore H di circa 60 m.

In queste condizioni l'amplificazione sismica locale non presenta effetti rilevanti perchè non si riscontra un forte contrasto di velocità sismiche tra il pacco alluvionale e le sottostanti Argille Azzurre pleistoceniche.

#### 11.5. Pericolosità geologica

L'area che ricade nella zona di S. Antonino complessivamente non presenta situazioni locali con livelli di pericolosità geologica e sismica tali da poter influenzare, in modo significativo le scelte degli strumenti urbanistici; infatti dalla conoscenza globale e approfondita dei dati geolitologici, strutturali, morfologici e idrogeologici, che caratterizzano i terreni affioranti, è stato possibile elaborare una cartografia di progetto del territorio, che evidenzia aree con caratteristiche omogenee in relazione all'idoneità della sua utilizzazione.

L'elaborazione è stata eseguita su gruppi di dati topografici, morfologici, litostratigrafici, di stabilità geostrutturale, idrogeologici e fisico-meccanici, rilevati nell'area oggetto di studio.

I parametri geotecnici, riportati in allegato E6 nella "carta litotecnica", si possono utilizzare per la progettazione di piccoli fabbricati, ma, qualora si dovessero prevedere grosse strutture, è consigliabile una programmazione di indagini geognostiche atte a verificare e ad approfondire minuziosamente la litostratigrafia del terreno di fondazione fino alla profondità che sarà interessata dal bulbo delle tensioni.

In conclusione l'area in oggetto si può ritenere stabile e urbanizzabile senza alcun vincolo geologico.

E' solamente da rilevare che durante l'esecuzione della prova penetrometrica P2 (terreno proprietà Pirandello) dalla quota 2,60 alla quota 3,30 si è avuto un rifiuto all'infissione della punta causato dalla presenza di laterizi cotti (deduzione fatta osservando le aste imbrattate di cotto frantumato). In questo settore, per un intorno almeno di 100 m dall'ubicazione della P2 si consiglia di approfondire ulteriormente le indagini geognostiche, in fase di progettazione esecutiva, per escludere la presenza di siti archeologici.



## **12. ZONA ASSE ATTREZZATO – PARCO LINEARE – CONTRADA S.ANDREA**

Studio Geologico Particolareggiato anno 1999, integrato alle Prescrizioni esecutive (PP.EE.) del P.R.G. (Circ. n°3/DRA/ del 20/06/2014 emanata dall'ARTA)

*Allegato A fase (B) strumenti urbanistici attuativi - fase di dettaglio (B2) Scala 1:2.000*

Allegati: **A7** (CARTA GEOLOGICA)

- “ **B7** (CARTA IDROGEOLOGICA)
- “ **C7** (CARTA GEOMORFOLOGICA)
- “ **D7** (CARTA DELLE INDAGINI)
- “ **E7** (CARTA LITOTECNICA)
- “ **F7** (CARTA DELLE PRESCRIZIONI ED INDICAZIONI ESECUTIVE)

### **12.1. Lineamenti morfologici e caratteri geologici**

Per riconoscere la litologia e le caratteristiche geotecniche dei terreni fino a 18 m dal p.c. e dei dati sufficienti alla definizione delle caratteristiche geo-strutturali dell'area in oggetto, nell'anno 1999 è stato necessario effettuare un rilievo geologico di dettaglio esteso al di fuori dell'area di stretto interesse. Si è eseguita anche una campagna di indagini geognostiche nell'anno 1999.

Quest'area ricade nella tavoletta in scala 1:25.000, denominata Barcellona P.G. del Foglio 253 II° N.E. della carta d'Italia edita dall'I.G.M. ed è ubicata sulla piana alluvionale in destra e in sinistra orografica del torrente Longano.

Da un'analisi della morfologia a larga scala si può notare che il posizionamento della zona studiata è su un'area pianeggiante, con leggerissima pendenza verso nord ad un'altitudine media di 30-40 metri s.l.m., sui depositi alluvionali recenti di origine fluviale, che formano ai piedi della Catena Peloritana, la vasta fascia costiera che si estende da Capo Tindari a Capo Milazzo.

Sotto il profilo morfo-strutturale, nell'area rilevata non sono presenti fratture, faglie o cavità che possano essere di pregiudizio per la stabilità dell'area; per quanto riguarda i caratteri idrografici, è da segnalare la presenza del torrente Longano, che può rappresentare un elemento di rischio di esondazione, in caso di fortissimi periodi piovosi, apportando alluvionamenti con conseguenti danni a persone e cose nell'area prossima al torrente; pertanto considerate la giacitura, la situazione morfologica e idrologica dell'area in esame, quest'ultima risulterà messa in sicurezza solo se vi sarà un corretto e adeguato monitoraggio di pulizia e dragaggio dell'intero alveo torrentizio.

Il territorio interessato, dal punto di vista geologico si inquadra nei depositi alluvionali recenti.

Si tratta di sedimenti alluvionali incoerenti di tipo continentale depositi dai torrenti, che granulometricamente presentano un'estrema variabilità.

Infatti dalla ghiaia e ciottoli misti a sabbia si passa alla sabbia limosa sino al limo sabbioso e lenti di argille.

L'esecuzione delle indagini geognostiche ha permesso di rilevare e suddividere l'area in fasce omogenee per composizione granulometrica e comportamento geomeccanico; tale suddivisione in fasce omogenee è ampiamente descritta nell'allegato 2 della carta litotecnica. I materiali che costituiscono il pacco alluvionale rappresentano il risultato di processi di degradazione ed erosione meccanica dei M.Peloritani, provenienza che giustifica variazioni nella litologia e nella granulometria, trattandosi di depositi di fiumara che alterna a brevi periodi di piena, prolungati periodi di magra.

Correlando i SEV N°2, N°3 e N°4 con le informazioni ricevute circa l'esecuzione di pozzi trivellati presenti in zona, è stato possibile dedurre lo spessore di tali depositi nella zona oggetto di studio, che è di circa 30 m (SEV2-3) e di una sessantina di metri in prossimità del SEV N°4.

Il substrato del pacco dei depositi alluvionali è costituito dalle Argille Azzurre Quaternarie siltoso-marnose, tendenti al bruno se ossidate; presentano giacitura leggermente inclinata verso Nord.

## 12.2. Caratteristiche idrogeologiche

Le valutazioni idrogeologiche generali sono già state analizzate nello studio geologico per il P.R.G. effettuato precedentemente e nel quale sono riportate le condizioni idrologiche e di vulnerabilità degli acquiferi su tutto il territorio comunale e i cui risultati sono stati oggetto di rappresentazione cartografica a scala 1:10.000 (allegato n°3).

In questa fase si è approfondito lo studio idrogeologico raccogliendo, dove è stato possibile l'accesso, dati sui pozzi scavati a mano o trivellati, potendo così tracciare le curve isopiezometriche rappresentative delle condizioni idrogeologiche del pacco alluvionale.

Nell'area in oggetto sono state individuate così le probabili direzioni di flusso delle acque sotterranee e le caratteristiche geometriche degli acquiferi e della falda. La ricostruzione dell'andamento della falda mette in evidenza un generale deflusso sotterraneo verso Nord Nord-ovest.

Sulla scorta degli studi geologici e litologici di superficie può essere formulata una verosimile identificazione delle caratteristiche idrogeologiche del territorio in esame.

Infatti la circolazione delle falde acquifere è condizionata dalla distribuzione e sovrapposizione di terreni a differente permeabilità e quindi della "trasmissività".

Per maggiore comodità esplicativa viene effettuata una distinzione in ordine sia al tipo di permeabilità che alle classi dei terreni che presentano analoghe caratteristiche in tal senso.

Nell'area in esame si possono distinguere:

- 1) terreni ad alta permeabilità;
- 2) terreni a permeabilità medio-bassa.

### 1) Terreni ad alta permeabilità

A questa classe vanno ascritti tutti i terreni dotati di porosità, in cui la permeabilità è una caratteristica del litotipo e viene definita "permeabilità primaria".

Nel caso in esame vi appartiene il litotipo sabbioso ghiaioso che in riferimento al grado di vulnerabilità è elevato.

Associate ad esso vi sono delle zone limose a permeabilità più bassa ma globalmente per questa zona si può dire che la falda risulta libera e senza protezione con un elevato grado di vulnerabilità.

A titolo orientativo si può suggerire il seguente campo di variabilità del coefficiente di permeabilità:

$$10^{-2} < k < 10^{-1} \text{ cm/sec}$$

### 2) Terreni a permeabilità medio-bassa

Sono costituiti dai livelli limosi con gli interstrati argillosi che contribuiscono alla formazione di corpi idrici multifalda con circolazione idrica variabile nel pacco alluvionale; essi sono stati cartografati nell'allegato 3 della carta idrogeologica in una stretta fascia nella zona di "Bartolella" ove prevalgono queste litologie il grado di vulnerabilità della falda diminuisce.

A titolo orientativo si può suggerire il seguente campo di variabilità del coefficiente di permeabilità:

$$10^{-2} < k < 10^{-1} \text{ cm/sec}$$

La circolazione idrica superficiale, subsuperficiale (intendendo con tale termine le acque che si rinvennero a breve profondità dal piano campagna) e profonda si esplica laddove la permeabilità dei terreni è tale da consentirne l'accumulo e il deflusso.

Vengono qui di seguito descritti sia il comportamento delle acque di deflusso superficiale, sia le varie situazioni riscontrabili nel territorio in esame, in cui sussistono le condizioni per la formazione di falde acquifere.

#### a) Acque superficiali

La possibilità di infiltrazione delle acque di precipitazione meteorica nel sottosuolo dipende in primo luogo dalla permeabilità dei terreni ed in secondo luogo dall'acclività della superficie topografica.

La presenza di un livello prevalentemente limoso superficiale, frammisto a terreno vegetale, rallenta l'infiltrazione nel sottosuolo; di contro la morfologia pianeggiante non consente il deflusso superficiale delle acque di precipitazione meteorica, a vantaggio di una lenta, ma persistente, infiltrazione nel sottosuolo.

#### b) Acque profonde

Costituiscono le falde acquifere vere e proprie, la cui circolazione è essenzialmente relegata nell'ambito dei livelli a permeabilità più elevata.

Nell'area oggetto di indagine è stato possibile tracciare tre curve isopiezometriche rispettivamente a quota 10,13 e a quota 15 m s.l.m. (vedi carta idrogeologica allegato 3). I numerosi sfruttamenti esistenti sulla piana vengono generalmente effettuati mediante pozzi perforati di profondità da 25 a 60 metri, i quali interessano talora l'intero spessore dell'acquifero alluvionale con portate sull'ordine dei 20 l/sec. La maggior parte dei pozzi ha un periodo di esercizio limitato al semestre aprile-settembre, essendo gli sfruttamenti collegati in prevalenza agli utilizzi irrigui ed ai fabbisogni dell'utenza turistico-residenziale.

La falda acquifera presente nei depositi alluvionali è di tipo libero e defluisce verso Nord, sostenuta dai terreni a bassa permeabilità delle sottostanti argille pleistoceniche.

Il gradiente idraulico assume valori di 0,5-0,8‰.

Nella piana alluvionale costiera la ricarica annuale avviene rapidamente in coincidenza con le consistenti piogge autunnali e viene assicurata per il resto dell'anno attraverso le numerose modeste sorgenti localizzate nella zona montuosa e nella fascia collinare. Il regime della ricarica risulta fluttuante: massimo nel semestre autunno-inverno e minimo a partire dalla tarda primavera. Ciò comunque assicura un persistente deflusso sotterraneo nel subalveo, anche se con notevoli variazioni di livello e di portata (Coltro et al., 1980).

Un valido strumento per la corretta gestione delle risorse idriche di un territorio è rappresentato anche dalla valutazione della vulnerabilità intrinseca degli acquiferi all'inquinamento. Va definito quindi il livello di rischio di deterioramento, cui tali risorse sono esposte e vanno adottati, in fase di programmazione territoriale e di pianificazione urbanistica, tutti quegli accorgimenti utili ad evitare il verificarsi di fenomeni indesiderati.

Nel territorio comunale, come si è precisato sopra, una delle maggiori risorse idriche è rappresentata dalle falde presenti nella fascia costiera, in particolare la piana di Barcellona - Milazzo. In essa tuttavia sono diffusi gli insediamenti residenziali ad alta densità abitativa, in gran parte privi di infrastrutture di smaltimento e trattamento dei rifiuti solidi e liquidi, nonché attività agricole ed importanti nuclei industriali. In tali condizioni il rischio di deterioramento delle risorse idriche sotterranee è notevole, tenuto conto delle condizioni idrogeologiche e dell'assenza di corretti metodi di gestione delle risorse naturali.

Oltre alla permeabilità dei terreni ed alla loro geometria, un'incidenza determinante risulta avere la profondità della falda, che viene ad assumere un ruolo primario nella valutazione della vulnerabilità. In corrispondenza della piana costiera e lungo gli alvei dei corsi d'acqua, laddove la superficie della falda si trova a profondità variabili da pochi metri ad alcune decine di metri dal piano campagna, si riconoscono condizioni di vulnerabilità più elevate.

Studi condotti su tale acquifero (Ferrara et al., 1993) hanno evidenziato una diffusa condizione di elevata vulnerabilità in quasi tutta l'area della piana alluvionale costiera, con accentuazioni in particolari settori. A ciò si aggiunge il rischio di insalimento delle acque, per eccessivo ed incontrollato emungimento della falda.

Fino ad oggi tuttavia le falde, nel loro complesso, riescono a sopportare il carico inquinante, grazie ai processi di autoepurazione connessi all'effetto filtrante esercitato dal non saturo ed alla locale protezione determinata dalla copertura di terreno vegetale e dalla presenza di lenti limose particolarmente estese, specie laddove la superficie della falda si pone ad una certa profondità dal piano campagna.

### 12.3. Caratteristiche tecniche dei terreni desunte dalle indagini geognostiche

Le caratteristiche tecniche dei terreni di quest'area sono state desunte dall'esecuzione delle seguenti indagini geognostiche:

N°12 Prove penetrometriche continue dinamiche: P7-P8-P9-P10-P12-P13-P14-P15-P16-P17-P19-P20;

N°10 Basi sismiche a rifrazione: T14-T15-T16-T17-T18-T19-T20-T21-T22-T23;

N°2 Carotaggi fino a 15 m di profondità: S5-S6;

N°3 SEV.

Prove di laboratorio consistenti in:

-determinazione delle caratteristiche fisiche e granulometriche (W;s;eo;n;Sr)

-determinazione della coesione e dell'angolo di attrito interno.

Trattasi generalmente di depositi alluvionali a prevalente componente limosa e limoso sabbiosa.

Sono state distinte le seguenti zone ritenute omogenee dal punto di vista geotecnico:

Alluvioni a predominanza limosa nei primi 9 m dal p.c. (Sondaggi S5- P7-P20-T14-T22):

si possono attribuire i seguenti parametri geotecnici:

*Peso di volume* = 1,8-1,9 t/m<sup>3</sup> ;

*Angolo di attrito interno* =21°;

*Coesione c* =0,3t/m<sup>2</sup> ;

*Densità relativa Dr* = 60%.

Alluvioni a predominanza sabbiosa (Sondaggi P10-P8-P12-P14-T15-T18-T23):

si possono attribuire i seguenti parametri geotecnici:

-Litotipo sabbioso:

*Peso di volume* = 1,9 -2t/m<sup>3</sup> ;

*Angolo di attrito interno* =30°;

*Coesione c* =0,0t/m<sup>2</sup> ;

*Densità relativa Dr* = 70%.

-Litotipo ghiaioso(tra 3 e 5 m dal P.c.):

*Peso di volume* = 2 t/m<sup>3</sup> ;

*Angolo di attrito interno* =33°-36°;

*Coesione c* =0,0t/m<sup>2</sup> ;

*Densità relativa Dr* = 70-80%.

Alluvioni a predominanza limosa fino a 3-7 m dal p.c.(Sondaggi S6-P13-P15 -SEV2-SEV4-T16-T17-T20); si possono attribuire i seguenti parametri geotecnici:

*Peso di volume* = 2 t/m<sup>3</sup> ;

*Angolo di attrito interno* =21°;

*Coesione c* =0,34t/m<sup>2</sup> ;

*Densità relativa Dr* = 60-70%.

-seguono sedimenti ghiaiosi che si arricchiscono nella componente ghiaiosa da 12 a 15 m dal p.c.:

*Peso di volume* = 1,9 t/m<sup>3</sup> ;

*Angolo di attrito interno* =27°;

*Coesione c* =0,0t/m<sup>2</sup> ;

*Densità relativa Dr* = 70%.

Alluvioni limose nei primi 2 m dal p.c (Sondaggi P9-T19)alle quali si possono attribuire i seguenti parametri geotecnici:

*Peso di volume* = 1,8 t/m<sup>3</sup> ;

*Angolo di attrito interno* =21°;

*Coesione  $c = 0,3t/m^2$  ;*

*Densità relativa  $Dr = 60\%$ .*

-segue il litotipo ghiaioso da 2 a 4 m dal p.c.:

*Peso di volume  $= 2 t/m^3$  ;*

*Angolo di attrito interno  $= 33^\circ-36^\circ$ ;*

*Coesione  $c = 0,0t/m^2$  ;*

*Densità relativa  $Dr = 70-80\%$ .*

-seguono limi fino a 6 m dal p.c. (massima profondità di investigazione )

*Peso di volume  $= 1,8 t/m^3$  ;*

*Angolo di attrito interno  $= 21^\circ$ ;*

*Coesione  $c = 0,3t/m^2$  ;*

*Densità relativa  $Dr = 60\%$ .*

Alluvioni costituite da argille limose (Sondaggi P17-P19-T21):

si possono attribuire i seguenti parametri geotecnici:

*Peso di volume  $= 1,9-2,0 t/m^3$  ;*

*Angolo di attrito interno  $= 20^\circ$ ;*

*Coesione  $c = 0,34t/m^2$  ;*

*Densità relativa  $Dr = 65\%$ .*

-interstati ghiaiosi:

*Peso di volume  $= 2 t/m^3$  ;*

*Angolo di attrito interno  $= 33^\circ-36^\circ$ ;*

*Coesione  $c = 0,0t/m^2$  ;*

*Densità relativa  $Dr = 70-80\%$ .*

Alluvioni costituite da sabbie ghiaiose fino a 5 m dal p.c.

*Peso di volume  $= 2 t/m^3$  ;*

*Angolo di attrito interno  $= 31^\circ$ ;*

*Coesione  $c = 0,0t/m^2$  ;*

*Densità relativa  $Dr = 70-80\%$ .*

Seguono limi sabbiosi fino a 9 m dal p.c.

*Peso di volume  $= 1,8 t/m^3$  ;*

*Angolo di attrito interno  $= 24^\circ$ ;*

*Coesione  $c = 0,2t/m^2$  ;*

*Densità relativa  $Dr = 60\%$ .*

## 12.4. Pericolosità sismica

Le caratteristiche sismiche dei terreni di quest'area sono state desunte dall'esecuzione delle indagini sismiche consistenti in:

N°10 Basi sismiche a rifrazione: T14-T15-T16-T17-T18-T19-T20-T21-T22-T23;

E' stato possibile effettuare una zonizzazione delle caratteristiche elastiche che è stata espressa in dettaglio nella carta delle zone a maggior pericolosità sismica locale allegato 3.

Trattasi generalmente di depositi alluvionali a prevalente componente limosa e limoso sabbiosa che in base alla campionatura del microtremore Z1 ubicato nell'allegato 2 sono caratterizzati da effetti di sito con rapporti tra ampiezza spettrale della componente orizzontale del moto del suolo alla superficie e ampiezza spettrale della componente verticale del moto del suolo alla superficie di 0,7-1; la frequenza di risonanza è di circa 0,6-1 Hz (modello 1D) (vedi indagini sismiche all.B).

In queste condizioni l'amplificazione sismica locale non presenta effetti rilevanti perchè non si riscontra un forte contrasto di velocità sismiche tra il pacco alluvionale e le sottostanti Argille Azzurre pleistoceniche.

Sono state distinte le seguenti zone ritenute omogenee dal punto di vista elastico:

Alluvioni a predominanza limosa nei primi 9 m dal p.c. (Sondaggi -T2-T13-T14):

si possono attribuire i seguenti parametri elastici:

da 0 m a 3-6 m

*Velocità delle onde P*  $V_p = 298-338 \text{ m/sec}$  ;

*Velocità delle onde S*  $V_s = 119-167 \text{ m/sec}$  ;

*Modulo di taglio*  $= 3.5E+02 \text{ Kg/cm}^2$

*Modulo di Young*  $E = 0.7-1.4E+03 \text{ Kg/cm}^2$

*Modulo di Incompressibilità*  $K = 1.3-1.4E+03 \text{ Kg/cm}^2$

*Rigidità o impedenza sismica*  $R=0.27$

*Coefficiente di fondazione*  $=1.2$

da 3-6 m a 18 m

*Velocità delle onde P*  $V_p = 568-802 \text{ m/sec}$  ;

*Velocità delle onde S*  $V_s = 227-320 \text{ m/sec}$  ;

*Modulo di taglio*  $= 0.9-2E+03 \text{ Kg/cm}^2$

*Modulo di Young*  $E = 2.7-5.5E+03 \text{ Kg/cm}^2$

*Modulo di Incompressibilità*  $K = 4.8-9.7E+03 \text{ Kg/cm}^2$

*Rigidità o impedenza sismica*  $R=0.4$

*Coefficiente di fondazione*  $=1.1$

Alluvioni limoso-sabbiose con interstrati ghiaiosi (Sondaggi -T15-T18-T23):

si possono attribuire i seguenti parametri elastici da 0 a 4 m dal p.c.:

*Velocità delle onde P*  $V_p = 319 \text{ m/sec}$  ;

*Velocità delle onde S*  $V_s = 127 \text{ m/sec}$  ;

*Modulo di taglio*  $= 2.1-3.5E+02 \text{ Kg/cm}^2$

*Modulo di Young*  $E = 0.7-1.3E+03 \text{ Kg/cm}^2$

*Modulo di Incompressibilità*  $K = 1.2-2.2E+03 \text{ Kg/cm}^2$

*Rigidità o impedenza sismica*  $R=0.2$

*Coefficiente di fondazione*  $=1.2$

da 4 a 18 m dal p.c.:

*Velocità delle onde P*  $V_p = 577 \text{ m/sec}$  ;

*Velocità delle onde S*  $V_s = 310 \text{ m/sec}$  ;

*Modulo di taglio*  $= 1.8E+03 \text{ Kg/cm}^2$

*Modulo di Young*  $E = 4.7E+03 \text{ Kg/cm}^2$

*Modulo di Incompressibilità*  $K = 3.9E+03 \text{ Kg/cm}^2$

*Rigidità o impedenza sismica*  $R=0.58$

*Coefficiente di fondazione*  $=1.1$

Alluvioni a predominanza limosa fino a 3-7 m dal p.c.; seguono sedimenti sabbiosi che si arricchiscono nella componente ghiaiosa da 12 a 15m dal p.c. (Sondaggi S6-P13-P15-T16-T17): si possono attribuire i seguenti parametri elastici:

Da 0 a 6-12 m dal p.c.

*Velocità delle onde P*  $V_p = 420 \text{ m/sec}$  ;

*Velocità delle onde S*  $V_s = 165 \text{ m/sec}$  ;

*Modulo di taglio*  $= 523 \text{ Kg/cm}^2$

*Modulo di Young*  $E = 1.4E+03 \text{ Kg/cm}^2$

*Modulo di Incompressibilità*  $K = 2.8E+03 \text{ Kg/cm}^2$

*Rigidità o impedenza sismica*  $R=0.31$

*Coefficiente di fondazione*  $=1.2$

da 6-12m a 18m dal p.c. si possono attribuire i seguenti parametri elastici:

*Velocità delle onde P*  $V_p = 634 \text{ m/sec}$  ;

*Velocità delle onde S*  $V_s = 253 \text{ m/sec}$  ;

*Modulo di taglio*  $= 1,2E+03 \text{ Kg/cm}^2$

*Modulo di Young E*  $= 3,4E+03 \text{ Kg/cm}^2$

*Modulo di Incompressibilità K*  $= 6E+03 \text{ Kg/cm}^2$

*Rigidità o impedenza sismica R*  $= 0,48$

*Coefficiente di fondazione*  $= 1.2$

Depositi alluvionali limosi argillosi con interstrati ghiaiosi (sondaggi P17-P19-T21) ai quali si possono attribuire i seguenti parametri elastici:

Da 0 a 6-8 m dal P.c.

*Velocità delle onde P*  $V_p = 361 \text{ m/sec}$  ;

*Velocità delle onde S*  $V_s = 144 \text{ m/sec}$  ;

*Modulo di taglio*  $= 4E+02 \text{ Kg/cm}^2$

*Modulo di Young E*  $= 1,1E+03 \text{ Kg/cm}^2$

*Modulo di Incompressibilità K*  $= 2E+03 \text{ Kg/cm}^2$

*Rigidità o impedenza sismica R*  $= 0,27$

*Coefficiente di fondazione*  $= 1.2$

Da 4 – 8 m a 18 m dal p.c.

*Velocità delle onde P*  $V_p = 668 \text{ m/sec}$  ;

*Velocità delle onde S*  $V_s = 267 \text{ m/sec}$  ;

*Modulo di taglio*  $= 1,3E+03 \text{ Kg/cm}^2$

*Modulo di Young E*  $= 3,8E+03 \text{ Kg/cm}^2$

*Modulo di Incompressibilità K*  $= 6,7E+03 \text{ Kg/cm}^2$

*Rigidità o impedenza sismica R*  $= 0,51$

*Coefficiente di fondazione*  $= 1.1$

Alluvioni sabbioso ghiaiose fino a 5 m dal p.c. seguono limi sabbiosi (Sondaggi P16-T20):

Da 0 a 3,50 m dal p.c.

*Velocità delle onde P*  $V_p = 224 \text{ m/sec}$  ;

*Velocità delle onde S*  $V_s = 90 \text{ m/sec}$  ;

*Modulo di taglio*  $= 160 \text{ Kg/cm}^2$

*Modulo di Young E*  $= 450 \text{ Kg/cm}^2$

*Modulo di Incompressibilità K*  $= 762 \text{ Kg/cm}^2$

*Rigidità o impedenza sismica R*  $= 0,17$

*Coefficiente di fondazione*  $= 1.2$

Da 3,50 m a 18 m dal p.c.

*Velocità delle onde P*  $V_p = 682 \text{ m/sec}$  ;

*Velocità delle onde S*  $V_s = 208 \text{ m/sec}$  ;

*Modulo di taglio*  $= 8,3E+02 \text{ Kg/cm}^2$

*Modulo di Young E*  $= 2,4E+03 \text{ Kg/cm}^2$

*Modulo di Incompressibilità K*  $= 7,8E+03 \text{ Kg/cm}^2$

*Rigidità o impedenza sismica R*  $= 0,39$

*Coefficiente di fondazione*  $= 1.2$

Alluvioni a predominanza limosa (Sondaggi -T22-P20):

si possono attribuire i seguenti parametri elastici:

da 0 m a 2 m

*Velocità delle onde P*  $V_p = 162 \text{ m/sec}$  ;

*Velocità delle onde S*  $V_s = 81 \text{ m/sec}$  ;

*Modulo di taglio*  $= 126 \text{ Kg/cm}^2$

*Modulo di Young  $E = 236 \text{ Kg/cm}^2$*   
*Modulo di Incompressibilità  $K = 336 \text{ Kg/cm}^2$*   
*Rigidità o impedenza sismica  $R=0,14$*   
*Coefficiente di fondazione  $=1.2$*   
*da 2 m a 18 m*  
*Velocità delle onde P  $V_p = 440 \text{ m/sec}$  ;*  
*Velocità delle onde S  $V_s = 176 \text{ m/sec}$  ;*  
*Modulo di taglio  $= 6E+03 \text{ Kg/cm}^2$*   
*Modulo di Young  $E = 1,7E+03 \text{ Kg/cm}^2$*   
*Modulo di Incompressibilità  $K = 2,9E+03 \text{ Kg/cm}^2$*   
*Rigidità o impedenza sismica  $R=0,32$*   
*Coefficiente di fondazione  $=1.2$*

#### 12.4.1. Indagini integrative previste dall'Allegato A fase (B) strumenti urbanistici attuativi - fase di dettaglio (B2)

Rispetto alla perimetrazione dell'area delimitata nel 1999, quest'area ha subito una lieve modifica, ma tale da poterla ritenere accettabile ai fini della correlazione delle caratteristiche geologiche, idrogeologiche e tecniche , mentre dal punto di vista sismico si è eseguita un'indagine di tipo MASW per la valutazione della morfologia del bedrock, della stratigrafia di massima e del tipo di suolo classificato secondo le Vs30, del periodo fondamentale del deposito e delle caratteristiche di amplificazione del moto sismico.

Indagine eseguita: MASW n.4 e MASW n.5

##### **Masw 4**

VS30 (m/s): 289

Possibile Tipo di Suolo: C

Frequenza di risonanza del sito: Hz 1,2 per uno spessore H di circa 60 m

Periodo fondamentale del deposito: 0,8sec per uno spessore H di circa 60 m.

In queste condizioni l'amplificazione sismica locale non presenta effetti rilevanti perchè non si riscontra un forte contrasto di velocità sismiche tra il pacco alluvionale e le sottostanti Argille Azzurre pleistoceniche.

##### **Masw 5**

VS30 (m/s): 312

Possibile Tipo di Suolo: C

Frequenza di risonanza del sito: Hz 1,3 per uno spessore H di circa 60 m

Periodo fondamentale del deposito: 0,7sec per uno spessore H di circa 60 m.

In queste condizioni l'amplificazione sismica locale non presenta effetti rilevanti, perchè non si riscontra un forte contrasto di velocità sismiche tra il pacco alluvionale e le sottostanti Argille Azzurre pleistoceniche.

#### 12.5. Pericolosità geologica

L'area che ricade nella zona di S. Andrea - Ospedale V. Madia complessivamente non presenta situazioni locali, che possiedono livelli di pericolosità geologica e sismica tali da poter influenzare, in modo significativo, le scelte degli strumenti urbanistici; infatti dalla conoscenza globale e approfondita dei dati geolitologici, strutturali, morfologici e



idrogeologici, che caratterizzano i terreni affioranti, è stato possibile elaborare una cartografia di progetto del territorio, che evidenzia aree con caratteristiche omogenee in relazione all'idoneità della sua utilizzazione.

L'elaborazione è stata eseguita su gruppi di dati topografici, morfologici, litostratigrafici, di stabilità geostutturale, idrogeologici e fisico-meccanici, rilevati nell'area oggetto di studio.

I parametri geotecnici riportati in Allegato 3 nella "carta litotecnica", si possono utilizzare per la progettazione di piccoli fabbricati, ma, qualora si dovessero prevedere grosse strutture, è consigliabile una programmazione di indagini geognostiche atte a verificare e ad approfondire minuziosamente la litostratigrafia del terreno di fondazione fino alla profondità che sarà interessata dal bulbo delle tensioni.

In conclusione, l'area in oggetto si può ritenere stabile e urbanizzabile con il solo vincolo di monitorare continuamente con servizi di pulizia e dragaggio l'alveo torrentizio del Torrente Longano per minimizzare il rischio di esondazioni nelle zone prossime agli argini in caso di piene improvvise.

### **13. ZONA ASSE ATTREZZATO – PARCO LINEARE – PETRARO-ORETO**

Studio Geologico Particolareggiato anno 1999, integrato alle Prescrizioni esecutive (PP.EE.) del P.R.G. (Circ. n°3/DRA/ del 20/06/2014 emanata dall'ARTA).

*Allegato A fase (B) strumenti urbanistici attuativi - fase di dettaglio (B2) Scala 1:2.000*

Allegati: **A8** (CARTA GEOLOGICA)

" **B8** (CARTA IDROGEOLOGICA)

" **C8** (CARTA GEOMORFOLOGICA)

" **D8** (CARTA DELLE INDAGINI)

" **E8** (CARTA LITOTECNICA)

" **F8** (CARTA DELLE PRESCRIZIONI ED INDICAZIONI ESECUTIVE)

#### **13.1. Lineamenti morfologici e caratteri geologici**

Per riconoscere la litologia e le caratteristiche geotecniche dei terreni fino a 18m dal p.c. e dei dati sufficienti alla definizione delle caratteristiche geo-strutturali dell'area in oggetto, nell'anno 1999 è stato necessario effettuare un rilievo geologico di dettaglio esteso al di fuori dell'area di stretto interesse. Si è eseguita anche una campagna di indagini geognostiche nell'anno 1999.

Quest'area ricade nella tavoletta in scala 1:25.000 denominata Barcellona P.G. del Foglio 253 II° N.E. della carta d'Italia edita dall'I.G.M. ed è ubicata sulla piana alluvionale in destra e in sinistra orografica del torrente Idria.

Da un'analisi della morfologia a larga scala, si può notare che il posizionamento dell'area studiata è su un'area pianeggiante, con leggerissima pendenza verso nord ad un'altitudine media di 34-45 metri s.l.m., sui depositi alluvionali recenti di origine fluviale che formano ai piedi della Catena Peloritana, la vasta fascia costiera che si estende da Capo Tindari a Capo Milazzo.

Sotto il profilo morfo-strutturale, nell'area rilevata non sono presenti fratture, faglie o cavità che possano essere di pregiudizio per la stabilità dell'area; per quanto riguarda i caratteri idrografici, è da segnalare la presenza del torrente Idria che può rappresentare un elemento di rischio di esondazione, in caso di fortissimi periodi piovosi apportando alluvionamenti con conseguenti danni a persone e cose nell'area che è vicina al torrente; pertanto considerate la giacitura e la situazione morfologica e idrologica dell'area in esame, quest'ultima risulterà stabile solo se vi sarà un corretto e adeguato monitoraggio di pulizia e dragaggio dell'intero alveo torrentizio.

Il territorio interessato, dal punto di vista geologico si inquadra sui depositi alluvionali recenti.

Si tratta di sedimenti alluvionali incoerenti di tipo continentale depositi dai torrenti, che granulometricamente presentano un'estrema variabilità. Infatti dalla ghiaia e ciottoli misti a sabbia si passa alla sabbia limosa sino al limo sabbioso e lenti di argille.

L'esecuzione delle indagini geognostiche ha permesso di rilevare e suddividere l'area in fasce omogenee per composizione granulometrica e comportamento geomeccanico; tale suddivisione in fasce omogenee è ampiamente descritta nell'allegato 1 della carta litotecnica. I materiali che costituiscono il pacco alluvionale rappresentano il

risultato di processi di degradazione ed erosione meccanica dei M. Peloritani, provenienza che giustifica variazioni nella litologia e nella granulometria trattandosi di depositi di fiumara che alterna a brevi periodi di piena, prolungati periodi di magra.

Correlando i dati del rilievo geologico, delle indagini geognostiche e le informazioni ricevute circa l'esecuzione di pozzi trivellati presenti in zona è stato possibile dedurre lo spessore di tali depositi nella zona oggetto di studio che è di circa 6 m in corrispondenza del carotaggio S4 e di 45 m in corrispondenza di S3 e 55 m in corrispondenza del torrente Idria.

Il substrato del pacco dei depositi alluvionali è costituito dalle Argille Azzurre siltoso-marnose quaternarie tendenti al bruno se ossidate. Presentano giacitura leggermente inclinata verso Nord; invece solamente in una stretta fascia nella zona di Oretto le alluvioni poggiano direttamente sulle marne calcaree della formazione Trubi.

### 13.2. Caratteristiche idrogeologiche

Le valutazioni idrogeologiche generali sono già state analizzate nello studio geologico per il P.R.G. effettuato precedentemente e nel quale sono riportate le condizioni idrologiche e di vulnerabilità degli acquiferi su tutto il territorio comunale e i cui risultati sono stati oggetto di rappresentazione cartografica a scala 1:10.000 (allegato n°3).

In questa fase si è approfondito lo studio idrogeologico raccogliendo, dove è stato possibile l'accesso, dati sui pozzi trivellati, potendo così tracciare le curve isopiezometriche rappresentative delle condizioni idrogeologiche del pacco alluvionale.

Nell'area in oggetto sono state individuate così le probabili direzioni di flusso delle acque sotterranee e le caratteristiche geometriche degli acquiferi e della falda. La ricostruzione dell'andamento della falda mette in evidenza un generale deflusso sotterraneo verso Nord.

Sulla scorta degli studi geologici e litologici di superficie può essere formulata una verosimile identificazione delle caratteristiche idrogeologiche del territorio in esame.

Infatti la circolazione delle falde acquifere è condizionata dalla distribuzione e sovrapposizione di terreni a differente permeabilità e quindi della "trasmissività".

Per maggiore comodità esplicativa viene effettuata una distinzione in ordine sia al tipo di permeabilità che alle classi dei terreni che presentano analoghe caratteristiche in tal senso.

Nella zona esaminata sono state cartografate 2 aree a diverse caratteristiche di permeabilità:

1) terreni ad alta permeabilità;

2) terreni a permeabilità medio-bassa

#### 1) Terreni ad alta permeabilità

A questa classe vanno ascritti tutti i terreni dotati di porosità, in cui la permeabilità è una caratteristica del litotipo e viene definita "permeabilità primaria".

Nel caso in esame vi appartiene il litotipo sabbioso ghiaioso che in riferimento al grado di vulnerabilità è elevato.

Associate ad esso vi sono delle zone limose a permeabilità più bassa ma globalmente per questa zona si può dire che la falda risulta libera e senza protezione con un elevato grado di vulnerabilità.

A titolo orientativo si può suggerire il seguente campo di variabilità del coefficiente di permeabilità:

$$10^{-2} < k < 10^{-1} \text{ cm/sec}$$

#### 2) Terreni a permeabilità medio-bassa

Sono costituiti dai livelli limosi con gli interstrati argillosi che contribuiscono alla formazione di corpi idrici multifalda con circolazione idrica variabile nel pacco alluvionale; essi sono stati cartografati nell'allegato 3 della carta idrogeologica in una fascia compresa tra la zona Petrarò e la zona Oretto, ove prevalgono queste litologie il grado di vulnerabilità della falda diminuisce.

A titolo orientativo si può suggerire il seguente campo di variabilità del coefficiente di permeabilità:

$$10^{-3} < k < 10^{-1} \text{ cm/sec}$$

La circolazione idrica superficiale, subsuperficiale (intendendo con tale termine le acque che si rinvenivano a breve profondità dal piano campagna) e profonda si esplica laddove la permeabilità dei terreni è tale da consentirne l'accumulo e il deflusso.

Vengono qui di seguito descritti sia il comportamento delle acque di deflusso superficiale, sia le varie situazioni riscontrabili nel territorio in esame, in cui sussistono le condizioni per la formazione di falde acquifere.

#### a) Acque superficiali

La possibilità di infiltrazione delle acque di precipitazione meteorica nel sottosuolo dipende in primo luogo dalla permeabilità dei terreni ed in secondo luogo dall'acclività della superficie topografica.

La presenza di un livello prevalentemente limoso superficiale, frammisto a terreno vegetale, rallenta l'infiltrazione nel sottosuolo; di contro la morfologia pianeggiante non consente il deflusso superficiale delle acque di precipitazione meteorica, a vantaggio di una lenta, ma persistente, infiltrazione nel sottosuolo.

#### b) Acque profonde

Costituiscono le falde acquifere vere e proprie, la cui circolazione è essenzialmente relegata nell'ambito dei livelli a permeabilità più elevata.

Nell'area oggetto di indagine è stato possibile tracciare tre curve isopiezometriche rispettivamente a quota 10, 13 e 15 m s.l.m. (vedi carta idrogeologica allegato 1). I numerosi sfruttamenti esistenti sulla piana vengono generalmente effettuati mediante pozzi perforati di profondità da 25 a 60 metri, i quali interessano talora l'intero spessore dell'acquifero alluvionale con portate sull'ordine dei 20 l/sec. La maggior parte dei pozzi ha un periodo di esercizio limitato al semestre aprile-settembre, essendo gli sfruttamenti collegati in prevalenza agli utilizzi irrigui ed ai fabbisogni dell'utenza turistico-residenziale.

La falda acquifera presente nei depositi alluvionali è di tipo libero e defluisce verso Nord, sostenuta dai terreni a bassa permeabilità delle sottostanti argille pleistoceniche.

Il gradiente idraulico assume valori di 0,5-0,8‰.

Nella piana alluvionale costiera la ricarica annuale avviene rapidamente in coincidenza con le consistenti piogge autunnali e viene assicurata per il resto dell'anno attraverso le numerose modeste sorgenti localizzate nella zona montuosa e nella fascia collinare. Il regime della ricarica risulta fluttuante: massimo nel semestre autunno-inverno e minimo a partire dalla tarda primavera. Ciò comunque assicura un persistente deflusso sotterraneo nel subalveo, anche se con notevoli variazioni di livello e di portata (Coltro *et al.*, 1980).

Un valido strumento per la corretta gestione delle risorse idriche di un territorio è rappresentato anche dalla valutazione della vulnerabilità intrinseca degli acquiferi all'inquinamento. Va definito quindi il livello di rischio di deterioramento, cui tali risorse sono esposte e vanno adottati, in fase di programmazione territoriale e di pianificazione urbanistica, tutti quegli accorgimenti utili ad evitare il verificarsi di fenomeni indesiderati.

Nel territorio comunale, come si è precisato sopra, una delle maggiori risorse idriche è rappresentata dalle falde presenti nella fascia costiera, in particolare la piana di Barcellona - Milazzo. In essa tuttavia sono diffusi gli insediamenti residenziali ad alta densità abitativa, in gran parte privi di infrastrutture di smaltimento e trattamento dei rifiuti solidi e liquidi, nonché attività agricole ed importanti nuclei industriali. In tali condizioni il rischio di deterioramento delle risorse idriche sotterranee è notevole, tenuto conto delle condizioni idrogeologiche e dell'assenza di corretti metodi di gestione delle risorse naturali.

Oltre alla permeabilità dei terreni ed alla loro geometria, un'incidenza determinante risulta avere la profondità della falda, che viene ad assumere un ruolo primario nella valutazione della vulnerabilità. In corrispondenza della piana costiera e lungo gli alvei dei corsi d'acqua, laddove la superficie della falda si trova a profondità variabili da pochi metri ad alcune decine di metri dal piano campagna, si riconoscono condizioni di vulnerabilità più elevate.

Studi condotti su tale acquifero (Ferrara *et al.*, 1993) hanno evidenziato una diffusa condizione di elevata vulnerabilità in quasi tutta l'area della piana alluvionale costiera, con accentuazioni in particolari settori. A ciò si aggiunge il rischio di insalimento delle acque, per eccessivo ed incontrollato emungimento della falda.

Fino ad oggi tuttavia le falde, nel loro complesso, riescono a sopportare il carico inquinante, grazie ai processi di autoepurazione connessi all'effetto filtrante esercitato dal non saturo ed alla locale protezione determinata dalla copertura di terreno vegetale e dalla presenza di lenti limose particolarmente estese, specie laddove la superficie della falda si pone ad una certa profondità dal piano campagna.

### 13.3. Caratteristiche tecniche dei terreni desunte dalle indagini geognostiche

Le caratteristiche tecniche dei terreni di quest'area sono state desunte dalle seguenti indagini geognostiche:

N°1 Carotaggio : S3;

N°8 Prove penetrometriche continue dinamiche: P18-P21-P22-P23-P24-P25-P26-P27;

N°6 Basi sismiche a rifrazione: T11-T33-T34-T35-T36-T37;

N°1 Lettura microtremore: Z3

Prove di laboratorio consistenti in:

-determinazione delle caratteristiche fisiche e granulometriche (W;s;eo;n;Sr)

-determinazione della coesione e dell'angolo di attrito interno.

E' stato possibile effettuare una zonizzazione delle caratteristiche geotecniche, che è stata espressa in dettaglio nella carta litotecnica Allegato 3.

Trattasi generalmente di depositi alluvionali a prevalente componente limoso argillosa e limoso sabbiosa.

Sono state distinte le seguenti zone ritenute omogenee dal punto di vista geotecnico:

Alluvioni a predominanza limosa fino a 3-4 m dal p.c. (Sondaggi P18-P21-P22-T11-T33-T34): si possono attribuire i seguenti parametri geotecnici:

*Peso di volume* = 2 t/m<sup>3</sup> ;

*Angolo di attrito interno* =23°;

*Coesione c* =0,25t/m<sup>2</sup> ;

*Densità relativa Dr* = 60%.

-seguono sedimenti sabbioso ghiaiosi fino a 9 m dal p.c.:

*Peso di volume* = 1,9 t/m<sup>3</sup> ;

*Angolo di attrito interno* =30°;

*Coesione c* =0,0t/m<sup>2</sup> ;

*Densità relativa Dr* = 80%.

Alluvioni a predominanza limosa con lenti sabbiose e argillose fino a 15 m dal p.c. (Sondaggi S3- P23-P24-P25-P26-P27-T35-T36-T37):

si possono attribuire i seguenti parametri geotecnici:

*Peso di volume* = 2 t/m<sup>3</sup> ;

*Angolo di attrito interno* =22°;

*Coesione c* =1,6t/m<sup>2</sup> ;

*Indice di consistenza Ic*=1,21;

*Limite liquido WL*=39%

*Limite plastico Wp*=25%

*Coefficiente di consolidazione* = 0,000223

*Coefficiente di permeabilità* = 7,89E-09

Alluvioni limose fino a 4-6 m dal p.c. (Sondaggi S4):si possono attribuire i seguenti parametri geotecnici:

*Peso di volume* = 1,9 t/m<sup>3</sup> ;

*Angolo di attrito interno* =22°;

*Coesione c* =1,6t/m<sup>2</sup> ;

*Densità relativa Dr* = 80%.

-seguono marne calcaree :

*Peso di volume* = 2,04 t/m<sup>3</sup> ;

*Angolo di attrito interno* =20°;

*Coesione c* =1,43t/m<sup>2</sup> ;

*Densità relativa Dr* = 70%.

#### 13.4. Pericolosità sismica

Le caratteristiche sismiche dei terreni di quest'area sono state desunte dall'esecuzione delle indagini sismiche consistenti in :

N°6 Basi sismiche a rifrazione: T11-T33-T34-T35-T36-T37;

N°1 Campionatura microtremore: Z3

E' stato possibile effettuare una zonizzazione delle caratteristiche elastiche che è stata espressa in dettaglio nella carta delle zone a maggior pericolosità sismica locale allegato 1.

Trattasi generalmente di depositi alluvionali a prevalente componente limosa argillosa e limoso sabbiosa che in base alla campionatura del microtremore Z3 ubicato nell'allegato 3 sono caratterizzati da effetti di sito con rapporti tra ampiezza spettrale della componente orizzontale del moto del suolo alla superficie e ampiezza spettrale della componente verticale del moto del suolo alla superficie di 3,0; la frequenza di risonanza è di circa 2-3 Hz (modello 1D) (vedi indagini sismiche all.B).

In queste condizioni l'amplificazione sismica locale non presenta effetti rilevanti perchè non si riscontra un forte contrasto di velocità delle onde sismiche tra il pacco alluvionale e le sottostanti Argille azzurre Pleistoceniche.

Sono state distinte le seguenti zone ritenute omogenee dal punto di vista elastico:

Alluvioni a predominanza limosa fino a 3-4 m dal p.c.; (Sondaggi T11-T33-T34): si possono attribuire i seguenti parametri elastici:

Da 0 a 5 m dal p.c.

Velocità delle onde P  $V_p = 299 \text{ m/sec}$  ;

Velocità delle onde S  $V_s = 117 \text{ m/sec}$  ;

Modulo di taglio  $= 1,6E+03 \text{ Kg/cm}^2$

Modulo di Young  $E = 4,6E+03 \text{ Kg/cm}^2$

Modulo di Incompressibilità  $K = 1,3E+03 \text{ Kg/cm}^2$

Rigidità o impedenza sismica  $R=0,21$

Coefficiente di fondazione  $=1.2$

Da 5 m a 18 m dal p.c. si possono attribuire i seguenti parametri elastici:

Velocità delle onde P  $V_p = 565 \text{ m/sec}$  ;

Velocità delle onde S  $V_s = 250 \text{ m/sec}$  ;

Modulo di taglio  $= 6,1E+03 \text{ Kg/cm}^2$

Modulo di Young  $E = 2E+04 \text{ Kg/cm}^2$

Modulo di Incompressibilità  $K = 4,3E+03 \text{ Kg/cm}^2$

Rigidità o impedenza sismica  $R=0,47$

Coefficiente di fondazione  $=1.2$

Depositi alluvionali a predominanza limosa con lenti sabbiose e argillose fino a 15 m dal p.c. (sondaggi S3-S4-T35-T36-T37), ai quali si possono attribuire i seguenti parametri elastici:

Da 0 a 3 m dal p.c.

Velocità delle onde P  $V_p = 299 \text{ m/sec}$  ;

Velocità delle onde S  $V_s = 119 \text{ m/sec}$  ;

Modulo di taglio  $= 2,7E+03 \text{ Kg/cm}^2$

Modulo di Young  $E = 7,6E+02 \text{ Kg/cm}^2$

Modulo di Incompressibilità  $K = 1,3E+03 \text{ Kg/cm}^2$

Rigidità o impedenza sismica  $R=0,21$

Coefficiente di fondazione  $=1.2$

Da 3 m a 18 m dal p.c.

Velocità delle onde P  $V_p = 621 \text{ m/sec}$  ;

Velocità delle onde S  $V_s = 280 \text{ m/sec}$  ;

Modulo di taglio  $= 1,5E+03 \text{ Kg/cm}^2$

Modulo di Young  $E = 4E+03 \text{ Kg/cm}^2$

Modulo di Incompressibilità  $K = 5,4E+03 \text{ Kg/cm}^2$

Rigidità o impedenza sismica  $R=0,51$

Coefficiente di fondazione  $=1.1$

#### 13.4.1. Indagini integrative previste dall'Allegato A fase (B) strumenti urbanistici attuativi - fase di dettaglio (B2)

Rispetto alla perimetrazione dell'area delimitata nel 1999, quest'area ha subito una lieve modifica, ma tale da poterla ritenere accettabile ai fini della correlazione delle caratteristiche geologiche, idrogeologiche e tecniche, mentre dal punto di vista sismico si è eseguita un'indagine di tipo MASW per la valutazione della morfologia del *bedrock*, della stratigrafia di massima e del tipo di suolo classificato secondo le Vs30, del periodo fondamentale del deposito e delle caratteristiche di amplificazione del moto sismico.

Indagine eseguita: MASW n.19

VS30 (m/s): 358

Possibile Tipo di Suolo: C

Frequenza di risonanza del sito: Hz 1,8 per uno spessore H di circa 40 m

Periodo fondamentale del deposito: 0,5 sec per uno spessore H di circa 40 m.

In queste condizioni l'amplificazione sismica locale non presenta effetti rilevanti, perchè non si riscontra un forte contrasto di velocità sismiche tra il pacco alluvionale e le sottostanti Argille Azzurre pleistoceniche.

### 13.5. Pericolosità geologica

L'area che ricade nella fascia compresa tra Petraro e Oreto complessivamente non presenta situazioni locali che possiedono livelli di pericolosità geologica e sismica tali da poter influenzare, in modo significativo le scelte degli strumenti urbanistici; infatti dalla conoscenza globale e approfondita dei dati geolitologici, strutturali, morfologici e idrogeologici, che caratterizzano i terreni affioranti, è stato possibile elaborare una cartografia di progetto del territorio, che evidenzia aree con caratteristiche omogenee in relazione all'idoneità della sua utilizzazione.

L'elaborazione è stata eseguita su gruppi di dati topografici, morfologici, litostratigrafici, di stabilità geostutturale, idrogeologici e fisico-meccanici, rilevati nell'area oggetto di studio.

I parametri geotecnici riportati in allegato nella "carta litotecnica", si possono utilizzare per la progettazione di piccoli fabbricati, ma qualora si dovessero prevedere grosse strutture è consigliabile una programmazione di indagini geognostiche atte a verificare e ad approfondire minuziosamente la litostratigrafia del terreno di fondazione fino alla profondità che sarà interessata dal bulbo delle tensioni.

In conclusione l'area in oggetto si può ritenere stabile e urbanizzabile con il solo vincolo di monitorare continuamente con servizi di pulizia e dragaggio l'alveo torrentizio del Torrente Idria e delle saie, ove si è cartografata un'area di rispetto per rischio esondazione, ciò per minimizzare il rischio di esondazioni nelle zone vicine agli argini in caso di piene improvvise.

## III - PRESCRIZIONI ED INDICAZIONI ESECUTIVE DELLE AREE OGGETTO DEI P.P.

### PREMESSE

L'obiettivo del presente lavoro è quello di verificare le condizioni generali di stabilità dei terreni e di riconoscere la loro natura e le caratteristiche geologiche s.l., al fine di stabilire se nelle aree prescelte per un'espansione urbanistica potranno essere realizzate delle opere in condizioni di sufficiente sicurezza.

Per comprendere meglio la sintesi dello studio geologico delle varie aree perimetrate, l'area cartografata nella Carta delle Prescrizioni ed Indicazioni Esecutive si è estesa anche al di fuori dell'area di stretto interesse, che è da considerarla solo come orientativa di massima ai fini di estensioni delle perimetrazioni definite dall'Amministrazione Comunale.

Gli elementi che influiscono sulla pericolosità geologica possono avere vari aspetti, che a volte interagiscono o addirittura si sommano. Principalmente giocano le caratteristiche geologiche generali, cioè le relazioni fra i vari corpi geologici, che comunque condizionano gli altri aspetti: quello geomorfologico, quello idrogeologico, quello strutturale e pertanto la sismicità e la risposta del sito ad un evento sismico. Importanza notevole assume l'idrografia e quindi lo smaltimento delle acque in superficie, in particolare il pericolo di esondazioni a seguito di intense e prolungate piogge. Infine sono fondamentali le caratteristiche geotecniche, che a loro volta dipendono dalla litologia, dallo stato di fratturazione o di deformazione (caratteri strutturali dei corpi rocciosi), dalla presenza di falde acquifere, ecc.. Particolare attenzione va prestata alle aree in frana o con predisposizione al dissesto.

Per tali motivi il presente studio ha il carattere di informativa destinata alla programmazione urbanistica e non può essere esauriente in maniera puntuale. Per esempio, nelle aree di pianura, caratterizzate da alluvioni recenti i depositi sono costituiti da corpi lentiformi di ghiaie e sabbie a geometria variabile, con intervalli limoso-sabbiosi; ciò è

dovuto alla loro genesi e cioè al trasporto fluviale, che ha sostituito i vecchi depositi di spiaggia. Potrebbe verificarsi quindi che talvolta i parametri non coincidano strettamente con i risultati delle indagini condotte per il presente studio. Altro esempio è dato dalle Argille Scagliose, che nel complesso mostrano una marcata predisposizione al dissesto. È evidente quindi che le analisi condotte su queste aree hanno un valore indicativo, che intende caratterizzare le perimetrazioni dal punto di vista litotecnico, idrogeologico e sismico, ma non può trovare applicazione puntuale.

Potrebbe avvenire che una zona, caratterizzata da una bassa pericolosità geologica, risulti potenzialmente esondabile, ma a sua volta tale condizione dipende dal controllo e dalla manutenzione dei vicini corsi d'acqua. È consigliabile quindi, nel caso di progettazioni di rilevanza, procedere a specifiche indagini in fase esecutiva. Lo stesso vale per quelle zone collinari dove l'urbanizzazione, l'intensa copertura vegetale e le difficoltà di accesso (aree private per es.) abbiano ostacolato le osservazioni sul terreno.

Per quanto riguarda le prescrizioni e le indicazioni esecutive, l'elaborazione degli Allegati F (Carta delle prescrizioni e delle indicazioni esecutive) è stata eseguita su gruppi di dati topografici, morfologici, litostratigrafici, di stabilità geostrutturale, idrogeologici e fisico-meccanici, rilevati nell'area oggetto di studio.

Sono state infatti distinte le seguenti aree in base a tre colori riportati in legenda:

Colore giallo – PGb – Bassa Pericolosità Geologica .

Colore verde – PGm – Media Pericolosità Geologica .

Colore rosso – PGa – Alta Pericolosità Geologica.

I vari fattori che definiscono la pericolosità geologica sono rappresentati da soprassegni.

Sulla base delle analisi di dettaglio sopra riportate, si riassumono qui di seguito gli aspetti di pericolosità geologica individuati per le singole perimetrazioni e si indicano le soluzioni progettuali delle opere di urbanizzazione. Potrebbe darsi che qualora si realizzassero gli interventi suggeriti in questo studio le valutazioni della pericolosità potrebbero subire una riduzione.

## 1. PORTOSALVO

Nella Carta delle Prescrizioni ed Indicazioni Esecutive All.F1, la Zona “Portosalvo” possiede situazioni di media pericolosità geologica.

Per la stessa zona infatti la pericolosità sismica risulta media per eventuale amplificazione del moto del suolo, come emerge dai risultati delle indagini (v. cap. 1.4.1. Indagini integrative previste dall'Allegato A fase (B) strumenti urbanistici attuativi – fase di dettaglio B2).

### ***(PGm) Media Pericolosità Geologica:***

La zona cartografata ove affiorano le Ghiaie e Sabbie di Messina possiede situazioni di **media** pericolosità geologica perché ricadente prevalentemente in un'area caratterizzata da fenomeni di amplificazione sismica locale, pertanto la prescrizione esecutiva per l'area in oggetto ricadente su questo litotipo è:

- per tutta l'area adottare un coefficiente sismico di sicurezza elevato;
- nelle zone di ciglio-scarpata, contenere eventualmente i versanti con idonee opere di sostegno e opportuni drenaggi per le acque meteoriche.

### • **ZONA GALA (Centro-Monastero)**

Nella Carta delle Prescrizioni ed Indicazioni Esecutive All.F1, la Zona “Gala” possiede situazioni di bassa, media ed alta pericolosità geologica.

### **Zona “Gala Centro”**

### ***(PGb) Bassa Pericolosità Geologica:***

-Ove affiorano le *metamorfiti di alto grado* ricadenti prevalentemente in un'area caratterizzata da versanti con angolo di inclinazione < 20°: nessuna prescrizione esecutiva .



**(PGm) Media Pericolosità Geologica:**

-Ove affiorano le *coperture detritiche* perché ricadenti prevalentemente in un'area caratterizzata da fenomeni di amplificazione sismica locale del moto del suolo la prescrizione esecutiva per l'area in oggetto ricadente su questo litotipo è:

- a) per tutta l'area di affioramento adottare un coefficiente sismico di sicurezza elevato;
- b) nelle zone di ciglio-scarpata, contenere eventualmente i versanti con idonee opere di sostegno e opportuni drenaggi per le acque meteoriche.

Ove affiora la formazione "S. Pier Niceto" per motivi morfologici, perché ricadente su versanti con angolo di inclinazione  $> 20^\circ$  la prescrizione esecutiva per l'area in oggetto ricadente su questo litotipo è:

- contenere i versanti con opportune opere di sostegno ed eseguire drenaggi per le acque meteoriche sia diffuse che incanalate.

-Ove affiorano le *coperture detritiche* e versanti  $> 20^\circ$  si ha la somma dei fattori sismici con quelli morfologici quindi la prescrizione esecutiva per l'area in oggetto è:

- a) per tutta l'area di affioramento adottare un coefficiente sismico di sicurezza elevato;
- nelle zone versante e di ciglio-scarpata, contenere eventualmente i versanti con idonee opere di sostegno e opportuni drenaggi per le acque meteoriche.

**(PGa) Alta Pericolosità Geologica:**

-Ove affiorano le "Argille Scagliose" che lambiscono la perimetrazione, vi è una marcata suscettibilità ad elevate deformazioni plastiche nella porzione alterata più superficiale; la prescrizione esecutiva per l'area in oggetto è:

- a) programmare ed eseguire delle indagini geognostiche atte a verificare e ad approfondire minuziosamente la litostratigrafia, i caratteri sismici e geotecnici del terreno di fondazione fino alla profondità che sarà interessata dal bulbo delle tensioni;
- b) poggiare le fondazioni dirette e/o indirette sulla parte integra.

-Ove si presume la presenza di *faglie* sono state definite delle fasce di rispetto che occorre verificare con opportune indagini geologico-geofisiche che devono accertare l'esatta posizione della faglia e la sua *attività sismica*.

-Particolare attenzione va rivolta alle linee di impluvio che allo stato attuale sono state trasformate in sede stradale; per tali aree è necessario intervenire con schemi di salvaguardia di allertamento di protezione civile connessi a centraline di monitoraggio di rilevamento acque meteoriche, in grado di allertare la popolazione.

Si consiglia di programmare una adeguata progettazione di tipo idraulico, al fine di risolvere definitivamente la problematica, riducendo il rischio idrogeologico.

**Zona "Gala Monastero"**

**(PGb) Bassa Pericolosità Geologica:**

-Ove affiora la formazione di S. Pier Niceto ricadente in una piccola area sub-pianeggiante: nessuna prescrizione esecutiva.

**(PGm) Media Pericolosità Geologica:**

-Ove affiorano le *coperture detritiche* talora terrazzate perché ricadenti prevalentemente in un'area caratterizzata da fenomeni di amplificazione sismica locale del moto del suolo la prescrizione esecutiva per l'area in oggetto ricadente su questo litotipo è:

- a) per tutta l'area di affioramento adottare un coefficiente sismico di sicurezza elevato;
- b) nei piccoli tratti di ciglio-scarpata, contenere eventualmente i versanti con idonee opere di sostegno.

-Ove affiorano le *coperture detritiche* e versanti  $> 20^\circ$  si ha la somma dei fattori sismici con quelli morfologici quindi la prescrizione esecutiva per l'area in oggetto è:

- a) per tutta l'area di affioramento adottare un coefficiente sismico di sicurezza elevato;
- b) nelle zone di versante e di ciglio-scarpata, contenere eventualmente i versanti con idonee opere di sostegno e opportuni drenaggi per le acque meteoriche.

**(PGa) Alta Pericolosità Geologica:**

-Ove affiorano le "Argille Scagliose" vi è una marcata suscettibilità ad elevate deformazioni plastiche nella porzione alterata più superficiale; la prescrizione esecutiva per l'area in oggetto è:



a) programmare ed eseguire delle indagini geognostiche atte a verificare e ad approfondire minuziosamente la litostratigrafia, i caratteri sismici e geotecnici del terreno di fondazione fino alla profondità che sarà interessata dal bulbo delle tensioni;

b) poggiare le fondazioni dirette e/o indirette sulla parte integra.

-Ove si presume la presenza di *faglie* sono state definite delle fasce di rispetto che occorre verificare con opportune indagini geologico-geofisiche che devono accertare l'esatta posizione della faglia e la sua *attività sismica*.

- E' presente un *fenomeno franoso* al limite ovest dell'area perimetrata, che tende ad evolversi a monte, interessando anche la strada (via Mercurio) e minacciando le vicine abitazioni; la prescrizione esecutiva per l'area in oggetto è:

a) intervento di consolidamento onde evitare l'estendersi del fenomeno all'interno dell'area perimetrata.

- L'area perimetrata ricadente all'interno dell'area PAI (008-5BP-019) segue i suoi vincoli normativi; andrebbe revisionata e aggiornata considerato che i fenomeni di evoluzione morfologica sono variabili con il passare del tempo e subire estensioni dell'area stessa.

### **3. ZONA S.PAULO - CANNISTRA'**

Nella Carta delle Prescrizioni ed Indicazioni Esecutive All.F1, la Zona "S. Paolo - Cannistrà" possiede situazioni di media ed alta pericolosità geologica.

#### **Zona "S.Paolo"**

##### ***(PGm) Media Pericolosità Geologica:***

-Ove affiorano le *coperture detritiche e Ghiaie e Sabbie* poichè ricadenti prevalentemente in un'area caratterizzata da fenomeni di amplificazione sismica locale del moto del suolo la prescrizione esecutiva è:

a) per tutta l'area di affioramento di questi due litotipi adottare un coefficiente sismico di sicurezza elevato;

b) nelle zone di ciglio-scarpata, contenere eventualmente i versanti con idonee opere di sostegno e opportuni drenaggi per le acque meteoriche.

- ad ovest dell'area perimetrata affiora un piccolo lembo di *Calcareni e sabbie* disposte su cocuzzolo e/o scarpata in cui si possono verificare amplificazioni del moto del suolo per effetti sismici (effetto cresta); la prescrizione esecutiva è:

a) per tutta l'area di affioramento adottare un coefficiente sismico di sicurezza elevato;

b) nei piccoli tratti di ciglio-scarpata, contenere eventualmente i versanti con idonee opere di sostegno.

##### ***(PGa) Alta Pericolosità Geologica:***

-si presume la presenza di una *faglia*; andrebbero definite meglio le fasce di rispetto, verificando con opportune indagini geologico-geofisiche l'esatta posizione della faglia e la sua *attività sismica*.

#### **Zona "Cannistrà"**

##### ***(PGm) Media Pericolosità Geologica:***

-Ove affiorano le *Ghiaie e Sabbie* poichè ricadenti prevalentemente in un'area caratterizzata da fenomeni di amplificazione sismica locale del moto del suolo la prescrizione esecutiva è:

a) per tutta l'area di affioramento di questo litotipo adottare un coefficiente sismico di sicurezza elevato;

##### ***(PGa) Alta Pericolosità Geologica:***

-Prevalentemente affioranti le "*Argille Scagliose*" sono affette da una marcata suscettibilità ad elevate deformazioni plastiche nella porzione alterata più superficiale; la prescrizione esecutiva per l'area in oggetto è:

a) programmare ed eseguire delle indagini geognostiche atte a verificare e ad approfondire minuziosamente la litostratigrafia, i caratteri sismici e geotecnici del terreno di fondazione fino alla profondità che sarà interessata dal bulbo delle tensioni;

b) poggiare le fondazioni dirette e/o indirette sulla parte integra.

- In corrispondenza delle due *flaglie* osservate sul terreno va definita l'esatta prosecuzione sulle Argille Scagliose al fine di definire le fasce di rispetto; in particolare quella ad orientazione nord-ovest sud-est che mette a contatto le Metamorfiti con le Argille Scagliose accanto alla quale è ubicata una scuola elementare; occorre verificare con opportune indagini geologico-geofisiche per accertare la pericolosità di questo sito nei confronti dell'edificio scolastico.

#### 4. FEMMINAMORTA

Nella Carta delle Prescrizioni ed Indicazioni Esecutive All.F1, la Zona "Femminamorta" possiede situazioni di media ed alta pericolosità geologica.

##### **(PGm) Media Pericolosità Geologica:**

-Ove affiorano le *coperture detritiche* e parte di *depositi alluvionali recenti* per motivi sismici perché ricadenti prevalentemente in un'area caratterizzata da fenomeni di amplificazione sismica locale del moto del suolo la prescrizione esecutiva per l'area in oggetto ricadente su questo litotipo è:

a) per tutta l'area di affioramento adottare un coefficiente sismico di sicurezza elevato;

-Ove affiora la formazione "Flysch di Capo d'Orlando" per motivi morfologici, perché ricadente su versanti con angolo di inclinazione  $> 20^\circ$  la prescrizione esecutiva per l'area in oggetto ricadente su questo litotipo è:

a) contenere i versanti con opportune opere di sostegno ed eseguire drenaggi per le acque meteoriche sia diffuse che incanalate.

-Ove affiorano le *coperture detritiche* e versanti  $> 20^\circ$  si ha la somma dei fattori sismici con quelli morfologici quindi la prescrizione esecutiva per l'area in oggetto è:

a) per tutta l'area di affioramento adottare un coefficiente sismico di sicurezza elevato;

- nelle zone versante e di ciglio-scarpata, contenere eventualmente i versanti con idonee opere di sostegno e opportuni drenaggi per le acque meteoriche.

##### **(PGa) Alta Pericolosità Geologica:**

-Ove affiorano le "Argille Scagliose" che interessano la perimetrazione, vi è una marcata suscettibilità ad elevate deformazioni plastiche nella porzione alterata più superficiale; la prescrizione esecutiva per l'area in oggetto è:

a) programmare ed eseguire delle indagini geognostiche atte a verificare e ad approfondire minuziosamente la litostratigrafia, i caratteri sismici e geotecnici del terreno di fondazione fino alla profondità che sarà interessata dal bulbo delle tensioni;

b) poggiare le fondazioni dirette e/o indirette sulla parte integra.

c) per tutta l'area di affioramento (per motivi legati ad amplificazione sismica locale) adottare un coefficiente sismico di sicurezza elevato;

-Una grossa porzione ricadente nei "*depositi alluvionali recenti*" e nelle "*Conoidi di deiezione*" ricade in aree potenzialmente esondabili;

Ove sono cartografati i "*depositi alluvionali recenti*" potenzialmente esondabili la prescrizione esecutiva è:

- intervenire con schemi di salvaguardia di allertamento di protezione civile connessi a centraline di monitoraggio di rilevamento acque meteoriche, in grado di allertare la popolazione.
- programmare una adeguata progettazione di tipo idraulico, al fine di risolvere definitivamente la problematica, riducendo il rischio idrogeologico.

-Ove sono cartografate le "*Conoidi di deiezione*" la prescrizione esecutiva per quest'area è:

- si sconsiglia la programmazione di eventuali espansioni urbane, orientandosi su sistemazioni idraulico forestali.

-Inoltre è presente una *linea di impluvio-saia* che sfocia improvvisamente sulla rete stradale e che dovrà essere canalizzata in maniera opportuna per evitare disagi alla viabilità e alla salvaguardia delle persone, durante forti piovosità; Per tali aree, nelle more di un intervento di carattere idraulico definitivo che possa ridurre definitivamente

il rischio idrogeologico, è necessario intervenire con schemi di salvaguardia di allertamento di protezione civile connessi a centraline di monitoraggio di rilevamento acque meteoriche, in grado di allertare la popolazione.

-Ove vi è la presenza della *faglia* sono state definite delle fasce di rispetto (20m) che occorre verificare con opportune indagini geologico-geofisiche che devono accertare l'esatta posizione della faglia e la sua *attività sismica*;  
a) si sconsiglia qualsiasi tipo di edificazione.

## 5. MIGLIARDO

Nella Carta delle Prescrizioni ed Indicazioni Esecutive All.F1, la Zona "Migliardo" possiede situazioni di alta pericolosità geologica.

### **(PGa) Alta Pericolosità Geologica:**

-Ove affiorano le "*Argille Scagliose*" che interessano la perimetrazione, vi è una marcata suscettibilità ad elevate deformazioni plastiche nella porzione alterata più superficiale; la prescrizione esecutiva per l'area in oggetto è:

- a) programmare ed eseguire delle indagini geognostiche atte a verificare e ad approfondire minuziosamente la litostratigrafia, i caratteri sismici e geotecnici del terreno di fondazione fino alla profondità che sarà interessata dal bulbo delle tensioni;
- b) poggiare le fondazioni dirette e/o indirette sulla parte integra.
- c) per tutta l'area di affioramento (per motivi legati ad amplificazione sismica locale) adottare un coefficiente sismico di sicurezza elevato;
- d) si sconsigliano strutture sproporzionalmente sviluppate in elevazione, che incidono in maniera significativa sul terreno di fondazione.

-Ove vi è la presenza della *faglia* sono state definite delle fasce di rispetto (20m) che occorre verificare con opportune indagini geologico-geofisiche che devono accertare l'esatta posizione della faglia e la sua *attività sismica*;  
a) si sconsiglia qualsiasi tipo di edificazione.

- L'area perimetrata che lambisce con dell'area PAI (008A-5BP-032) segue i suoi vincoli normativi; andrebbe revisionata e aggiornata considerato che i fenomeni di evoluzione morfologica sono variabili con il passare del tempo e subire estensioni dell'area stessa.

## 6. ZONA ACQUAFICARA

Nella Carta delle Prescrizioni ed Indicazioni Esecutive All.F1, la Zona "Acquaficara" possiede situazioni di media pericolosità geologica.

### **(PGm) Media Pericolosità Geologica:**

-Gli affioramenti dei *depositi alluvionali terrazzati* ricadono in un'area caratterizzata da fenomeni di amplificazione sismica locale del moto del suolo, quindi la prescrizione esecutiva per l'area in oggetto ricadente su questo litotipo è:

- a) per tutta l'area di affioramento adottare un coefficiente sismico di sicurezza elevato;

-Ove affiorano le *Calcareni e Sabbie*, per motivi morfologici perché ricadente su versanti con angolo di inclinazione > 20° la prescrizione esecutiva per l'area in oggetto è:

- nelle zone versante, prevedere idonee opere di sostegno e opportuni drenaggi per le acque meteoriche.

### **(PGa) Alta Pericolosità Geologica:**

-Ove si presume la presenza di *faglie* sono state definite delle fasce di rispetto che occorre verificare con opportune indagini geologico-geofisiche che devono accertare l'esatta posizione della faglia e la sua *attività sismica*.

- a) si sconsiglia qualsiasi tipo di edificazione.

## 7. ZONA NASARI

Nella Carta delle Prescrizioni ed Indicazioni Esecutive All.F1, la Zona “Nasari” possiede situazioni di alta e media pericolosità geologica.

### **(PGm) Media Pericolosità Geologica:**

-Gli affioramenti dei *depositi alluvionali recenti talora terrazzati* vista la posizione di fondovalle, ricadono in un'area caratterizzata da possibili fenomeni di amplificazione sismica locale del moto del suolo, ma la media pericolosità geologica si ha per scarse caratteristiche tecniche nei primi 2-4m dal p.c., quindi la prescrizione esecutiva per l'area in oggetto ricadente su questo litotipo è:

- a) per tutta l'area di affioramento adottare un coefficiente sismico di sicurezza elevato;
- b) fondare e/o bonificare al di sotto dei 2- 4m dal p.c per eliminare il carico delle pressioni sui terreni a scadenti caratteristiche tecniche;
- c) evitare piani cantinati preferendo corpi di fabbrica rialzati dal p.c..

### **(PGa) Alta Pericolosità Geologica:**

-Quest'area è rappresentata dai depositi alluvionali attuali del torrente Longano,

Il Torrente Longano deve essere rigorosamente monitorato con servizi di pulizia e dragaggio dell'alveo; soltanto curando la manutenzione dell'alveo del torrente tutta l'area di perimetrazione “Nasari” si può ritenere a media pericolosità geologica.

## 8. SANTE-BATTIFOGLIA E MARE-BATTIFOGLIA

Nella Carta delle Prescrizioni ed Indicazioni Esecutive All.F2 e All.F3 la Zona “Sante-Battifoglia e Mare-Battifoglia” possiede situazioni di bassa pericolosità geologica.

### **(PGb) Bassa Pericolosità Geologica:**

-Gli affioramenti dei *depositi alluvionali terrazzati* inseriti nella perimetrazione di tutta questa zona, ricadono in un'area caratterizzata da bassa pericolosità geologica, ma soggetta ad una prescrizione esecutiva importante:

- a) per tutta l'area di affioramento, per scavi oltre i tre metri di profondità dal p.c., bisogna accertare preventivamente la profondità della falda idrica onde evitare o prevenirne le interferenze con le fasi di scavo e le strutture fondazionali ;

I Torrenti Mela e Idria devono essere rigorosamente monitorati con servizi di pulizia e dragaggio dell'alveo; soltanto curando la manutenzione dell'alveo dei suddetti torrenti tutta l'area di perimetrazione si può ritenere a bassa pericolosità geologica.

Ai fini della protezione civile degli abitanti della zona perimetrata compresa tra il Torrente Mela e il Torrente Idria, si rende necessaria la costruzione di una strada alternativa all'unica esistente, che attualmente si collega con quella del lungomare e impraticabile in caso di alluvionamenti o forti mareggiate; questa avrà la funzione di garantire una via di fuga verso zone a minor rischio.

## 9. PARCO LINEARE-CENTRO – QUATTALARI CENTINEO, CHIESA BASILIANI

Nella Carta delle Prescrizioni ed Indicazioni Esecutive All.F4, la Zona “Parco Lineare – Centro – Quattalari, Centineo, Chiesa Basiliani” possiede situazioni di media ed alta pericolosità geologica.

### **(PGm) Media Pericolosità Geologica:**

-Ove affiorano le *Ghiaie e Sabbie* poichè ricadenti prevalentemente in un'area caratterizzata da fenomeni di amplificazione sismica locale del moto del suolo la prescrizione esecutiva è:

- a) per tutta l'area di affioramento di questi due litotipi adottare un coefficiente sismico di sicurezza elevato;
- b) nelle zone di ciglio-scarpata, contenere eventualmente i versanti con idonee opere di sostegno e opportuni drenaggi per le acque meteoriche.
- c) per acclività  $>20^\circ$  verificare la stabilità del versante e contenere i versanti stessi con idonee opere di sostegno e opportuni drenaggi per le acque meteoriche.

-Ove affiorano i *depositi alluvionali* poichè ricadenti prevalentemente in un'area caratterizzata da fenomeni di amplificazione sismica locale del moto del suolo la prescrizione esecutiva è:

- a) per tutta l'area di affioramento di questi due litotipi adottare un coefficiente sismico di sicurezza elevato;

-Ove affiorano le *Argille Azzurre*, per motivi geotecnici, dotate di media deformazione plastica nei primi 2-4 m dal p.c. nella porzione superficiale alterata e degradata la prescrizione esecutiva per l'area in oggetto ricadente su questo litotipo è:

a) programmare ed eseguire delle indagini geognostiche atte a verificare e ad approfondire la litostratigrafia, i caratteri geotecnici del terreno di fondazione fino alla profondità che sarà interessata dal bulbo delle tensioni;

b) poggiare le strutture fondazionali sul substrato argilloso compatto, dotato di discrete caratteristiche meccanico-fisiche, o bonificare i primi metri alterati e degradati delle argille stesse.

- c) convogliare fuori dalle fondazioni l'acqua piovana con opportuni drenaggi.

-Ove affiorano in un piccolo lembo le *Calcareni e sabbie*

- b) nei piccoli tratti di ciglio-scarpata, contenere eventualmente i versanti con idonee opere di sostegno.

#### **(PGA) Alta Pericolosità Geologica:**

-Ove affiorano i *depositi di fondovalle*, poichè ricadenti prevalentemente in un'area caratterizzata da fenomeni di possibili alluvionamenti la prescrizione esecutiva è:

Ove sono cartografati i "*depositi alluvionali recenti*" potenzialmente esondabili la prescrizione esecutiva è:

- intervenire con schemi di salvaguardia di allertamento di protezione civile connessi a centraline di monitoraggio di rilevamento acque meteoriche, in grado di allertare la popolazione.
- programmare una adeguata progettazione di tipo idraulico, al fine di risolvere definitivamente la problematica, riducendo il rischio idrogeologico.

Per quanto riguarda il resto degli affioramenti, comprendente anche il centro cittadino, complessivamente è dotato di buona stabilità geomorfologica; solo una raccomandazione da fare nella zona del centro circa la fascia che nella carta litotecnica è compresa tra Via Garibaldi e Piazza della Libertà e indicata come zona limosa:

-per gli adeguamenti sismici dei fabbricati ricadenti in quest'area si dovranno adottare i parametri geotecnici riportati nella carta litotecnica e non altri parametri presunti, a meno che non vengano eseguite delle apposite indagini geognostiche.

I parametri geotecnici riportati in allegato E4 nella "carta litotecnica", si possono utilizzare per la progettazione di piccoli fabbricati, ma, qualora si dovessero prevedere strutture di notevole volume, è consigliabile una programmazione di indagini geognostiche atte a verificare e ad approfondire minuziosamente la litostratigrafia del terreno di fondazione fino alla profondità che sarà interessata dal bulbo delle tensioni e particolari situazioni sismiche, che non è possibile approfondire in questa sede.

## **10. PARCO LINEARE-CHIESA BASILIANI-IMMACOLATA-FORNACE CAVALIERE (POZZO DI GOTTO)- CARMINE CAPPUCCINI**

### **10.1. Zona della Chiesa Basiliani Immacolata**

Nella Carta delle prescrizioni ed indicazioni esecutive All.F4, la "Zona della Chiesa Basiliani, Immacolata" possiede situazioni di **media pericolosità geologica**.

La zona cartografata ove affiorano le *Argille Azzurre*, che presentano una discreta deformabilità nei livelli più superficiali, e pertanto la prescrizione esecutiva per le zone di affioramento di questi terreni coesivi è quella di:

- Verificare puntualmente successione stratigrafica con i relativi parametri geotecnici;
- poggiare le opere fondazionali sul substrato più compatto;
- adottare un elevato coefficiente sismico di sicurezza.

La zona cartografata ove affiorano le Ghiaie e Sabbie di Messina possiedono anch'esse situazioni di media pericolosità geologica perché ricadente prevalentemente su versanti; pertanto la prescrizione esecutiva per questo litotipo è:

- verifica della stabilità puntuale dei pendii oggetto di intervento di opere;
- contenere eventualmente i versanti risultati instabili con idonee opere di sostegno e opportuni drenaggi per le acque meteoriche.
- adottare un elevato coefficiente sismico di sicurezza.

La zona cartografata, ove affiorano le alluvioni recenti possiede anch'essa situazione di media pericolosità geologica per motivi sismici, in quanto si possono generare fenomeni di amplificazione sismica locale; pertanto la prescrizione esecutiva per questo litotipo è:

- adottare un elevato coefficiente sismico di sicurezza.

## 10.2. Zona Fornace Cavaliere (Pozzo di Gotto)

Nella Carta delle prescrizioni ed indicazioni esecutive All.F5, la Zona Fornace Cavaliere (Pozzo di Gotto) possiede situazioni locali **media pericolosità geologica** per l'affioramento di detrito con possibili fenomeni gravitativi e motivi sismici di amplificazione locale.

### **(PGm) Media Pericolosità Geologica:**

La zona cartografata, ove affiorano le alluvioni recenti possiede una situazione di media pericolosità geologica per motivi sismici, in quanto si possono generare fenomeni di amplificazione sismica locale; pertanto la prescrizione esecutiva per questo litotipo è:

- adottare un elevato coefficiente sismico di sicurezza.

Ove affiorano le Calcarenit, il Calcare di Base e i trubi, poichè ricadenti prevalentemente in un'area caratterizzata da fenomeni da motivi morfologici sfavorevoli la prescrizione esecutiva è:

- nelle zone di ciglio-scarpata, contenere eventualmente i versanti con idonee opere di sostegno e opportuni drenaggi per le acque meteoriche.
- per acclività >20° verificare la stabilità del versante e contenere i versanti stessi con idonee opere di sostegno e opportuni drenaggi per le acque meteoriche.

## 10.3. Zona Carmine-Cappuccini

Nella Carta delle prescrizioni ed indicazioni esecutive All.F5, Zona Carmine Cappuccini possiede situazioni locali di alta e media pericolosità geologica per l'affioramento di detrito con possibili fenomeni gravitativi. La prescrizione esecutiva per gli interventi ricadenti in quest'area è quello di mantenere i suddetti versanti in buone condizioni di stabilità, anche con interventi di opere di sostegno idonee.

Nelle aree di medio alta pericolosità sismica, è opportuno usare il massimo di coefficiente di fondazione per aumentare la sicurezza dei calcoli strutturali.

### **(PGm) Media Pericolosità Geologica:**

-Ove affiorano le *Ghiaie e Sabbie* poichè ricadenti prevalentemente in un'area caratterizzata da fenomeni di amplificazione sismica locale del moto del suolo la prescrizione esecutiva è:

- a) per tutta l'area di affioramento di questi due litotipi adottare un coefficiente sismico di sicurezza elevato;
- b) nelle zone di ciglio-scarpata, contenere eventualmente i versanti con idonee opere di sostegno e opportuni drenaggi per le acque meteoriche.
- c) per acclività >20° verificare la stabilità del versante e contenere i versanti stessi con idonee opere di sostegno e opportuni drenaggi per le acque meteoriche.

-Ove affiorano i *depositi alluvionali* poichè ricadenti prevalentemente in un'area caratterizzata da fenomeni di amplificazione sismica locale del moto del suolo la prescrizione esecutiva è:

a) per tutta l'area di affioramento di questi due litotipi adottare un coefficiente sismico di sicurezza elevato;

-Ove affiorano le *Argille Azzurre*, per motivi geotecnici, dotate di media deformazione plastica nei primi 2-4 m dal p.c. nella porzione superficiale alterata e degradata la prescrizione esecutiva per l'area in oggetto ricadente su questo litotipo è:

a) programmare ed eseguire delle indagini geognostiche atte a verificare e ad approfondire la litostratigrafia, i caratteri geotecnici del terreno di fondazione fino alla profondità che sarà interessata dal bulbo delle tensioni;

b) poggiare le strutture fondazionali sul substrato argilloso compatto, dotato di discrete caratteristiche meccanico-fisiche, o bonificare i primi metri alterati e degradati delle argille stesse.

c) convogliare fuori dalle fondazioni l'acqua piovana con opportuni drenaggi.

#### **(PGa) Alta Pericolosità Geologica:**

-Ove affiorano i *depositi di fondovalle*, poichè ricadenti prevalentemente in un'area caratterizzata da fenomeni di possibili alluvionamenti la prescrizione esecutiva è:

Ove sono cartografati i "*depositi alluvionali recenti*" potenzialmente esondabili la prescrizione esecutiva è:

- intervenire con schemi di salvaguardia di allertamento di protezione civile connessi a centraline di monitoraggio di rilevamento acque meteoriche, in grado di allertare la popolazione.
- programmare una adeguata progettazione di tipo idraulico, al fine di risolvere definitivamente la problematica, riducendo il rischio idrogeologico.

### **11. ASSE ATTREZZATO – PARCO LINEARE – S.ANTONINO**

Nella Carta delle prescrizioni ed indicazioni esecutive All.F6, la "Zona Asse Attrezzato – Parco Lineare – S. Antonino" possiede situazioni di **bassa e media pericolosità geologica**.

#### **(PGb) Bassa Pericolosità Geologica:**

La zona di S. Antonino presenta per la maggior parte una bassa pericolosità geologica, senza particolari limitazioni di utilizzo. Pertanto non si ritiene indicare specifiche prescrizioni.

#### **(PGm) Media Pericolosità Geologica:**

La zona cartografata, ove affiora il litotipo a predominanza limosa nei primi 9 m (area compresa all'interno del raccordo autostradale) possiede una situazione di media pericolosità geologica per gli aspetti litotecnici; pertanto la prescrizione esecutiva per questo litotipo è:

- verificare puntualmente i parametri geotecnici.
- dimensionare le opere fondazionali esclusivamente in base ai parametri geotecnici rilevati.

E' solamente da rilevare che durante l'esecuzione della prova penetrometrica P2 (terreno proprietà Pirandello) dalla quota 2,60 alla quota 3,30 si è avuto un rifiuto all'infissione della punta causato dalla presenza di laterizi cotti (deduzione fatta osservando le aste imbrattate di cotto frantumato). In questo settore, per un intorno almeno di 100 m dall'ubicazione della P2 si consiglia di approfondire ulteriormente le indagini geognostiche, in fase di progettazione esecutiva, per escludere la presenza di siti archeologici.

### **12. ZONA ASSE ATTREZZATO – PARCO LINEARE – CONTRADA S.ANDREA**

Nella Carta delle prescrizioni ed indicazioni esecutive All. F7, la "Zona Asse Attrezzato – Parco Lineare – S. Andrea" possiede situazioni di **bassa e media pericolosità geologica**.

L'area che ricade nella zona di S. Andrea - Ospedale V. Madia complessivamente non presenta situazioni locali, che possiedono livelli di pericolosità geologica e sismica tali da poter influenzare, in modo significativo, le scelte degli strumenti urbanistici; infatti dalla conoscenza globale e approfondita dei dati geolitologici, strutturali, morfologici e idrogeologici, che caratterizzano i terreni affioranti, è stato possibile elaborare una cartografia di progetto del territorio, che evidenzia aree con caratteristiche omogenee in relazione all'idoneità della sua utilizzazione.



L'elaborazione è stata eseguita su gruppi di dati topografici, morfologici, litostratigrafici, di stabilità geostrutturale, idrogeologici e fisico-meccanici, rilevati nell'area oggetto di studio.

Sono state distinte:

**(PGb) Bassa Pericolosità Geologica:**

La zona di S. Andrea presenta per la maggior parte una bassa pericolosità geologica, senza particolari limitazioni di utilizzo. Pertanto non si ritiene indicare specifiche prescrizioni.

**(PGm) Media Pericolosità Geologica:**

La zona cartografata, ove affiora il litotipo che può presentare problematiche di tipo geotecnico e che possiede una situazione di media pericolosità geologica per gli aspetti litotecnici; pertanto la prescrizione esecutiva per questo litotipo è:

- verificare puntualmente i parametri geotecnici.
- dimensionare le opere fondazionali esclusivamente in base ai parametri geotecnici rilevati.

I parametri geotecnici riportati in allegato E7 nella "carta litotecnica", si possono utilizzare per la progettazione di piccoli fabbricati, ma, qualora si dovessero prevedere grosse strutture, è consigliabile una programmazione di indagini geognostiche atte a verificare e ad approfondire minuziosamente la litostratigrafia del terreno di fondazione fino alla profondità che sarà interessata dal bulbo delle tensioni.

In conclusione, l'area in oggetto si può ritenere stabile e urbanizzabile con il solo vincolo di monitorare continuamente con servizi di pulizia e dragaggio l'alveo torrentizio del Torrente Idria e Longano per minimizzare il rischio di esondazioni nelle zone prossime agli argini in caso di piene improvvise.

### **13. ZONA ASSE ATTREZZATO – PARCO LINEARE – PETRARO - ORETO**

Nella Carta delle prescrizioni ed indicazioni esecutive All. F8, la "Zona Asse Attrezzato – Parco Lineare – Petrarò - Oretò" possiede situazioni di **bassa , media ed alta pericolosità geologica**.

L'area complessivamente non presenta situazioni locali, che possiedono livelli di pericolosità geologica e sismica tali da poter influenzare, in modo significativo, le scelte degli strumenti urbanistici; infatti dalla conoscenza globale e approfondita dei dati geolitologici, strutturali, morfologici e idrogeologici, che caratterizzano i terreni affioranti, è stato possibile elaborare una cartografia di progetto del territorio, che evidenzia aree con caratteristiche omogenee in relazione all'idoneità della sua utilizzazione.

L'elaborazione è stata eseguita su gruppi di dati topografici, morfologici, litostratigrafici, di stabilità geostrutturale, idrogeologici e fisico-meccanici, rilevati nell'area oggetto di studio.

Sono state distinte:

**(PGb) Bassa Pericolosità Geologica:**

La zona di cartografata ad Ovest dell'Allegato F8 presenta per la maggior parte una bassa pericolosità geologica, senza particolari limitazioni di utilizzo. Pertanto non si ritiene indicare specifiche prescrizioni.

**(PGm) Media Pericolosità Geologica:**

La zona cartografata (ad Est ), ove affiora il litotipo alluvionale, può presentare problematiche di tipo sismico e possiede una situazione di media pericolosità geologica per gli aspetti sismici; pertanto la prescrizione esecutiva per questo litotipo è:

- adottare un coefficiente sismico di sicurezza elevato.

Ove affiora il litotipo appartenente alla formazione S. Pier Niceto, che può presentare problematiche di tipo morfologico e possiede una situazione di media pericolosità geologica per gli aspetti morfologici la prescrizione esecutiva litotipo è:

- per acclività >20° verificare la stabilità del versante e contenere i versanti stessi con idonee opere di sostegno e opportuni drenaggi per le acque meteoriche.

**(PGa) Alta Pericolosità Geologica:**



-Ove affiorano i *depositi alluvionali esondabili*, poichè ricadenti prevalentemente in un'area caratterizzata da fenomeni di possibili esondabilità della *saia pantano* la prescrizione esecutiva è:

Ove sono cartografati i "*depositi alluvionali recenti*" potenzialmente esondabili la prescrizione esecutiva è:

- intervenire con schemi di salvaguardia di allertamento di protezione civile connessi a centraline di monitoraggio di rilevamento acque meteoriche, in grado di allertare la popolazione.
- programmare una adeguata progettazione di tipo idraulico, al fine di risolvere definitivamente la problematica, riducendo il rischio idrogeologico.

I parametri geotecnici riportati in allegato E8 nella "carta litotecnica", si possono utilizzare per la progettazione di piccoli fabbricati, ma, qualora si dovessero prevedere grosse strutture, è consigliabile una programmazione di indagini geognostiche atte a verificare e ad approfondire minuziosamente la litostratigrafia del terreno di fondazione fino alla profondità che sarà interessata dal bulbo delle tensioni.

In conclusione, l'area in oggetto si può ritenere stabile e urbanizzabile con il solo vincolo di monitorare continuamente con servizi di pulizia e dragaggio l'alveo torrentizio del Torrente Idria per minimizzare il rischio di esondazioni nelle zone prossime agli argini in caso di piene improvvise.

Il Geologo

Prof. Fabio Lentini