

# **COMUNE DI FASANO**

**PROVINCIA DI BARI**

*Via Zoosafari – Fasano Centro*

**STUDIO DI GEOLOGIA**

**“Green Hills”**

**Geol. Massimiliano G. DE VENERE**

*Piazza Papa Giovanni Paolo II, 8 – 70015 Noci (Bari)*

*Tel./Fax: 080/4972786 - Cell.: 333/8546613; 328/8232849; E-mail: geodevenere@virgilio.it*

## **RELAZIONE**

## **GEOLOGICO-GEOTECNICA**

## **GEOMORFOLOGICA**

*Ai sensi del D.M. n.° 47 del 11-03-1988 (Punti B.4 e B.5)*

*e dell'art. 89 del D.P.R. n.° 380 del 06-06-2001*

*Committenti: Lottizzanti Zona Direzionale “A”*

*Geologo: Dott. Massimiliano Giovanni DE VENERE*

*Fasano, lì 01 Marzo 2011*



**SOMMARIO**

<b>1. PREMESSA</b>	<b>2</b>
<b>2. UBICAZIONE SITO</b>	<b>3</b>
<b>3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E STRATIGRAFIA</b>	<b>6</b>
<b>4. GEOMORFOLOGIA E TETTONICA</b>	<b>10</b>
<b>5. IDROGRAFIA ED IDROGEOLOGIA</b>	<b>11</b>
<b>6. PROSPEZIONE DI SISMICA A RIFRAZIONE</b>	<b>14</b>
<i>Sondaggio Sismico "SI"</i>	15
<b>6.1. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE DELLA PROSPEZIONE DI SISMICA A RIFRAZIONE</b>	<b>16</b>
<b>7. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEI TERRENI</b>	<b>17</b>
<b>8. CARATTERISTICHE TECNICHE DEI TERRENI</b>	<b>18</b>
<b>8.1. Classificazione geomeccanica dei terreni di fondazione</b>	<b>19</b>
<b>9. TIPOLOGIA E CAPACITA' PORTANTE DELLE STRUTTURE DI FONDAZIONE</b>	<b>21</b>
<b>9.1. Capacità portante dei terreni di fondazione</b>	<b>22</b>
<b>10. CONCLUSIONI</b>	<b>23</b>

## **1. PREMESSA**

Il seguente lavoro è stato svolto su incarico dei *lottizzanti del Piano di Lottizzazione Zona Direzionale "A"* ubicato lungo *Via Zoosafari – Fasano Centro nel Comune di Fasano (Brindisi)*

La presente "*Relazione*", effettuata in ottemperanza al *D.M. n.° 47 del 11.03.1988 punti B.4 e B.5 e dell'art. 89 del D.P.R. n.° 380 del 06-06-2001*, ha come obiettivo la *caratterizzazione geologica, geotecnica e geomorfologica* dell'area di futura edificazione. Essa deve comprendere ed illustrare la localizzazione dell'area interessata, descrive la litostratigrafia, l'idrologia superficiale, l'idrogeologia sotterranea, la natura e origine delle formazioni geologiche affioranti nell'area di studio, la geomorfologia e l'andamento strutturale delle rocce in sito, i criteri di programmazione ed i risultati delle indagini in sito e di laboratorio e le tecniche adottate, nonché la scelta dei parametri geotecnici di progetto, riferiti alle caratteristiche della costruenda opera. Tale caratterizzazione è stata ottenuta da un rilevamento geologico di superficie e dall'interpretazione di indagini geofisiche.

Le *indagini geofisiche* si sono articolate in *Sondaggi di Sismica a Rifrazione*, da cui è scaturita una sezione delle velocità; rimandando l'esecuzione di più accurate indagini geologiche, lungo l'area d'impronta degli edifici, alla successiva fase esecutiva

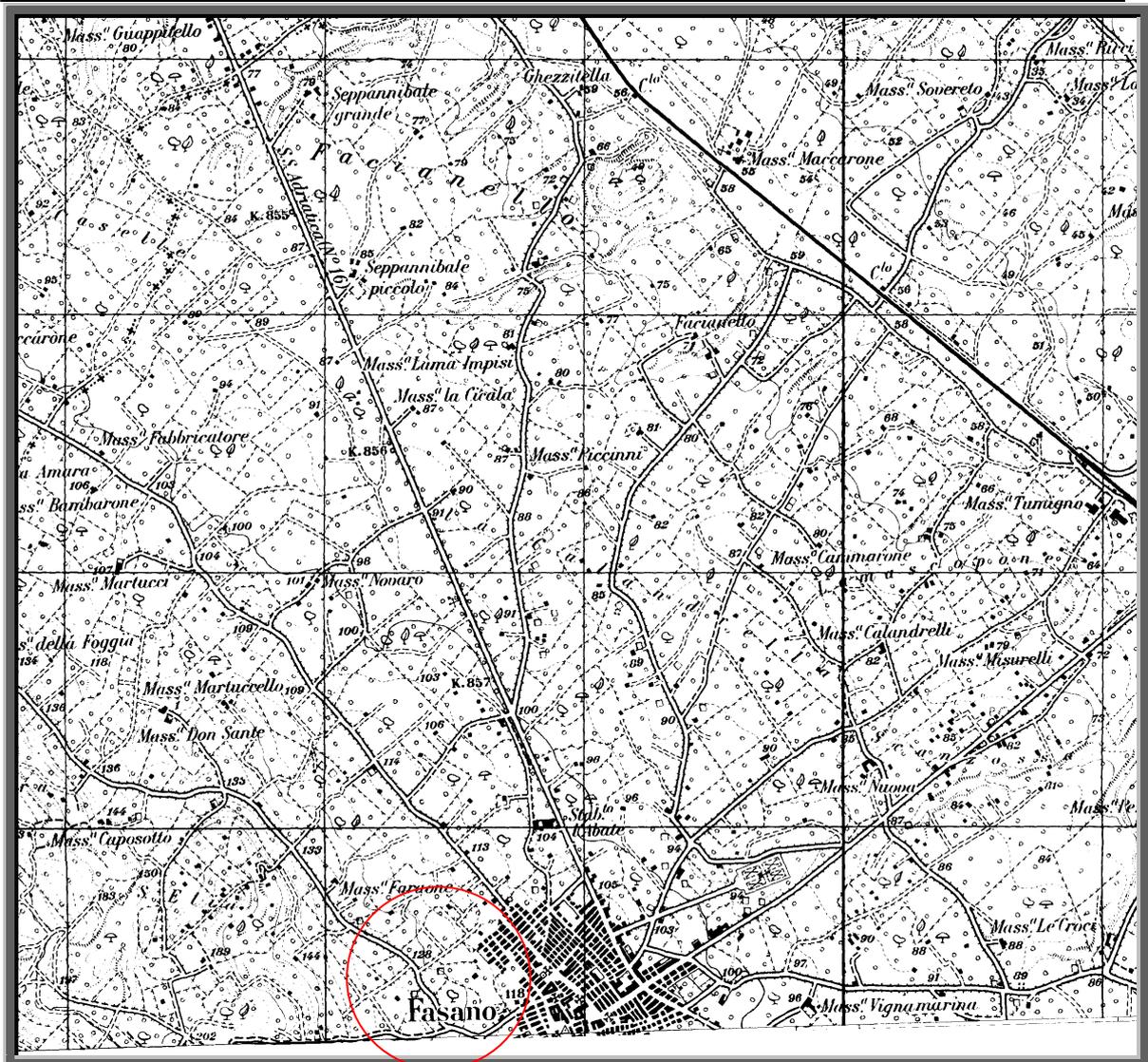
La *caratterizzazione geotecnica* dei terreni di fondazione è stata ottenuta dall'analisi dei *sondaggi di sismica a rifrazione* che hanno consentito di individuare la *profondità del Bedrock*, *i valori del Coefficiente di Poisson P ed i moduli dinamici E (di Young) espressi in Kg/cm<sup>2</sup>*.

## 2. UBICAZIONE SITO

La zona di studio è ubicata sul margine Nord-Ovest dell'area urbana di Fasano (Brindisi). Topograficamente l'area ricade nella Tavoleta I S.E. "Fasano" del Foglio 190, edito dall'I.G.M. ed è situata ad una quota compresa tra 126,00 ÷ 128,50 s.l.m. con coordinate WGS84 40°,8353 di Lat. N e 17°,3518 di Long. E.

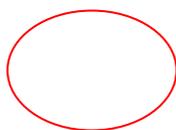
*Stralcio Foglio 190 I S.E. I.G.M. "Fasano"*

*- Scala 1:25.000 -*



*Ubicazione area di studio*

*Il Piano di Bacino, Stralcio Assetto Idrogeologico, dell'Autorità di Bacino della Puglia ed il Piano di Tutela delle Acque della Regione Puglia non individuano nell'area d'intervento alcun vincolo.*

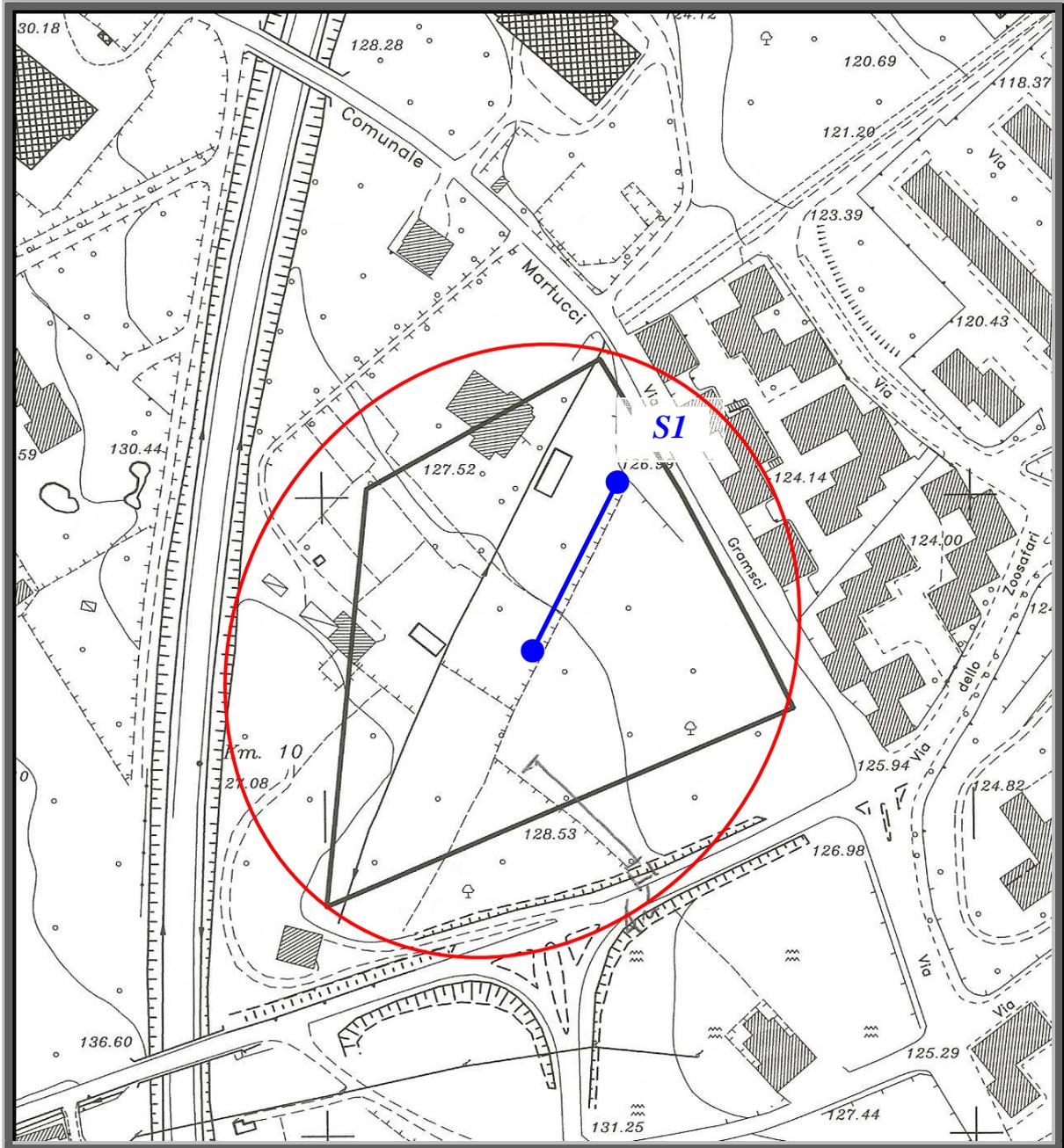


*Ubicazione area di studio*

**Stralcio Aerofotogrammetrico**

**"Comune di Fasano"**

**- Scala 1:2.000 -**



**Area interessata dall'intervento**



**Sondaggio Sismica a Rifrazione**

### **3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E STRATIGRAFIA**

L'area oggetto di studio presenta le caratteristiche tipiche della fascia costiera delle Murge del Sud-Est, con rilievi blandi ed un'estesa copertura di suoli residuali rossastri.

Al fine di ottenere informazioni sulla geologia locale si sono effettuate delle indagini indirette in sito consistenti in *Sondaggi di Sismica a Rifrazione*. Tali indagini hanno consentito di ricostruire la stratigrafia dell'area in esame.

Nelle aree di studio, sono state rinvenute rocce calcaree stratificate, fratturate e fessurate ricoperte da depositi colluviali ed eluviali; esse sono ricollegabili alla formazione del "*Calcarea di Bari*". Di norma gli strati sono poco esposti per la configurazione quasi pianeggiante, per le estese coperture di terreno agrario e per gli interventi antropici. Queste rocce rappresentano il substrato del territorio murgiano con affioramenti isolati e spesso mal definiti.

La formazione del "*Calcarea di Bari*" risulta essere rappresentata da una successione di strati interessati da fratture subverticali che intersecano i piani di stratificazione riducendoli a tanti irregolari blocchi separati da livelli ed inclusioni di terre rosse.

La permeabilità delle rocce calcaree risulta essere legata agli effetti del carsismo (ricollegabili alle oscillazioni glacio-eustatiche del livello marino) ed alla loro fratturazione, piuttosto che alla litologia.

L'infiltrazione delle acque tramite le forme carsiche sotterranee, ad andamento sia verticale che orizzontale, permettono il collegamento di corpi idrici distinti, separati da depositi calcarei più compatti, e quindi una generale vulnerabilità dell'acquifero sotterraneo.

Litologicamente la roccia calcarea è costituita da calcareniti, calcilutiti, e dolomie calcaree ben diagenizzate. Tali litofacies sono costituite, in genere, da micriti con plaghe di calcite spatica; sono presenti peloidi e cristalli romboedrici dolomitici. Lo spessore degli strati varia da 10 a 30 cm, con inclinazioni non superiori ai 10°. Il colore della roccia varia dal biancastro al grigio chiaro.

Sul substrato carbonatico sono presenti le terre rosse di colore giallastro-rossastro e rosso bruno, che riempiono, di solito, le fratture e i piani di stratificazione nei primi metri. In alcuni punti della parte sommitale si nota come le acque di ruscellamento superficiale abbiano eroso la roccia per poi depositare i materiali colluviali ed eluviali ("*Terre Rosse*") che si trovano sul fondo delle doline e delle depressioni presenti un po' ovunque. Tali sedimenti poggiano su una superficie carsica ben conservata, con irregolarità e cavità di dissoluzione riempite da terra rossa.

I suddetti depositi continentali rappresentano il prodotto insolubile dell'azione delle acque sulle rocce calcaree. Essi sono costituiti da argille e limi argillosi sterili di colore rosso vivo e rosso bruno con stato d'aggregazione talora grumoso. L'età di tali depositi continentali non è determinabile per l'assenza di fossili; tuttavia possono essere riferiti, per via relativa, ad una fase sedimentaria posteriore alla sedimentazione dei sottostanti depositi marini.

LEGENDA

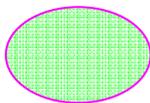
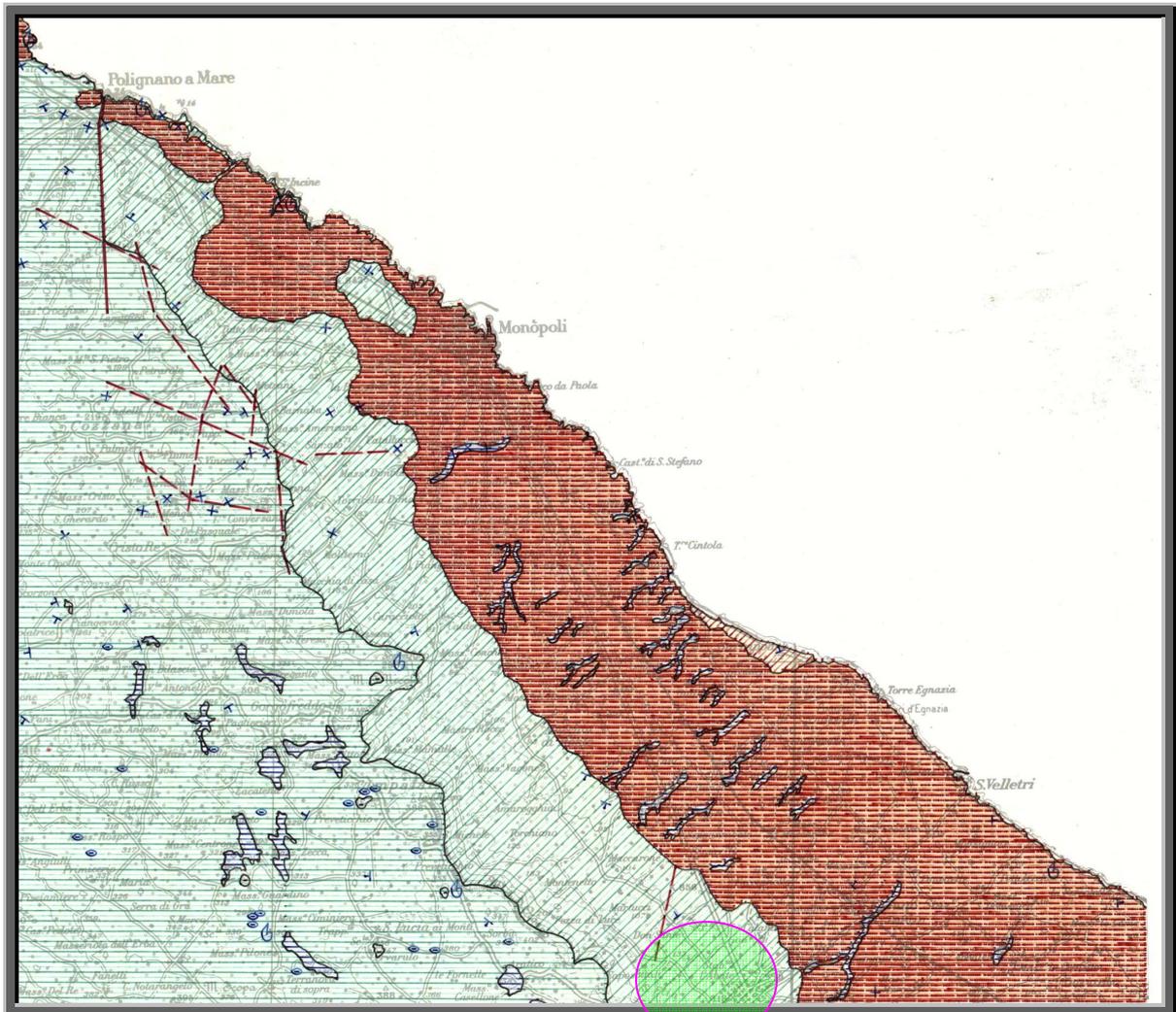
	discariche di cava e non		calcareniti tenaci a grana fine e media
	ghiaie, sabbie e limi degli alvei attuali		Talcareniti tenaci a grana media-grossolana
	ghiaie poligeniche, sabbie e limi		calcareniti con intercalazioni sabbiose e argillose
	terre rosse bauxitiche e bauxiti		arenarie quarzose con intercalazioni pelitiche
	terre argillose con pezzame e ciottoli calcarei		arenarie quarzose-feldspatiche massicce o in banchi
	detriti calcarei cementati e non		arenarie quarzose-feldspatiche con intercalazioni pelitiche
	conglomerati poligenici con lenti e livelli sabbiosi		alternanze calcareo-marnoso-argillose
	sabbie, limi e argille (palustri o alluvionali)		marne argillose con intercalazioni arenacee/calcaree
	sabbie prevalentemente calcaree		gessi con intercalazioni anidritiche, calcaree, argillose
	sabbie prevalentemente silico-clastiche		argille varicolori
	limi e argille		rocce eruttive e metamorfiche
	calcari massicci		zone di intensa fratturazione
	calcari in banchi e in strati (spessore >40 cm)		frane
	calcari in strati medi e sottili		coni di deiezione
	calcari con selce massicci		invaso
	calcari con selce stratificati		deposito di colmata su area geologica 7
	dolomie e calcari massicci dolomitici		sabbie calcaree con intercalazioni limose
	dolomie e calcari dolomitici stratificati		calcareniti tenaci a grana media-grossolana, decine di m
	calcari, calcari dolomitici e dolomie stratificati		palude
	calcareniti tenere a grana fine e media		argille marnose-siltose
	calcareniti tenere a grana media-grossolana		biocalcareni e biomicriti

+	strati orizzontali <5	o	doline caratteristiche
+	strati poco inclinati <15	□	inghiottitoi
+	strati mediamente inclinati <30	♁	presenza di macrofossili
-	strati molto inclinati <60	⊕	sorgenti molto importanti
+	strati verticali >60	*	pozzi trivellati per acqua
+	strati rovesciati	+	pozzi per idrocarburi produttivi
△	grotte e caverne		

—	limiti litologici certi	—	faglie certe
- - -	limiti litologici incerti	- - -	faglie incerte
—◇—◇—	assi anticlinali simmetrici e non		terrazzo
—x—x—	assi sinclinali simmetrici e non		

***Stralcio Carta Geolitologica***

***- Scala 1:100.000 -***



***Area di studio***

#### **4. GEOMORFOLOGIA E TETTONICA**

Se osserviamo lo stralcio aerofotogrammetrico (*vedi Carta Idrografia Superficiale area di studio - Scala 1:5.000 – e Foto Panoramiche, che seguono*) e le quote su di esso riportate, si nota come l'area oggetto di studio sia posta su un'area sub-pianeggiante con una leggera pendenza verso la linea di costa.

La formazione calcarea è rappresentata da una successione di strati suborizzontali che in media non superano i 10°. Gli spessori degli strati sono variabili tra i 10 e i 30 cm, con inclinazioni non superiori ai 10°. Il colore della roccia varia dal grigio chiaro al beige al rossastro per la presenza di particelle ferrose all'interno della formazione.

Su tale assetto morfologico si sono innescati fenomeni carsici ben evidenziati da depressioni scavate nella formazione calcarenitica, che hanno dato origine a delle "Gravine" rendendo il paesaggio accidentato. Esempi evidenti dell'azione erosiva delle acque sulla formazione della "Calcarenite di Gravina", si osservano a Nord-Ovest dell'area di studio, dove si individuano delle "Lame" che costituiscono le linee di deflusso preferenziale per le acque meteoriche verso il mare.

L'intero territorio, infatti, presenta un paesaggio carsico caratterizzato da forme anomale rispetto ai paesaggi fluviali. Queste forme sono legate alla solubilità e degradabilità della calcarenite da parte delle acque naturali che tendono a penetrare all'interno delle masse rocciose allargando le linee di deflusso delle acque superficiali, con la formazione delle suddette "Gravine" e "Lame".

I processi carsici individuabili maggiormente nei terreni pleistocenici hanno avuto inizio in seguito all'erosione delle coperture terrigene e si sono sviluppati sui terreni carbonatici denudati e per la concomitanza di alcuni fattori quali l'intensa fratturazione delle rocce e le condizioni orografiche dell'area. Attualmente, i processi carsici, sono ancora attivi.

## **5. IDROGRAFIA ED IDROGEOLOGIA**

Le rocce che affiorano nel territorio pugliese sono in gran prevalenza carbonatiche con una notevole diffusione del carsismo, i cui effetti principali si identificano con la mancanza di corsi d'acqua superficiali e notevole sviluppo della idrogeologia sotterranea.

Le successioni calcareo-dolomitiche riconosciute risultano essersi formate in un ambiente di sedimentazione assai tipico, caratterizzato da estesi bassifondi cui è stato dato il nome di "*Piattaforma Carbonatica Apula*" (D'Argenio, 1970).

Tale piattaforma digrada verso S-W, dove è ricoperta da depositi clastici sabbiosi e ancor più argillosi di età plio-pleistocenica limitati più ad ovest dal fronte della Catena Appenninica e costituisce un dominio idrogeologico a sé stante idraulicamente svincolato dall'Appennino.

La falda, che circola a profondità maggiori di quella corrispondente al livello medio marino, per la minore densità galleggia sull'acqua marina d'intrusione continentale i cui effetti sulla qualità dell'acqua emunta si risentono in modo piuttosto marcato fino a circa 10 km dalla linea di riva. L'isoalina 1,0 g/l separa la zona costiera, in cui la falda è in varia misura contaminata dall'acqua marina, dalle zone più interne, dove l'acqua sotterranea diventa più dolce man mano che ci si allontana dalla costa, fino a raggiungere, in territorio di Gioia del Colle e Noci, valori inferiori a 0,4 g/l.

Si riconoscono cinque idrostrutture: Gargano, Tavoliere, Murge, Arco Ionico-Salentino e Salento. Nelle zone di studio affiorano le rocce carbonatiche mesozoiche e pleistoceniche, localmente ricoperte da esigui spessori di terre rosse. L'ossatura dell'intero territorio è rappresentato dalla formazione del "*Calcarea di Bari*" che è sede di un'estesa falda idrica sotterranea cui si attinge acqua, attraverso i pozzi, soprattutto per uso irriguo.

Le rocce calcaree sono blandamente piegate ed interessate da faglie di tipo distensivo, a debole rigetto, che di norma poco influenzano la continuità laterale dei

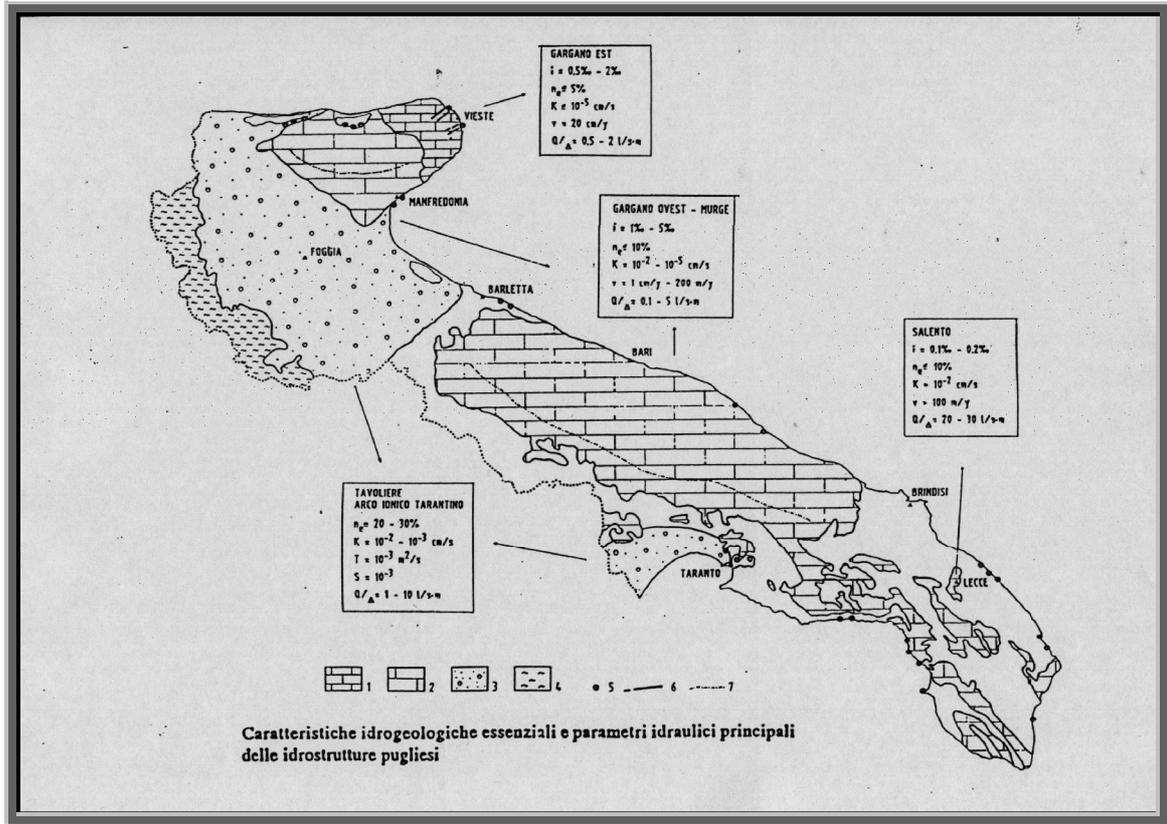
corpi rocciosi e di conseguenza anche quelle delle falde idriche sotterranee localizzate in corrispondenza dei livelli più carsificati.

Dallo studio dell'andamento delle isopieze si può desumere che il deflusso delle acque di falda si esplica in pressione in prevalenza verso N-E e la scarica a mare avviene in forma sia diffusa che concentrata attraverso le numerose scaturigini sottomarine con un gradiente idraulico piuttosto elevato (0,1% - 0,6%). La profondità della falda può essere attestata attorno ai 90 ÷ 110 m. L'acquifero costiero è caratterizzato da una permeabilità d'insieme piuttosto alta. La conducibilità idraulica è molto variabile sia in senso verticale sia orizzontale; i valori più frequenti sono di  $10^{-2}$  e  $10^{-3}$  cm/s denotando una permeabilità medio-alta; la portata specifica è pari a 1 ÷ 10 l/s m e la porosità efficace non supera il 30%.

Sui depositi carbonatici del Mesozoico poggiano le terre rosse alluvio-eluviali e le calcareniti depositatesi nel Pleistocene, che non sono sede di falde idriche e non rivestono alcun ruolo idrogeologico.

Osservando l'"idrografia superficiale" dell'area di studio (*vedi Carta Idrografia Superficiale area di studio - Scala 1:2.000, che segue*) individuata con i "reticoli fluviali" lungo cui si instaurano le "linee di deflusso preferenziali delle acque meteoriche", si nota come le acque tendano a convergere verso le aree poste a quota topografica inferiore individuate a Nord-Est.

L'area di studio non risulta essere attraversata da linee di deflusso delle acque meteoriche di particolare rilevanza data la presenza di rilevanti opere antropiche che ne hanno interrotto l'alimentazione dai bacini imbriferi posti a monte e quindi non è interessata da fenomeni di allagamento. Comunque, nella realizzazione delle opere verrà posta particolare attenzione nella regimentazione delle acque meteoriche ed al loro successivo smaltimento.



Idrostrutture principali: 1) Calcari e dolomie; 2) Calcari; 3) Depositi alluvionali; 4) Flysch; 5) Sorgenti costiere; 6) Limiti idrostrutture; 7) Linea spartiacque.

## **6. PROSPEZIONE DI SISMICA A RIFRAZIONE**

I sondaggi sismici sono consistiti nell'esecuzione di un profilo a rifrazione con onde longitudinali (onde P) e con onde trasversali (onde SH).

La strumentazione utilizzata è la *16SG12* della *PASI* con acquisizione computerizzata dei dati. Per energizzatore è stata utilizzata una sorgente del tipo "*mazza battente*", ad impatto verticale su piastra per le onde P e ad impatto bidirezionale per le onde SH. Come rilevatori sono stati adoperati geofoni verticali a 14 Hz per la ricezione delle onde P e geofoni orizzontali, a 10 Hz, per ricevere le onde Sh.

L'interpretazione delle dromocrone, su cui sono riportati i tempi di arrivo delle onde P ed Sh, è stata effettuata con il Metodo di Tempi Intercetti; da queste si è ottenuta la *Sezione delle Velocità Sismiche* lungo il profilo effettuato.

Dall'analisi della *Sezione delle Velocità Sismiche* è stato possibile desumere le informazioni riportate di seguito.

**Sondaggio Sismico “S1”**

Il profilo ha una lunghezza di 55,00 metri con i geofoni posti ad un intervallo di 5,00 metri. Ai fini dell’analisi sismica del terreno oggetto di studio, si sono considerati i valori ottenuti dalla “Battuta ” in corrispondenza del “Geofono 6” di tale sondaggio; ossia:

- Velocità primo sismostrato  $V_p = 487 \text{ m/s}$ ;  $V_{sh} = 250 \text{ m/s}$ .
- Velocità secondo sismostrato  $V_p = 2.939 \text{ m/s}$ ;  $V_{sh} = 1.650 \text{ m/s}$ .

Il **Bedrock**, per tutta la lunghezza del sondaggio, è stato individuato ad una profondità compresa tra  $1,35 \div 3,51 \text{ m}$ .



***Stendimento Linea Sismica per Sondaggio “S1”***

## **6.1. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE DELLA PROSPEZIONE DI SISMICA A RIFRAZIONE**

Per ciò che concerne la correlazione delle caratteristiche fisico-dinamiche con quelle geologico-tecniche dell'ammasso esplorato, si possono fare le seguenti associazioni:

- **Primo sismostrato:** può correlarsi ai "*Terreni residuali*" ed al "*Calcarea di Bari alterato e fratturato*".
- **Secondo sismostrato:** può correlarsi al basamento calcareao fratturato e carsificato associabile alla formazione del "*Calcarea di Bari*".

## **7. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEI TERRENI**

Per la caratterizzazione dei terreni di fondazione, così come previsto dalla nuova normativa antisismica, si sono presi in considerazione i risultati dei sondaggi di sismica a rifrazione effettuati sui terreni oggetto di studio.

E' stata redatta una tabella, che segue, in cui si riporta il *calcolo di  $V_s 30$  per l'assegnazione a categoria del profilo stratigrafico del suolo di fondazione*, così come contemplato dall'*O.P.C.M. n.° 3274 del 20 marzo 2003* che individua *Fasano* come *Zona "4"*.

Dall'analisi dei dati ottenuti dalle indagini geofisiche, sia in termini di stratigrafia che di velocità, il terreno di fondazione del nostro sito è associabile alla *Categoria "A"*, caratterizzata da: *"Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi, caratterizzati da valori di  $V_{s30}$  superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione con spessore massimo pari a 3 m"*.

## 8. CARATTERISTICHE TECNICHE DEI TERRENI

Le indagini, al fine di definire la successione litostratigrafica dei terreni, sono state articolate in un rilevamento geologico di superficie ed in "Sondaggi di Sismica a Rifrazione". Inoltre, sono state fatte delle analisi sui dati bibliografici per poter effettuare una prima caratterizzazione meccanica dei campioni prelevati in aree i cui terreni sono assimilabili a quelli presenti nell'area in esame.

Si è potuto osservare come le rocce calcaree hanno una grande diffusione nell'ambito del territorio comunale. Anche se nell'intorno della zona di studio tali rocce sono quasi totalmente ricoperte da estesi depositi colluviali, le numerose incisioni presenti, nell'intorno, hanno permesso una diretta osservazione sullo stato di conservazione delle stesse.

In generale l'ammasso appare localmente attraversato da un sistema di sottili discontinuità ad andamento subverticale, che si incrociano con i giunti di stratificazione suborizzontali. Il grado di fratturazione varia da luogo a luogo e diminuisce con la profondità; infatti, dall'analisi delle indagini è stata evidenziata un'intensa fratturazione ed alterazione della parte sommitale della formazione calcarea. Sulla scorta dei numerosi dati reperibili nell'ampia letteratura specifica, è possibile indicare un intervallo di valori del tutto affidabile per i più importanti parametri geomeccanici dei terreni presenti nell'area di studio. Essi sono:

### ROCCIA CALCAREA

- *Peso di Volume* ( $\gamma$ ) = 2,40 ÷ 2,60 t/m<sup>3</sup>;
- *Peso specifico* = 2,60 ÷ 2,70 t/m<sup>3</sup>;
- *Coefficiente di imbibizione (riferito al peso)* = 0,15 ÷ 3,30;
- *Porosità* = 1,0% ÷ 5,0%;
- *Velocità onde elastiche longitudinali* = 2.500 ÷ 3.500 m/s;
- *R.Q.D.* = 50% ÷ 75%.

### 8.1. Classificazione geomeccanica dei terreni di fondazione

Le analisi di laboratorio su campioni di roccia prelevati mediante carotaggio sono in grado di caratterizzarmi una roccia solo a livello di campione non tenendo conto di quelle che sono una serie di disomogeneità individuabili a livello stratigrafico sull'intero sito oggetto d'intervento. Quindi, risulta necessario effettuare una classificazione geomeccanica dei terreni di fondazione che può essere effettuata sulla base di differenti autori.

Infatti, gli ammassi rocciosi sono interessati da discontinuità in corrispondenza delle quali le caratteristiche meccaniche sono più scadenti di quelle della matrice, per cui nel complesso la resistenza al taglio dell'ammasso è regolato sia dalle caratteristiche della matrice che dalla frequenza e geometria delle discontinuità. Da ciò sono scaturite le classificazioni delle rocce basate sulla descrizione della struttura e le condizioni delle discontinuità presenti, da cui ricavare i parametri di resistenza e di deformabilità.

Il *metodo di Bieniawski* (1989) si basa sul rilievo di sei parametri a ciascuno dei quali è assegnato un peso:

- *R1: resistenza a compressione uni assiale della roccia intatta;*
- *R2: indice RQD;*
- *R3: spaziatura delle discontinuità;*
- *R4: condizioni delle discontinuità;*
- *R5: condizioni idrauliche;*
- *R6: orientamento delle discontinuità.*

La classificazione definisce due valori dell'indice *RMR*:

$$RMR_{base} = R1 + R2 + R3 + R4 + R5$$

$$RMR_{corretto} = R1 + R2 + R3 + R4 + R5 + R6$$

- *R1:  $600 \text{ Kg/cm}^2 = 7$ ;*
- *R2:  $RQD \text{ } 50\text{-}75\% = 13$ ;*
- *R3:  $<6 \text{ cm} = 5$ ;*
- *R4: superfici poco rugose, separazione discontinuità  $< 1\text{mm}$ , molto alterate = 20;*

- $R5$ : umido = 10;
- $R6$ : poco favorevole = -7.

Il valore  $RMR_{base}$ , ottenuto sulla base dei punteggi attribuiti ai singoli parametri, risulta essere il seguente:

$$RMR_{base} = 55$$

Mentre, il valore  $RMR_{corretto}$ , risulta essere:

$$RMR_{corretto} = 48$$

**Quindi, l'ammasso roccioso in esame risulta essere di Classe III "Discreta".**

Inoltre, dal valore di  $RMR_{base}$  è possibile ricavare i parametri di resistenza ed elasticità dell'ammasso roccioso in quanto sono sue caratteristiche intrinseche. Nel nostro caso si ha:

- *coesione (in termini di tensioni efficaci):*  $c' = 5 \times RMR_{base} = 275 \text{ KPa}$ ;
- *angolo d'attrito (in termini di tensioni efficaci):*  $\varphi' = 5 + RMR_{base} / 2 = 32,5^\circ$ ;
- *modulo di deformabilità:*  $Ed = 2 \times RMR_{base} - 100 = 10,00 \text{ GPa}$ .

Il **metodo di Barton** (1974), si basa sulla determinazione dell'indice di qualità  $Q$ :

$$Q = RQD/J_n + J_r/J_a + J_w/SRF$$

In cui:

- $RQD = 0,5$
- $J_n$  è relativo il numero di sistemi di fratture = 3
- $J_r$  è il fattore della scabrezza delle discontinuità = 1
- $J_a$  è il fattore relativo al riempimento delle fratture = 2
- $J_w$  sono le condizioni idrauliche = 1
- $SRF$  è il fattore di riduzione per il carico litostatico = 2,5

$$Q = 10,00$$

**Quindi, la qualità dell'ammasso roccioso in esame risulta essere: "discreta".**

## **9. TIPOLOGIA E CAPACITA' PORTANTE DELLE STRUTTURE DI FONDAZIONE**

Dall'insieme dei dati raccolti durante il rilevamento geologico di superficie e le indagini geofisiche effettuate nell'area di studio, è stato dedotto lo schema geomeccanico generale del sottosuolo del sito di futura edificazione che è illustrato nella "*Stratigrafia*".

Tale schema evidenzia, oltre che gli spessori e le quote di rinvenimento dei singoli orizzonti litologici, le loro proprietà geomeccaniche. In riferimento a queste ultime, si sottolinea come ai singoli livelli stratigrafici siano stati attribuiti i valori dei parametri fisico-meccanici che meglio ne descrivono il comportamento tecnico complessivo.

In base a quanto emerso dalle indagini effettuate, la scelta ottimale della tipologia delle strutture di fondazione da adottare al fine di assicurare la staticità delle opere in progetto, è data da:

- A) sequenza stratigrafica locale formata da roccia lapidea;
- B) assenza di condizionamento geomorfologico ed idrogeologico;
- C) proprietà tecniche dei litotipi impegnati discrete.

Pertanto, in funzione anche dell'entità dei carichi che saranno indotti dalle sovrastrutture, si ritiene idoneo l'impiego di *fondazioni superficiali dirette*.

### 9.1. Capacità portante dei terreni di fondazione

La determinazione della capacità portante dei terreni di fondazione può essere determinata applicando il metodo di *Terzaghi (1943)*.

Infatti, se nel nostro caso ipotizziamo una fondazione di dimensioni 1,00 x 1,00 metri, la capacità portante risulterà essere di:

$$q = 1.3 c N_c + q_0 N_q + 0.4 \gamma_v b N_\gamma$$

$$q_0 = \gamma d = 24,00 \times 1,00 = 24,00 \text{ kN/m}^2$$

dove :

- $\gamma = \text{peso di volume del terreno} = 24,00 \text{ kN/mc};$
- $d = \text{spessore di terreno gravante sulla fondazione} = 1,00 \text{ m};$
- $c \text{ è la coesione del terreno} = 275 \text{ kN/m}^2$
- $\gamma \text{ è il peso specifico del terreno} = 26,00 \text{ kN/m}^3$
- $b \text{ è la larghezza della fondazione} = 1,00 \text{ m}$

Posto  $\phi = 32^\circ$  ; risulta (secondo Terzaghi):

- $N_c = 35,49$
- $N_q = 23,18$
- $N_\gamma = 30,22$

Quindi:

$$\begin{aligned} q &= 1,3 c N_c + q_0 N_q + 0,4 \gamma_v b N_\gamma = \\ &1,3 \times 275 \times 35,49 + 24,00 \times 23,18 + 0,4 \times 24,00 \times 1,00 \times 30,22 = \\ &12.687,68 + 556,32 + 290,11 = 13.534,11 \text{ kN/m}^2. \end{aligned}$$

$$q_f = \underline{\underline{13.534,11 \text{ kN/m}^2}} = \underline{\underline{13.534,11 \text{ kPa}}} = \underline{\underline{135,34 \text{ Kg/cm}^2}}.$$

a cui applicando, discrezionalmente in funzione dell'anisotropia dell'ammasso roccioso, un coefficiente di riduzione pari a 5, si ha:

$$q'_f = \underline{\underline{27,07 \text{ Kg/cm}^2}}.$$

## 10. CONCLUSIONI

L'area oggetto di studio identifica il *Piano di Lottizzazione della Zona Direzionale "A"* ubicata sul margine Nord-Ovest dell'area urbana di *Fasano (Brindisi)*, interessato dalla realizzazione di edifici per attività commerciali. Le indagini sono state articolate in un rilievo geologico di superficie ed in sondaggi di sismica a rifrazione con l'obiettivo di mettere in evidenza:

1. la successione lito-stratigrafica;
2. lo schema della circolazione idrica superficiale e sotterranea;
3. i caratteri geostrutturali generali;
4. caratterizzare tecnicamente i terreni di fondazione;
5. i lineamenti morfologici della zona, nonché gli eventuali processi morfologici ed i dissesti in atto o potenziali, al fine di verificare la presenza di rischi, per l'area d'intervento, nel caso di eventi tettonici.

Ai fini dell'individuazione del "**bedrock**" e per determinare le caratteristiche tecniche della roccia su cui poggiare le fondazioni, si sono effettuati dei **Sondaggi di Sismica a Rifrazione**, che hanno dato i seguenti risultati (*Battuta Geofono 6*):

- Velocità primo sismostrato  $V_p = 487 \text{ m/s}$ ;  $V_{sh} = 250 \text{ m/s}$ .
- Velocità secondo sismostrato  $V_p = 2.939 \text{ m/s}$ ;  $V_{sh} = 1.650 \text{ m/s}$ .
- Profondità bedrock  $1,35 \div 3,51 \text{ m}$ .

Dall'analisi delle indagini effettuate nell'area d'intervento, è emersa la seguente successione litostratigrafica:

- **Primo sismostrato**: può correlarsi ai "*Terreni residuali*" ed al "*Calccare di Bari alterato e fratturato*".
- **Secondo sismostrato**: può correlarsi al basamento calcareo fratturato e carsificato associabile alla formazione del "*Calccare di Bari*".

**Categoria topografica "T1": superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$ .**

L’O.P.C.M. n.° 3274 del 20 marzo 2003 (Criteri per l’individuazione delle zone sismiche – Individuazione, formazione ed aggiornamento degli elenchi nelle medesime zone) individua **Fasano** come **Zona “4”**.

Mediante il calcolo delle  $V_s$  30, dal coefficiente di Poisson, l’area d’intervento è risultata associabile alla **Categoria “A”**, caratterizzata da: **“Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi, caratterizzati da valori di  $V_{s30}$  superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione con spessore massimo pari a 3 m”**. Ai fini del calcolo delle strutture di fondazione prenderemo come riferimento i dati ottenuti dal **“Metodo dell’equilibrio limite”**; ossia:

- **Capacità portante della roccia:  $q_f = 135,34 \text{ Kg/cm}^2$ ;**
- **Capacità portante ammasso roccioso:  $q'_f = 27,07 \text{ Kg/cm}^2$ ;**
- **Modulo di Young  $E = 155,06 \times 10^3 \text{ Kg/cm}^2$ ;**
- **Rigidità  $G$  (modulo di taglio) =  $36,30 \times 10^3 \text{ Kg/cm}^2$ .**

L’analisi dell’area di studio dal punto di vista **geostrutturale** evidenzia che siamo in presenza di un substrato calcareo di notevole spessore che ha subito l’influenza di eventi tettonici ed erosivi passati. Gli eventi tettonici hanno dislocato e scollato gli strati calcarei della formazione del **“Calcare di Bari”**, favorendo la creazione di scarpate e l’instaurarsi di fenomeni carsici individuabili a profondità variabili ed ampliati dall’azione erosiva delle acque. La formazione calcarea, inoltre, risulta essere ricoperta da uno strato di depositi colluviali ed eluviali che mantellano la parte di roccia maggiormente fratturata. Il piano di posa delle fondazioni dovrà essere attestato sulla formazione del **“Calcare di Bari”** e per far sì che ciò avvenga dovranno essere asportati, per tutto il loro spessore, i materiali di riporto ed i depositi colluviali ed eluviali che ricoprono la suddetta formazione, nonché lo strato di alterazione della stessa.

Osservando l’**“idrografia superficiale”** dell’area di studio individuata con i **“reticoli fluviali”** lungo cui si instaurano le **“linee di deflusso preferenziali delle acque meteoriche”**, si nota come le acque tendano a convergere verso le aree poste

a quota topografica inferiore individuate a Nord-Est. L'area di studio non risulta essere attraversata da linee di deflusso delle acque meteoriche di particolare rilevanza data la presenza di rilevanti opere antropiche che ne hanno interrotto l'alimentazione dai bacini imbriferi posti a monte e quindi non è interessata da fenomeni di allagamento. Dal punto di vista dell'"**idrogeologia**" l'area d'intervento risulta appartenere all'idrostruttura delle *Murge* che si estende dal fiume Ofanto sino all'allineamento ideale Brindisi- Taranto, limitata da una parte, dalla Costa Adriatica e dall'altra, dalla Fossa Bradanica. La falda idrica sotterranea, che ha sede nei calcari, si rinviene attorno ai 140 ÷ 150 metri di profondità; contrapponendo ad una scarsa circolazione idrica superficiale un imponente sistema idrologico sotterraneo. La notevole profondità di rinvenimento di detta falda concorre a definire ininfluenza l'intervento in progetto nei riguardi della risorsa idrica sotterranea, che non subirà alcun pregiudizio dalla realizzazione dell'insediamento residenziale.

Le **acque meteoriche** zenitali saranno raccolte e collettate, mediante fogna bianca, ad idoneo impianto di grigliatura-sedimentazione-disoliazione per poi essere scaricate negli strati superficiali del sottosuolo nel rispetto dei D.C.D.E.A. n.°191/02 e n.° 282/03, del D.Lgs. n.° 152/06 e del Piano di Tutela delle Acque della Regione Puglia.

Gli **scarichi civili** saranno opportunamente raccolti ed inviati, mediante fogna nera dinamica, a depuratore evitando interferenze con la falda carsica profonda.

**In conclusione, si può asserire che l'intervento proposto si pone in un'area che non presenta alcuna instabilità, attiva o quiescente, ricollegabile alla dinamica del territorio stesso.**

*Il Geologo*  
  
*Dott. Massimiliano Giovanni DE VENERE*