



Dott. Pierluca Renna
GEOLOGO

Consulenze geologiche, geotecniche
& ambientali

COMUNE DI FASANO

PROVINCIA DI BRINDISI



Caratterizzazione geologica ai sensi del D.M. 14.01.2008 – “Norme tecniche per le costruzioni” –

PROGETTO:

PIANO PARTICOLAREGGIATO - Nuove Zone Artigianali e Commerciali - D3

UBICAZIONE:

Agro di Fasano - Strada vicinale dei Pulpi - Via Fasano-Ostuni (ex S.S. 16) - lato monti

DATI CATASTALI:

Foglio di mappa 43

particelle 20-23-43-45-54-77-86-95-113-127-130-138-139-140-145

151-152-203-324-460-770-1038-1039-1131-1135-1579-1770

RELAZIONE GEOLOGICA

PROPRIETARI:

COFANO CARLO
COFANO CATERINA
COFANO LUIGI
COLUCCI MARIA
COLUCCI VITA
COLUCCI PIETRO
CONVERSANO TOMMASO
CONVERTINI ITALO
CERVELLERA ROSA
CONVERSANO AGNESE
CDA DIAGNOSTICA PER IMMAGINI
DE LUCA SEBASTIANO
DI BARI PASQUALE
DI BARI GENESIO
DI BARI MADDALENA
GIOIOSO GIAMMICHELE
GIOIOSO SEBASTIANO
GIROLAMO MARIA
GIROLAMO ELEONORA
LEGROTTAGLIE DOMENICO
LISI VITO
L'ABBATE LORENZA
L'ABBATE MARIA GIOVANNA
L'ABBATE STEFANO
LEGROTTAGLIE MARIO
MICELE ANGELO
VELLETRI LUIGI
COMUNE DI FASANO

RELATORE:

Dott. Geol. Pierluca RENNA

Fasano, 23 febbraio 2012

Dott. Pierluca Renna

Via Piave n. 149 – 72015 Fasano (BR) – P.IVA 02281700746
Tel. 080.4413765 – Mobile: 333.6006074 – e-mail: pierlucairena@libero.it

Indice

1. Premessa.....	2
2. Inquadramento geografico.....	4
3. Descrizione del Piano Particolareggiato.....	5
4. Modellazione geologica dell'area di studio.....	6
4.1 Geologia dell'area.....	6
4.2 Geomorfologia dell'area.....	7
4.3 Idrogeologia dell'area.....	8
4.4 Caratteri geotecnici dei litotipi affioranti.....	11
5. Caratterizzazione sismica del sito.....	13
6. Stima della pericolosità sismica.....	21
7. Considerazioni conclusive.....	28
Allegati Relazione Geologica	

1. Premessa

Questa relazione è il risultato di uno studio di tipo geologico e sismico condotto su una serie di terreni che rientrano in un progetto di Piano Particolareggiato nel Comune di Fasano.

Il presente studio è stato redatto ai sensi del D.M. 11.03.1988 e del più recente D.M. 14.01.2008 “Norme tecniche per le costruzioni”.

Il progetto riguarda, essenzialmente, la realizzazione di “opere ordinarie”, pertanto sulla scorta delle N.T.C. 2008 la Classe d’Uso, come meglio specificato oltre, è la Classe II.

Ai sensi dell’O.P.C.M. n. 3274 del 23 marzo 2003, il comune di Fasano ricade in Zona 4, ovvero “pericolosità sismica molto bassa” (Fig. 1).

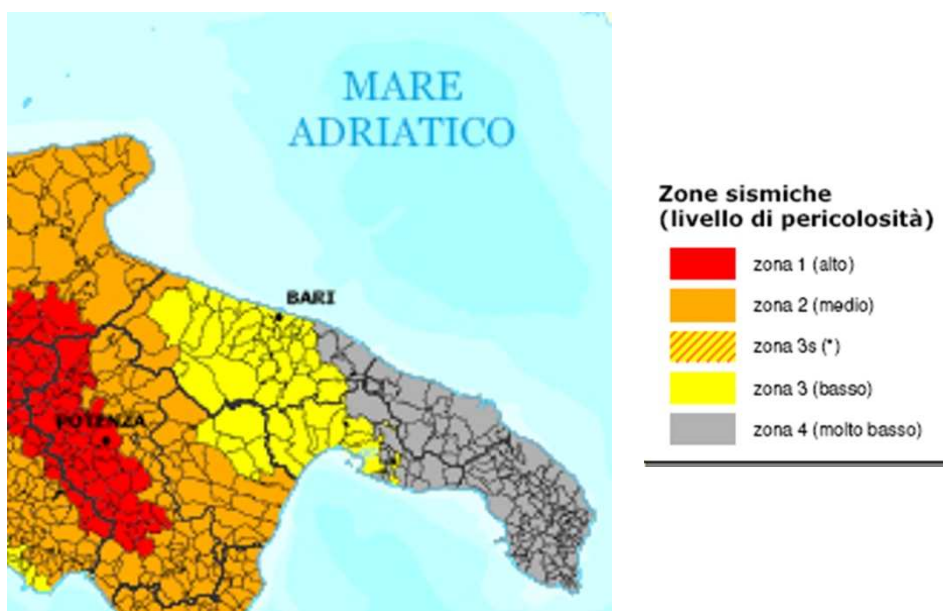


Fig. 1 – Classificazione sismica (O.P.C.M. 3274).

Per le opere realizzate in siti ricadenti in Zona 4 le N.T.C. 2008 consentono l’utilizzo di due diversi metodi semplificati di verifica.

Il **metodo 1**, riguarda le costruzioni di tipo 1 e 2 appartenenti alle Classi d’Uso I e II: le verifiche di sicurezza possono essere condotte alle **tensioni ammissibili** D.M. 11.03.1988 e D.M. 16.01.1996), secondo quanto specificato dal punto 2.7 delle N.T.C.. In tutti questi casi si assume come grado di sismicità $S = 5$.

Il **metodo 2**, riguarda tutti i tipi di costruzione relativi alle Classi d’Uso III e IV: le verifiche di sicurezza vanno fatte nei confronti dello **SLV** (Stato Limite di salvaguardia della Vita) e possono essere condotte per una forza di progetto calcolata assumendo uno **spettro di progetto costante** e pari a **0,07 g**, ed ammettendo un possibile danneggiamento delle strutture, corrispondente ad un fattore di struttura di valore comunque non superiore a $q = 2,15$.

La presente relazione, seguendo i dettami della norma vigente e dello stato dell'arte, è finalizzata alla costruzione del **modello geologico** dell'area di studio che è a sua volta imprescindibile per la redazione del successivo **modello geotecnico**, facente parte della relazione d'opera geotecnica.

Per la ricostruzione del modello geologico del sottosuolo si è tenuto conto:

- di tutte le osservazioni e i dati rilevati durante l'indagine diretta dell'area di studio e delle zone limitrofe;
- di tutti i dati già esistenti in materia geologica e riguardanti l'area di interesse.

2. Inquadramento geografico

L'area oggetto del Piano Particolareggiato si sviluppa a ridosso della via Fasano-Ostuni (ex S.S.16). Più precisamente, percorrendo la predetta arteria stradale in direzione Ostuni, essa si colloca sul lato destro della stessa a circa 800 metri dall'abitato di Fasano.

L'area di studio è situata nella parte nord-occidentale della tavoletta "Locorotondo" della Carta d'Italia I.G.M. Foglio 190 in scala 1:25.000, ad una quota media di circa 100 m s.l.m. (Fig. 2).

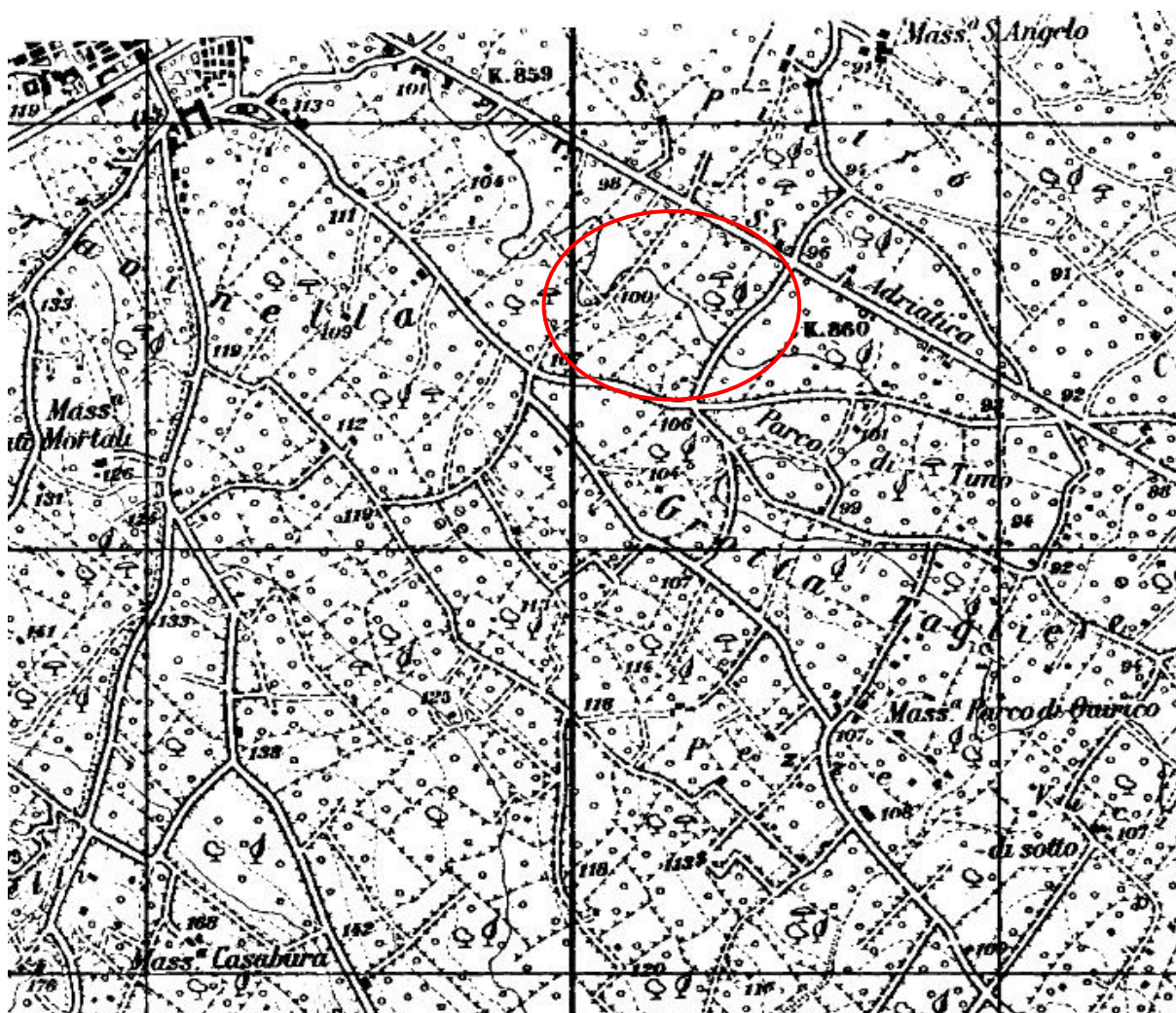


Fig. 2 – Stralcio topografico I.G.M.

Catastralmente i terreni che rientrano nel Piano Particolareggiato ricadono nel foglio 43 del N.C.T (TAV. 2); l'assetto dell'area è sub-pianeggiante con pendenza in direzione nord-est. I dislivelli massimi sono contenuti entro i cinque metri circa, inoltre, l'area non presenta problematiche legate alla presenza di dissesti gravitativi ed emergenze di natura carsica.

3. Descrizione del Piano Particolareggiato

Il Piano Particolareggiato si estende per complessivi 122.604,70 mq, di cui: 118.009,70 mq come area zonizzata "Nuove Zone Artigianali e Commerciali D3"; 1.955,00 mq zonizzati a strada di P.R.G. (allargamento e rettifica della strada comunale Scafati già esistente); 2.480 mq in zona agricola per realizzazione del tracciato di fogna dinamica pubblica.

Il Piano Particolareggiato comprende:

- L'intera maglia D3 con destinazione artigianale e commerciale della superficie territoriale complessiva pari a 118.009,30 mq;
- La strada di P.R.G. ,già strada comunale Scafati, nel tratto compreso tra la via Comunale Fasano-Ostuni ed il confine SW della maglia D3 (ampliamento per 1.955,00 mq circa);
- Realizzazione del tronco di fogna, esterno alla maglia D3, ricadente per ml 380,00 circa su strada comunale Fasano-Ostuni, ml 290,00 circa su strada comunale Scafati e per ml 620,00 circa in zona agricola. Dunque, la superficie in zona agricola da utilizzare per il tracciato di fogna pubblica dinamica è pari a 2.480 mq (620,00 m * 4,00 m).

L'assetto urbanistico previsto per il comprensorio in oggetto, prevede la realizzazione di due ampie strade di penetrazione, pressoché parallele fra loro, che si sviluppano a partire dalla via Scafati. Le stesse saranno collegate da n. 3 strade trasversali che assicurano una circolazione anulare all'interno della maglia.

Le aree a standards sono state distribuite in maniera omogenea all'interno della maglia. In particolare, sul fronte nord-est confinante con la strada comunale Fasano-Ostuni è stata localizzata un'ampia area a verde libero, all'interno della quale le numerose alberature di ulivo già presenti costituiscono un naturale elemento di mitigazione paesaggistico-ambientale per l'intera maglia.

Il carattere urbanistico previsto dal piano è artigianale-commerciale. La volumetria complessiva da insediare è determinata scomputando dalla superficie territoriale dell'intera maglia "D3" sia quella destinata a standard urbanistici e sia quella a viabilità di piano. La superficie edificabile risultante è stata suddivisa in lotti, geometricamente regolari, ognuno con accesso diretto o dalla via Scafati e/o dalla viabilità interna. All'interno della maglia è stato individuato un lotto di proprietà comunale, all'interno del quale è possibile realizzare un immobile di volume pari a 1000,72 mc., da destinare a servizi di interesse generale.

4. Modellazione geologica dell'area di studio

4.1 Geologia dell'area

Dal punto di vista geologico, l'area di intervento è localizzata nella parte nord-occidentale del Foglio 190 "Monopoli" della Carta Geologica d'Italia, in scala 1: 100.000 (Fig. 3).

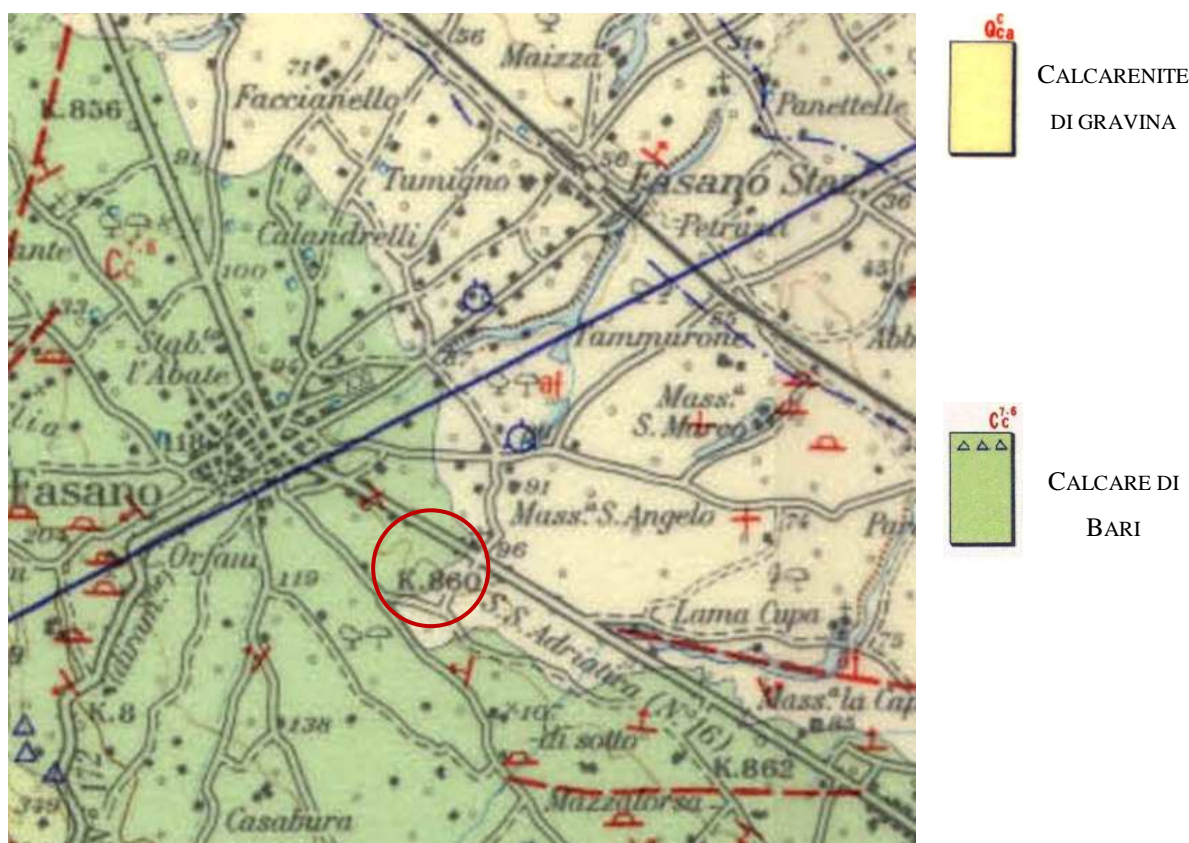


Fig. 3 – Stralcio del Foglio 190 della Carta Geologica d'Italia.

I terreni affioranti sono essenzialmente rappresentati da calcari micritici stratificati appartenenti all'unità del Calcare di Bari su cui poggiano in trasgressione i terreni pleistocenici appartenenti all'unità della Calcarenite di Gravina. Come si può osservare dalla carta geologica, l'area oggetto del Piano Particolareggiato è caratterizzata dal contatto tra le due suddette unità.

Il *Calcare di Bari* è l'unità che rappresenta la maggior parte dei terreni che rientrano nel piano; in genere, l'unità cretacea del *Calcare di Bari* affiora estesamente in tutta l'area delle Murge sud-orientali con uno spessore complessivo di alcune centinaia di metri; questa unità risulta costituita da una successione di calcari, calcari dolomitici e dolomie, ben stratificate, localmente fratturati ed interessati da fenomeni di dissoluzione carsica. Lo stato di fratturazione delle rocce calcaree è legata ai movimenti tettonici che hanno portato nel giro di alcuni milioni di anni all'emersione dell'Avampaese Apulo.

Nelle vicinanze all'area di studio, il sottoscritto ha eseguito una serie di indagini dirette per caratterizzare dal punto di vista litologico e stratigrafico alcuni terreni che rientrano nelle particelle 1524, 1528 e 1537 del Foglio di Mappa n. 43 (Foto).



Calccare di Bari: affioramenti dell'ammasso roccioso in zone vicine all'area di studio.

Analizzando le proprietà intrinseche, i calcari si presentano molto compatti, a grana fine, di colore bianco o grigio-nocciola, estremamente tenaci e con ottime caratteristiche geotecniche. Nell'area di intervento, il substrato calcareo è ricoperto da terreno vegetale con uno spessore medio di 60 centimetri.

La *Calcarenite di Gravina* affiora nel settore est dell'area di studio; in genere, si tratta di calcareniti a grana medio-fine con colorazioni variabili dal biancastro al giallognolo al rossastro. La tessitura è granulo-sostenuta con pochissima matrice carbonatica; la stratificazione è a luoghi ben evidente con giacitura degli strati suborizzontale. Inoltre, le calcareniti sono caratterizzate dalla presenza di abbondanti bioclasti, anche di notevoli dimensioni (*Ostree, Pecten, Gasteropodi*), e litoclasti di medie dimensioni.

I terreni calcarenitici poggiano in trasgressione sui calcari micritici stratificati appartenenti all'unità del *Calccare di Bari*.

4.2 Geomorfologia dell'area

Dal punto di vista morfologico, l'area in questione è situata nella parte sud-orientale delle Murge, rappresentata da una zona costiera relativamente limitata. Quest'ultima, a partire da quote intorno ai 130 metri, digrada dolcemente verso mare con salti di pendenza in corrispondenza di modeste scarpate. L'area costiera è, infatti, caratterizzata dalla presenza di una serie di terrazzi marini delimitati da scarpate alte alcuni metri. Queste scarpate presentano un andamento subparallelo con la linea di costa attuale e rappresentano antiche linee di costa (Fig. 4).

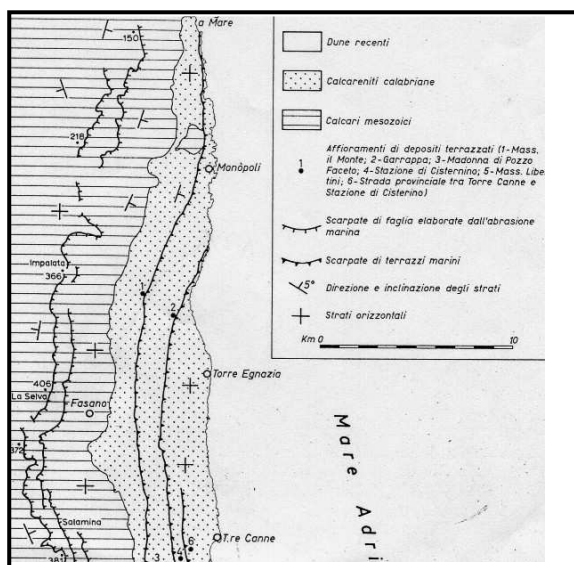


Fig. 4 – Caratteri geologici e morfologici dell'area.

I terrazzi marini sono incisi, a luoghi, da una rete idrografica poco gerarchizzata, ma ben approfondita nel substrato roccioso, localmente indicata col termine di *lame*. In genere, esse raggiungono il mare in profonde insenature con pareti subverticali interpretabili quali piccole *rias*. Spianate e scarpate, in questo tratto costiero, sono dovute generalmente all'abrasione prodottasi nel corso di fasi di stazionamento relativo del livello del mare, a partire dal Pleistocene medio.

I terreni rientranti nel Piano Particolareggiato sono caratterizzati prevalentemente da un assetto sub-pianeggiante con pendenza in direzione nord-est. I dislivelli massimi sono contenuti entro i cinque metri circa, inoltre, l'area non presenta problematiche legate alla presenza di dissesti gravitativi ed emergenze di natura carsica.

L'area di studio è posta ad una quota che va dai 102 m ai 97 m sul livello del mare e non presenta problematiche legate alla presenza di dissesti gravitativi ed emergenze di natura carsica.

4.3 Idrogeologia dell'area

L'area oggetto di studio è priva di risorse idriche superficiali, ma una cospicua fonte di approvvigionamento idrico è rappresentata dalla imponente falda avente sede nel substrato calcareo del Mesozoico. Tale falda viene comunemente denominata profonda o di base per distinguerla dalle falde superficiali di minore potenzialità localizzate nei sovrastanti depositi quaternari. L'acquifero carbonatico risulta essere molto permeabile per fattori legati allo stato di fratturazione dell'ammasso roccioso e alla presenza di una rete di condotti carsici a luoghi molto sviluppata.

La falda trae alimentazione dalle precipitazioni atmosferiche che ricadono in tutto il territorio murgiano; la zona di prevalente ricarica può essere collocata lungo il territorio collinare corrispondente all'Alta Murgia dove più diffusa è la presenza di inghiottitoi carsici.

Nelle aree più interne delle Murge, la superficie piezometrica si rinviene a notevoli profondità rispetto al piano campagna. Mentre lungo la fascia costiera corrispondente alle Murge Basse la falda si rinviene a profondità minori fino ad intersecare, localmente, la superficie topografica dando luogo a modeste sorgenti di acqua salmastra (es. sorgente Morello – Torre Canne).

In riferimento al PTA (Piano di Tutela delle Acque), come si può osservare dalle tavole B (Fig. 5) e 6.2 (Fig.6) del piano il sito di studio è localizzato in un'area a contaminazione salina caratterizzata da un carico piezometrico compreso tra 10 e 5.

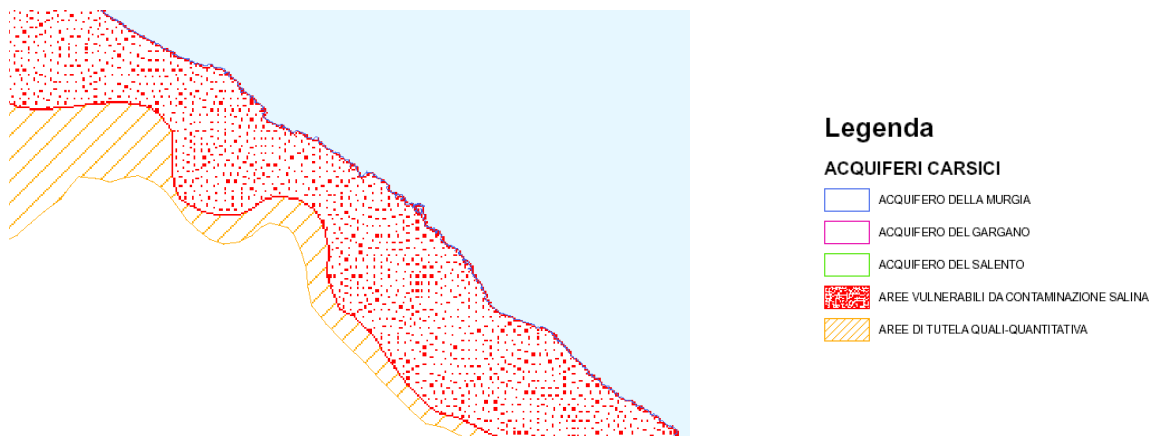


Fig. 5 – Stralcio Tavola B del PTA: “Aree di vincolo d'uso degli acquiferi”.

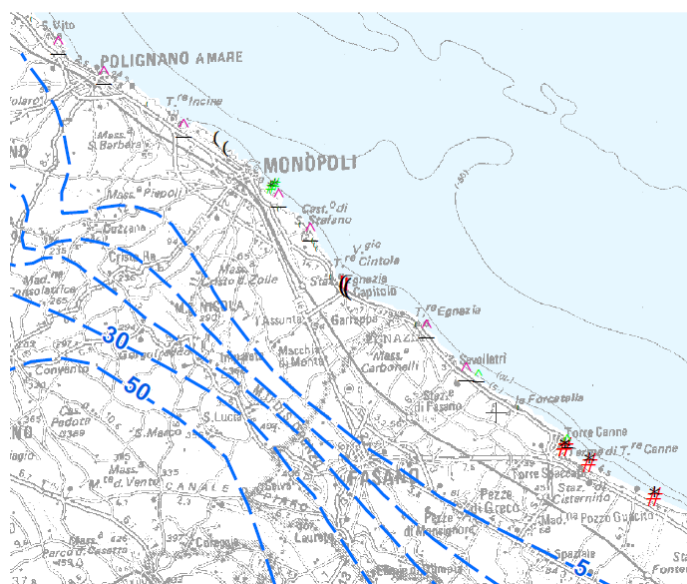


Fig. 6 – Stralcio Tavola 6.2 del PTA: “Distribuzione media dei carichi piezometrici”.

Nell'area di intervento, la superficie piezometrica si rileva a profondità superiori ai 50 m (TAV. 3), **tali profondità rendono insignificanti le escursioni stagionali della falda e la sua eventuale incidenza nei confronti dei terreni oggetto di intervento.** Analizzando l'intervento in relazione al rischio idrogeologico e alla tavola del PAI (Fig. 7), l'area di intervento è situata al di fuori da zone perimetrare dall'Autorità di Bacino della Puglia quali zone a rischio, zone a pericolosità idrogeologica e zone a pericolosità geomorfologica.



Fig. 7 – Stralcio ortofotografico relativo al PAI.

4.4 Caratteri geotecnici dei litotipi affioranti

Dal rilievo geologico di superficie, i due litotipi (calcari e calcareniti) che caratterizzano l'area di studio, si presentano con caratteri strutturali differenti: nei calcari la stratificazione è ben evidente, mentre nelle calcareniti essa è generalmente solo accennata e discontinua. La fratturazione interessa entrambe le unità secondo sistemi variamente orientati e con densità, frequenza, andamento e spaziatura assai variabili da luogo a luogo.

Nell'area di studio, il substrato calcareo è ricoperto da uno spessore variabile da pochi centimetri fino a 50-60 centimetri di terreno vegetale.

A nord-est rispetto all'area di interesse, si ha il passaggio stratigrafico alle calcareniti. Alla scala dell'ammasso roccioso le calcareniti si presentano in banchi massicci con qualche fratture subverticali; in queste ultime si notano zone di più intensa e profonda ricementazione.

Consultando i dati scientifici già esistenti e riguardanti l'area di interesse, sono state condotte delle determinazioni sperimentali su alcuni campioni di calcare e di calcarenite. A tal riguardo, è stata determinata la resistenza a compressione monoassiale e a trazione indiretta (prova brasiliana) in condizioni di saturazione naturale: in Tabella 1 sono riportati i valori ottenuti che evidenziano la ben netta differenza tra il calcare e la calcarenite alla scala del campione, mentre alla scala dell'ammasso roccioso un ruolo determinante è quello esercitato dalla fratturazione.

	Calcarenite di Gravina		Calcare di Bari	
	Min	Max	Min	Max
γ_a (KN/m ³)	14,32	15,01	25,80	26,19
γ_g (KN/m ³)	26,59	26,59	26,59	26,59
η (%)	43,6	46,2	1,5	3,0
c	0,54	0,56	0,97	0,99
σ_R (MPa)	2,55	4,12	58,9	127,5
σ_T (MPa)	0,28	0,37	7,85	14,72

Tabella 1 - Campo di variabilità delle proprietà fisiche e meccaniche della Calcarenite di Gravina e del Calcare di Bari: peso di volume secco (γ_a); peso specifico del solido (γ_g); porosità (η); compattezza (**c**); resistenza a compressione monoassiale (σ_R); resistenza a trazione (σ_T).

Alla scala del campione i calcari mostrano valori molto bassi di porosità (Tab. 1) e alti valori di resistenza a compressione e a trazione. Le calcareniti, a luoghi con sottili livelli ruditici, presentano tessitura da *grainstone* a *packstone* (Dunham, 1962), con scheletro costituito da bioclasti autoctoni e da litoclasti, delle dimensioni della sabbia, provenienti dal sottostante substrato mesozoico; il grado di cementazione è molto alto ed il cemento irregolarmente distribuito all'interno della roccia, mentre la porosità, quasi esclusivamente intergranulare,

presenta valori elevati (Tab. 1). I pori sono tra loro intercomunicanti, come evidenziati dai valori del grado di saturazione pari ad uno, che si ottiene imbibendo i campioni di calcarenite sotto vuoto. Nella calcarenite il contenuto d'acqua (w) non è mai eccessivamente elevato in quanto la calcarenite perde velocemente l'acqua gravifica interstiziale: pertanto in condizioni naturali normali il contenuto in acqua è risultato sempre molto basso con valori che non superano il 5%-10% cui corrisponde un grado di saturazione del 15%-35%.

Alla scala dell'ammasso roccioso, i calcari mostrano un'evidente e netta stratificazione; essi risultano a luoghi intensamente dislocati da sistemi di fratture aventi varia orientazione; l'intensità di fratturazione favorisce l'azione carsica.

A nord rispetto all'area di interesse, si ha il passaggio stratigrafico alle calcareniti. Alla scala dell'ammasso roccioso le calcareniti si presentano in banchi massicci con qualche fratture subverticali; in queste ultime si notano zone di più intensa e profonda ricementazione. Tali caratteri trovano riscontro nei valori medi di resistenza compressione che, però, non scendono mai al di sotto di 2,6 MPa, valore confrontabile con quelli massimi che caratterizzano le argille fortemente sovra consolidate. I valori di resistenza a trazione indiretta risultano anch'essi medi (Tab. 1).

5. Caratterizzazione sismica del sito

Classificazione sismica

Il territorio comunale di Fasano (BR), non era classificato sismico ai sensi del D.M. 19.03.1982. Le Ordinanze P.C.M. n. 3274 del 23.03.2003 e n. 3519 del 28.04.2006 riclassificano l'intero territorio nazionale in quattro tipologie di zone sismiche. Come detto in precedenza, il Comune di Fasano ricade in zona sismica 4 .

Si riporta la tabella ove ciascuna zona è individuata secondo valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo a_g , con probabilità di superamento del 10% in 50 anni.

zona sismica	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni [a_g/g]	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico [a_g/g]
1	> 0.25	0.35
2	0.15 – 0.25	0.25
3	0.05 – 0.15	0.15
4	< 0.05	0.05

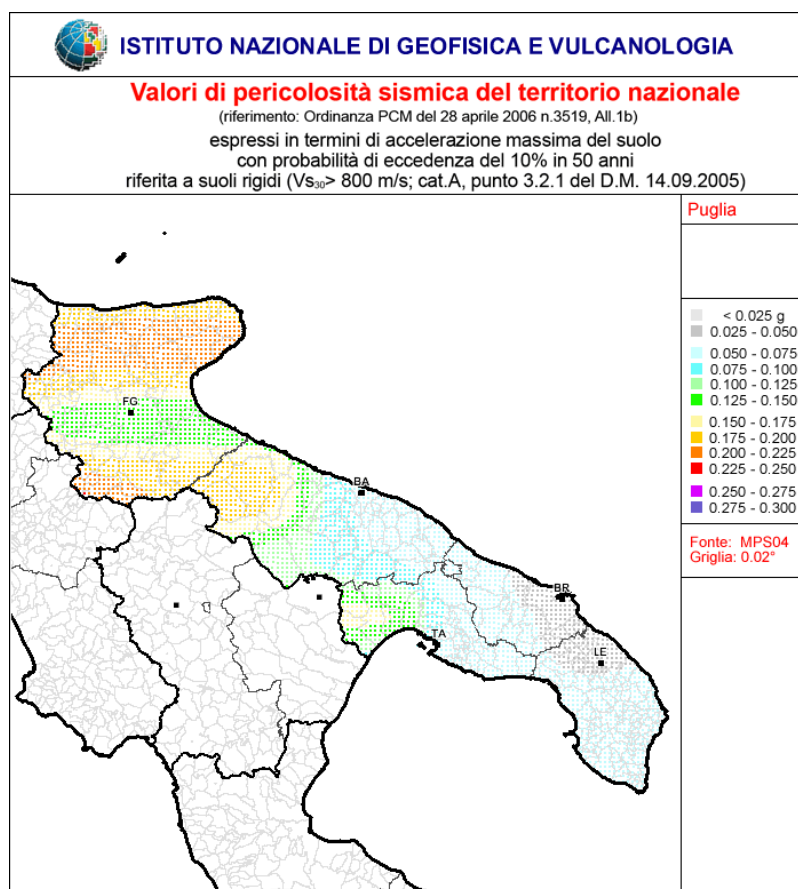


Fig. 8 – Valori di pericolosità sismica territorio pugliese.

Per le opere realizzate in siti ricadenti in Zona 4 le N.T.C. 2008 consentono l'utilizzo di due diversi metodi semplificati di verifica.

Il **metodo 1**, riguarda le costruzioni di tipo 1 e 2 appartenenti alle Classi d'Uso I e II: le verifiche di sicurezza possono essere condotte alle **tensioni ammissibili** D.M. 11.03.1988 e D.M. 16.01.1996), secondo quanto specificato dal punto 2.7 delle N.T.C.. In tutti questi casi si assume come grado di sismicità $S = 5$.

Il **metodo 2**, riguarda tutti i tipi di costruzione relativi alle Classi d'Uso III e IV: le verifiche di sicurezza vanno fatte nei confronti dello **SLV** (Stato Limite di salvaguardia della Vita) e possono essere condotte per una forza di progetto calcolata assumendo uno **spettro di progetto costante** e pari a **0,07 g**, ed ammettendo un possibile danneggiamento delle strutture, corrispondente ad un fattore di struttura di valore comunque non superiore a $q = 2,15$.

Il **Metodo 2** consente la progettazione della costruzione sotto l'azione sismica nei modi indicati nei Cap. 4, 5, 6 delle NTC a condizione che soddisfi i tre requisiti seguenti:

- ai fini della ripartizione delle sollecitazioni sismiche tra gli elementi strutturali resistenti, gli orizzontamenti debbono essere assimilabili a diaframmi rigidi (1), ossia ad elementi infinitamente rigidi nel loro piano;
- i particolari costruttivi sono quelli relativi alla classe di duttilità bassa "CDB" quale definita nel § 3.2.1 delle NTC, ossia le azioni sismiche convenzionali sono determinate ammettendo solo un danneggiamento limitato delle strutture;
- per le verifiche agli stati limite si utilizza la combinazione delle azioni definita al § 3.2.4 delle NTC.

Per le costruzioni semplici in muratura, sono previste regole di progetto semplificate che non prevedono verifiche di sicurezza dettagliate.

Risposta sismica locale

Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008, **la stima della pericolosità sismica viene definita mediante un approccio "sito dipendente"** e non più tramite un criterio "zona dipendente".

L'azione sismica di progetto in base alla quale valutare il rispetto dei diversi *stati limite* presi in considerazione viene definita partendo dalla "pericolosità di base" del sito di costruzione, che è l'elemento essenziale di conoscenza per la determinazione dell'azione sismica.

Sulla base delle risultanze dell'indagine diretta condotta nell'area oggetto di studio, i terreni rientranti nel piano di lottizzazione sono rappresentati da un ammasso roccioso calcareo compatto e rigido. Poiché in rocce di questo tipo la velocità media delle onde di taglio nei primi trenta metri è sempre maggiore di 800 m/s, i terreni oggetto di studio sono compatibili

con la descrizione stratigrafica secondo la tab. 3.2.II delle NTC 2008. Il sito in esame ricade, quindi, nella **categoria di sottosuolo A**:

Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo

Categoria	Descrizione
A →	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).</i>

Vita nominale e classe d'uso dell'opera

Le NTC 2008 definiscono la vita nominale (V_n) delle strutture (art. 2.4.1) a cui si associano tre tipi di costruzione con diverso valore, espresso in anni, della loro durata come definito al variare della classe d'uso come mostra la tabella sottostante:

TIPI DI COSTRUZIONE		Vita Nominale V_N (in anni)
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva ¹	≤ 10
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	≥ 50
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	≥ 100

Poiché trattasi di un piano di lottizzazione, possiamo considerare costruzioni di tipo 2 (opere ordinarie) a cui le NTC assegnano un valore di $V_n \geq 50$ anni.

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, **le costruzioni sono suddivise in 4 Classi d'uso** (corrispondenti alle **Classi di Importanza di EC8**) così definite:

- **Classe I:** Costruzioni con **presenza solo occasionale di persone**, edifici agricoli.

- **Classe II:** Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti. **Ambienti ad uso residenziale.** Sono compresi in questa categoria *i locali di abitazione* e relativi servizi, *gli alberghi*. (ad esclusione delle aree suscettibili di affollamento), *gli uffici, i negozi*.
- **Classe III:** Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso. **Scuole. Teatri, Musei, Tribune, sale con affollamenti significativi, etc.**
- **Classe IV:** Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n.6792, e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_r .

Il **periodo di riferimento** si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale V_n per il coefficiente d'uso C_u :

$$V_r = V_n \times C_u$$

Il valore del coefficiente d'uso C_u è definito, al variare della classe d'uso, come mostrato nella sottostante tabella:

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_u	0,7	1,0	1,5	2,0

Come detto in precedenza, poiché il progetto riguarda essenzialmente la realizzazione di "opere ordinarie", la classe d'uso di riferimento è la classe II. Pertanto, facendo riferimento

ad un coefficiente d'uso C_u pari a 1,0 e ad un valore di vita nominale pari a 50 (costruzione di tipo 2), si ottiene un tempo di riferimento (V_r) pari a:

$$V_r = 50 \times 1,0 = 50$$

Stati limite e relative probabilità di superamento

La normativa NTC 2008 nei confronti delle azioni (cap. 3.2.1.) definisce quattro stati limite, al fine di indicare il comportamento, in chiave sismica, che dovrà sopportare la struttura in progetto come mostra la tabella sottostante:

STATI LIMITE DI ESERCIZIO (SLE)	
SLO - Stato LIMITE di OPERATIVITA':	non deve subire danni
SLD - Stato LIMITE di DANNO:	danni lievi ma rimane in esercizio
STATI LIMITE ULTIMI (SLU)	
SLV - Stato LIMITE di salvaguardia VITA:	crolli parziali. Buona resistenza verticale e margine di sicurezza orizzontale di collasso
SLC - Stato LIMITE di prevenzione COLLASSO:	danni gravi, margine sicurezza buono azioni verticali. Esiguo esiguo

Ad ogni stato limite corrisponde una probabilità di superamento P_{V_r} :

Stati Limite		P_{V_r} : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Per ciascuno stato limite e relativa probabilità di eccedenza P_{V_r} nel periodo di riferimento V_r , il periodo di ritorno T_r del sisma è dato da:

$$T_r = -V_r / \ln(1 - P_{V_r}) = -C_u \cdot V_N / \ln(1 - P_{V_r}) \quad (C.3.2.1)$$

Il periodo di ritorno può essere anche calcolato in base alle seguente tabella:

Tabella C.3.2.I.- Valori di T_R espressi in funzione di V_R

Stati Limite		Valori in anni del periodo di ritorno T_R al variare del periodo di riferimento V_R
Stati Limite di Esercizio (SLE)	SLO	$(^b) 30 \text{ anni} \leq T_R = 0,60 \cdot V_R$
	SLD	$T_R = V_R$
Stati Limite Ultimi (SLU)	SLV	$T_R = 9,50 \cdot V_R$
	SLC	$T_R = 19,50 \cdot V_R \leq 2475 \text{ anni } (^b)$

Per la verifica del sito di studio, considerando lo Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV) si ottiene un tempo di ritorno:

$$T_r = 9.50 \cdot 50 = 475 \text{ anni.}$$

Condizioni topografiche e amplificazione topografica

Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione :

Tabella 3.2.IV – *Categorie topografiche*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Tali categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore a 30 m.

Nel nostro caso si considera come categoria topografica la categoria T1. Per tener conto delle condizioni topografiche e in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, si

utilizzano i valori del **coefficiente topografico S_T** riportati nella Tab. 3.2.VI, in funzione delle categorie topografiche sopra riportate e dell'ubicazione dell'opera o dell'intervento.

Tabella 3.2.VI – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

Il valore S_T si utilizza solo se $H > 30$ m, in ogni caso nel sito di studio tale coefficiente è pari a 1,0.

Amplificazione stratigrafica

Per poter definire l'amplificazione stratigrafica, occorre tener conto di due coefficienti:

- S_s : coefficienti di amplificazione topografica;
- C_c : coefficiente funzione della categoria di sottosuolo.

Per sottosuolo di categoria **A** ($V_{s30} > 800$ m/s) **i coefficienti S_s e C_c valgono 1**. Per le categorie di sottosuolo **B, C, D** ed **E** **i coefficienti S_s e C_c** possono essere calcolati, in funzione dei valori di F_0 e T_C^* relativi al sottosuolo di categoria **A**, mediante le espressioni fornite nella Tab. 3.2.V, nelle quali g è l'accelerazione di gravità ed il tempo è espresso in secondi.

Tabella 3.2.V – Espressioni di S_s e di C_c

Categoria sottosuolo	S_s	C_c
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

F_0 è un fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido orizzontale ed ha valore minimo pari a 2,2.

T_C^* rappresenta il Tratto Spettrale a Periodo Costante per un Periodo di Ritorno determinato.

Valutazione dell'azione sismica

Il moto sismico di ciascun punto del suolo al di sotto della costruzione può essere decomposto in componenti secondo tre direzioni ortogonali; per ciascuna componente dell'azione sismica può essere fornita una rappresentazione puntuale mediante:

- **l'accelerazione massima attesa,**
- **l'intero spettro di risposta,**
- **le storie temporali dell'accelerazione (accelerogrammi).**

Qualora la costruzione sia di dimensioni limitate o le sue fondazioni siano sufficientemente rigide e resistenti, si può assumere che il moto sia lo stesso per tutti i punti al di sotto della costruzione. Altrimenti si deve tener conto della variabilità spaziale del moto.

La rappresentazione di riferimento per le componenti dell'azione sismica è lo spettro di risposta elastico in accelerazione per uno smorzamento convenzionale del 5%. Esso fornisce la risposta massima in accelerazione del generico sistema dinamico elementare con periodo di oscillazione $T \leq 4$ s ed è espresso come il prodotto di una forma spettrale per l'accelerazione massima del terreno.

6. Stima della pericolosità sismica

Per la stima della pericolosità sismica dell'area, il primo passo consiste nella determinazione dei parametri spettrali del sito di studio:

- a_g : accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido;
- F_0 : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_c^* : periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Per tali determinazioni è necessario conoscere le coordinate geografiche decimali del sito da verificare. Tali coordinate sono di fondamentale importanza per l'utilizzo del software fornito dal *Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici*.

Il software sperimentale "Spettri di risposta" fornisce, per l'appunto, gli spettri di risposta rappresentativi delle componenti (orizzontali e verticale) delle azioni sismiche di progetto per il generico sito del territorio nazionale.

Il software è caratterizzato da 3 FASI:

- FASE 1: individuazione della pericolosità del sito;
- FASE 2: scelta della strategia di progettazione;
- FASE 3: determinazione dell'azione di progetto.

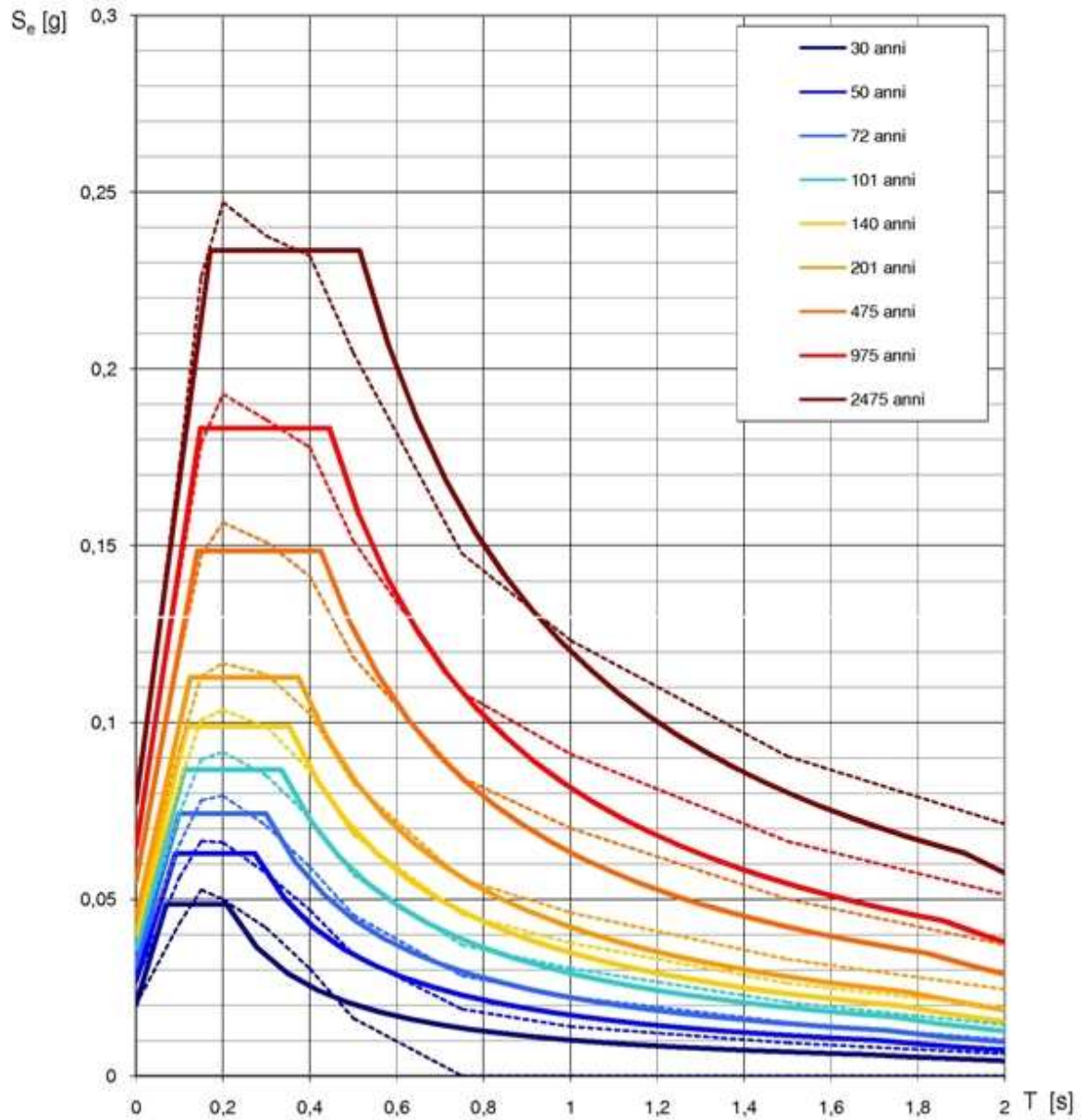
Per la FASE 3 si rimanda alla relazione d'opera geotecnica, in quanto per le determinazioni delle azioni di progetto riferite ai vari Stati Limite sono di fondamentale importanza il fattore di struttura q ed il periodo di riferimento T1. Questi dati devono essere forniti dallo strutturista.

FASE 1: individuazione della pericolosità del sito

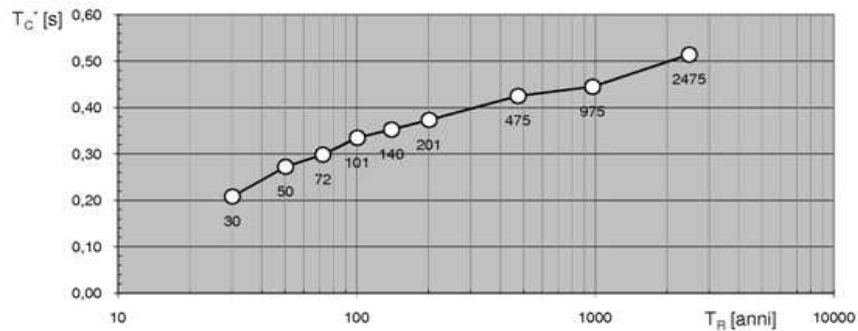
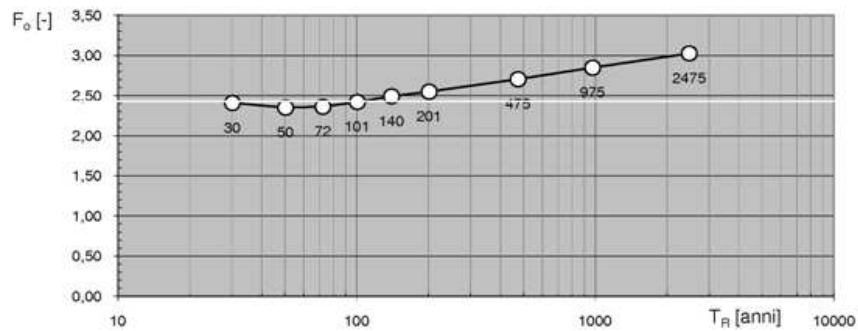
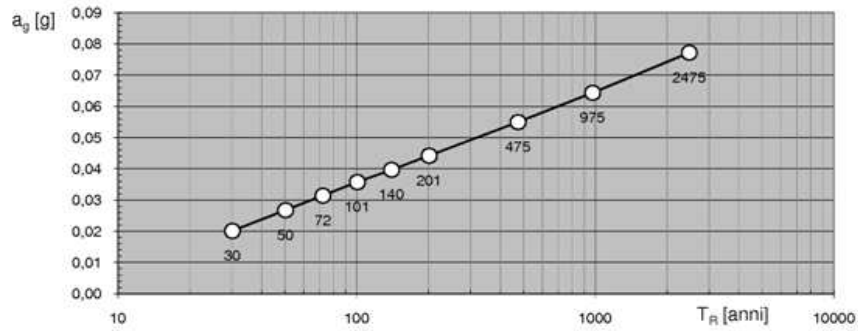
Nella FASE 1 del suddetto software inserendo le coordinate del sito (sistema di riferimento ED50) sono stati ottenuti i seguenti spettri di risposta:

Coordinate del sito:	
Latitudine	40.82884879
Longitudine	17.37449660

Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno T_R di riferimento



Valori dei parametri a_g , F_o , T_C : variabilità col periodo di ritorno T_R



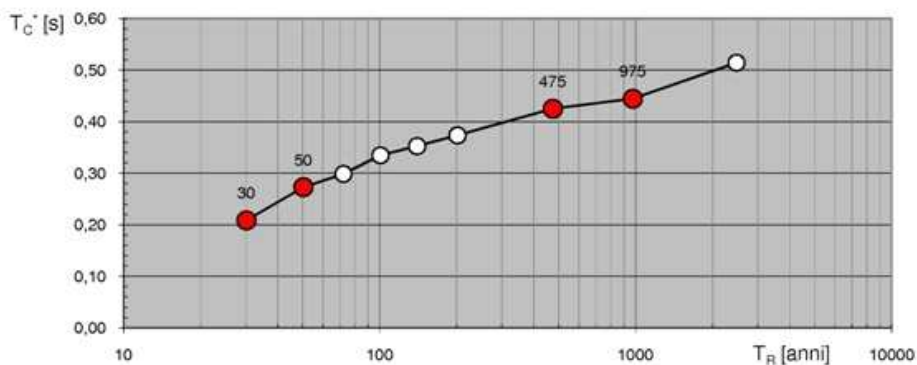
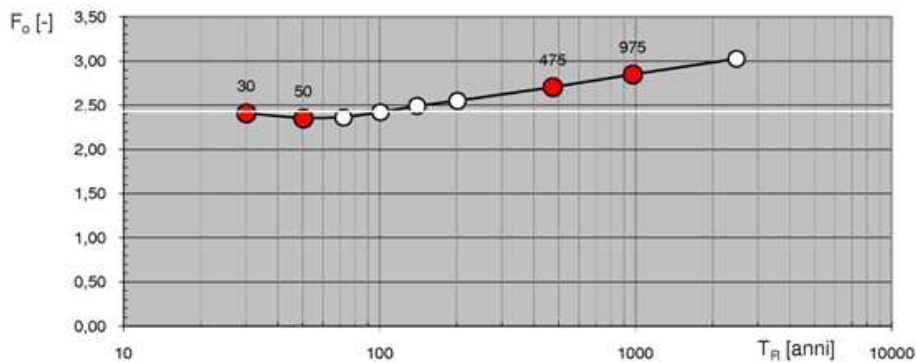
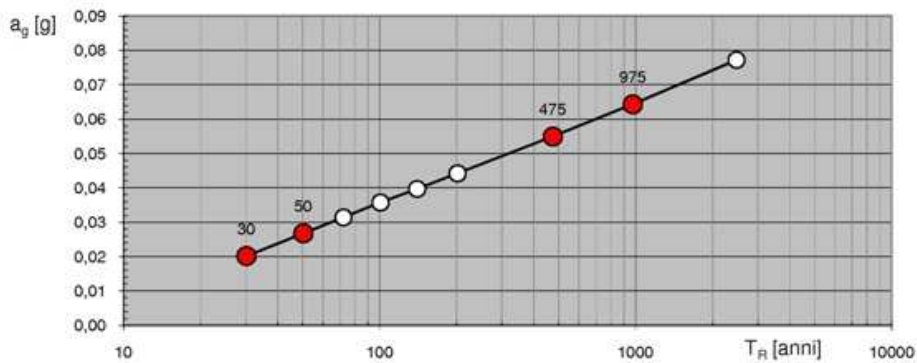
Valori dei parametri a_g , F_o , T_C per i periodi di ritorno T_R di riferimento

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C [s]
30	0,020	2,408	0,208
50	0,027	2,349	0,273
72	0,031	2,360	0,299
101	0,036	2,420	0,335
140	0,040	2,490	0,353
201	0,044	2,549	0,373
475	0,055	2,703	0,425
975	0,064	2,847	0,445
2475	0,077	3,025	0,514

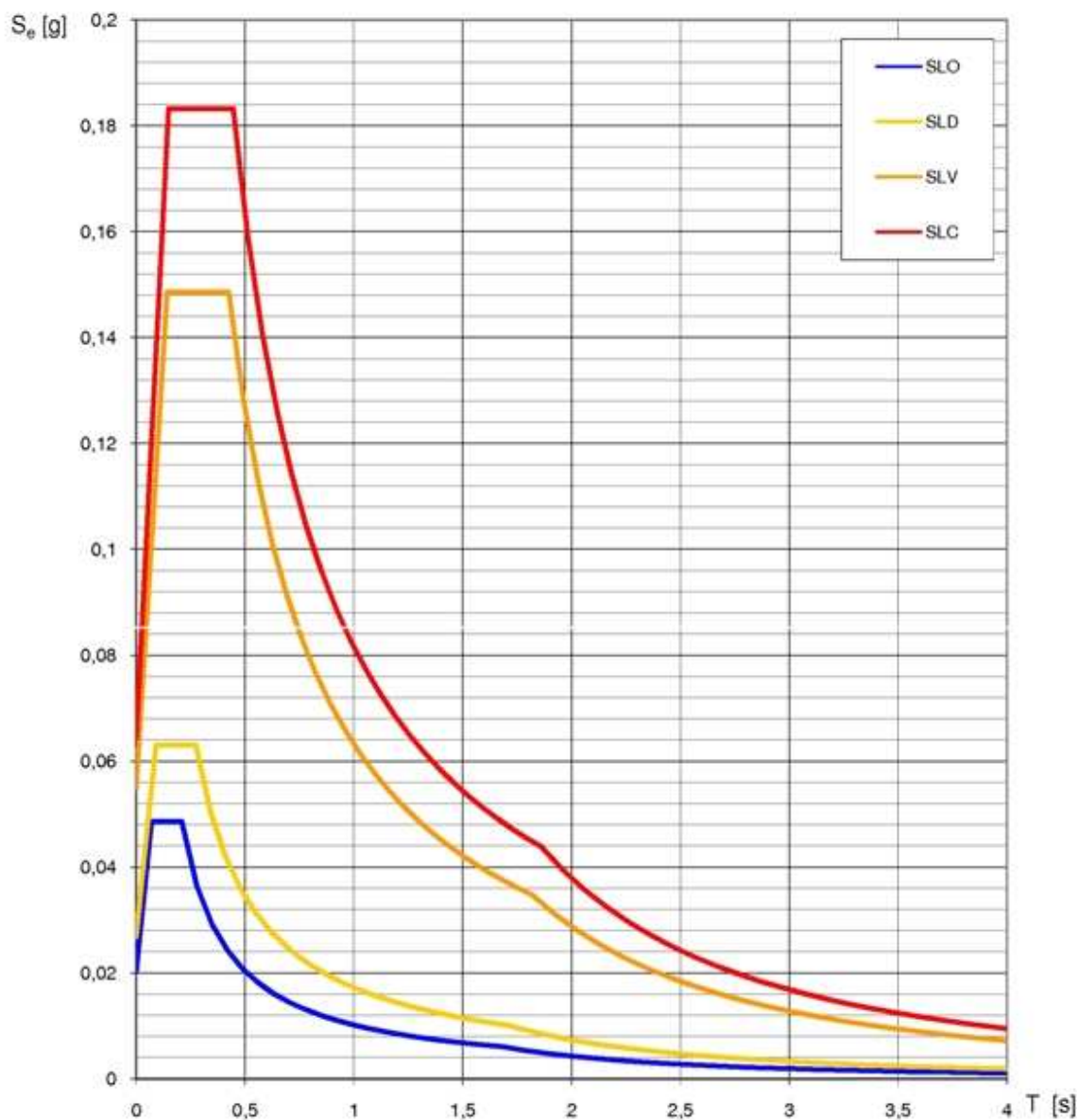
FASE 2: scelta della strategia di progettazione

In questa fase si richiede l'inserimento dei valori relativi alla vita nominale della costruzione in anni (V_n) e del coefficiente d'uso (C_u) della costruzione. Inserendo il valore di V_n pari a 50 e un C_u pari a 1,0 si ottengono le seguenti elaborazioni:

Valori di progetto dei parametri a_g , F_o , T_c in funzione del periodo di ritorno T_R



Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite



Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascun SL

STATO LIMITE	PVr (%)	Tr (anni)	a_g (g)	F_o (-)	T_C^* (s)
SLO	81	30	0,020	2,408	0,209
SLD	63	50	0,027	2,350	0,273
SLV	10	475	0,055	2,703	0,425
SLC	5	975	0,064	2,847	0,445

PARAMETRI SISMICI

SITO DI STUDIO: Fasano (BR) - Strada vicinale dei Pulpi - Foglio n. 43

CLASSE D'USO: II

VITA NOMINALE (Vn): 50 anni

Categoria sottosuolo (Vs30): A

Categoria topografica (S_T): T1

Periodo di riferimento (Vr): 50 anni

Coefficiente d'uso (Cu): 1,0

Coordinate del sito (sistema ED50): latitudine 40.82884879

longitudine 17.37449660

COEFFICIENTI SISMICI

Per il **calcolo dell'accelerazione massima** (a_{max}) in m/s^2 , dal valore nominale di a_g (g), accelerazione orizzontale massima attesa al sito, si passa ad a_g (m/s^2) moltiplicando per 9,81.

Ad esempio : (SLV) $a_g = 0,055 g \times 9,81 = 0,540 m/s^2$

L'accelerazione massima a_{max} è data da $a_g * S$, dove S è un coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e di amplificazione topografica:

$$S = S_s * S_t.$$

Poiché in questo caso $S = 1$, si ha per SLV $a_{max} = 0,540 m/s^2$

Per il calcolo del **coefficiente sismico orizzontale (Kh)** si tiene conto della seguente relazione:

$$K_h = \beta_m * a_{max} / g$$

dove

β_m = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;

a_{max} = accelerazione orizzontale massima **attesa al sito**;

g = *accelerazione di gravità*.

Nella precedente espressione, il coefficiente β_m assume i valori riportati nella sottostante Tab. 7.11-II.

Tabella 7.11.II - Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito.

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	β_m	β_m
$0,2 < a_g(g) \leq 0,4$	0,31	0,31
$0,1 < a_g(g) \leq 0,2$	0,29	0,24
$a_g(g) \leq 0,1$	0,20	0,18

Ad esempio, poiché a_g (SLV) è pari a 0,056 g e la categoria del sottosuolo è la categoria A il valore di β_m è pari a 0,20. Pertanto, in questo caso il coefficiente sismico orizzontale è:

$$K_h = 0,20 * 0,540/9,81 = 0,011$$

Per il **calcolo del coefficiente sismico verticale (Kv)** si tiene conto della seguente relazione: $K_v = 0.5 * K_h$.

Ad esempio, per SLV il coefficiente verticale sarà pari a:

$$K_v = 0.5 * 0.011 = 0.006$$

Di seguito sono riportati i tutti i coefficienti sismici per ogni tipologia di Stato Limite:

SLO:	
Ss	1,000
Cc	1,000
St	1,000
S	1,000
Kh	0,004
Kv	0,002
a_{max}	0,196
Beta	0,200

SLD:	
Ss	1,000
Cc	1,000
St	1,000
S	1,000
Kh	0,005
Kv	0,003
a_{max}	0,265
Beta	0,200

SLV:	
Ss	1,000
Cc	1,000
St	1,000
S	1,000
Kh	0,011
Kv	0,006
a_{max}	0,540
Beta	0,200

SLC:	
Ss	1,000
Cc	1,000
St	1,000
S	1,000
Kh	0,013
Kv	0,007
a_{max}	0,628
Beta	0,200

7. Considerazioni conclusive

Da tutte le indagini eseguite nell'area di studio si ritiene che non sussistono impedimenti di natura geologica, geomorfologica ed idrogeologica per l'esecuzione delle opere in progetto.

Per quanto detto nei capitoli precedenti è possibile concludere che:

- nell'area di studio i terreni affioranti rientrano nell'unità geologica denominata "Calcere di Bari";
- nei terreni rientranti nel piano di lottizzazione, l'ammasso roccioso calcareo non mostra problematiche tali da compromettere la stabilità generale delle eventuali opere in progetto;
- poiché i terreni sono rappresentati da un ammasso roccioso rigido il valore Vs30 risultata superiore a 800 m/s, imponendo l'attribuzione del suolo di fondazione, alla **CATEGORIA "A": Ammassi rocciosi o materiali molto rigidi**;
- le opere in progetto in base alla nuova classificazione sismica ricadono in zona 4;
- sulla scorta delle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni la Classe d'Uso è la Classe II;
- la morfologia della zona è sub-pianeggiante con lieve pendenza in direzione nord-est, non presenta problematiche legate alla presenza di dissesti gravitativi ed emergenze di natura carsica;
- la distanza rilevante tra il livello della falda idrica e il piano campagna, garantisce la mancanza di interferenza con le fondazioni delle eventuali opere;
- dalle tavole del PAI l'area di intervento è situata al di fuori da zone perimetrate dall'Autorità di Bacino della Puglia quali zone a rischio, zone a pericolosità idrogeologica e zone a pericolosità geomorfologica.

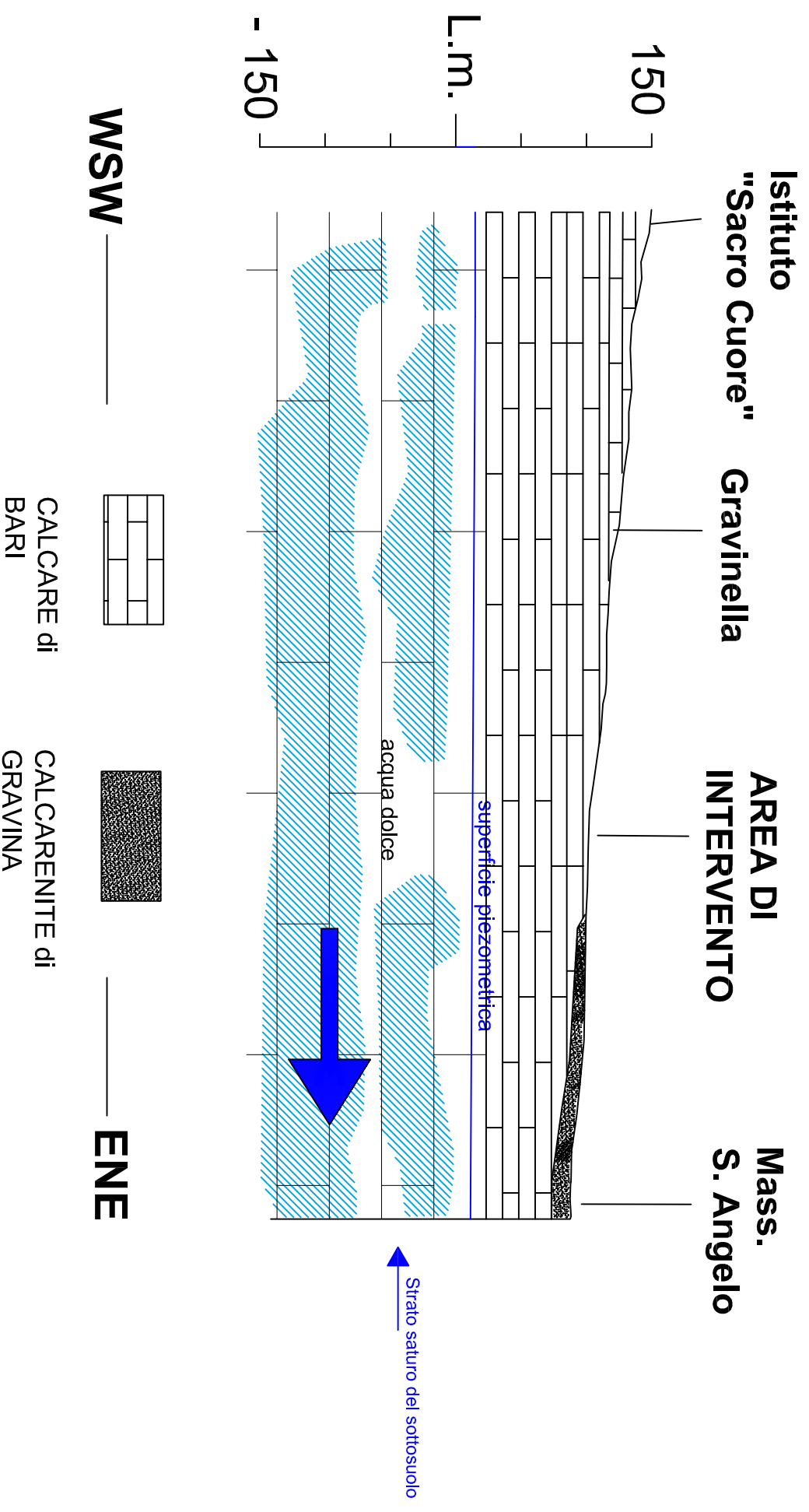
Per quanto riguarda la profondità di imposta delle fondazioni relative ai fabbricati da realizzare, si consiglia di raggiungere una quota non inferiore ad 1,0 metri dal piano di calpestio. In ogni caso, ulteriori elementi potranno essere assunti in corso d'opera, come definito al punto 8.2 del D.M.11.03.88, considerando, i dati ottenuti con osservazioni e misurazioni nel corso dei lavori, allo scopo di ottenere il migliore adeguamento dell'opera alla situazione riscontrata.

Fasano, 23 febbraio 2012

IL GEOLOGO
Dott. Pierluca RENNA

ALLEGATI RELAZIONE GEOLOGICA:

- TAV. 1 – Stralcio aerofotogrammetrico (1:5000)
- TAV. 2 – Stralcio catastale (1:2000)
- TAV. 3 – Sezione geologica ed idrogeologica dell'area di studio



TAV. 3 - Sezione geologica ed idrogeologica dell'area di studio

