

COMUNE DI GALLIPOLI

(PROVINCIA DI LECCE)

PROGETTISTA: ARCH. VINCENZO MARIELLO

Piano di Lottizzazione Convenzionato

“Santa Venardia” - Comparto R6 -

STUDIO GEO-IDRO-MORFOLOGICO E TECNICO E
VERIFICA DI COMPATIBILITA' CON GLI
STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE TERRITORIALE

Ruffano, dicembre 2018

IL TECNICO
Geol. Marcello DE DONATIS

INDICE

PREMESSA	2
INDIVIDUAZIONE DEL SITO	4
CARATTERI GEOLOGICI.....	5
<i>Calcari di Altamura</i>	6
<i>Calcareniti di Gravina</i>	7
<i>Argille grigio-azzurre, limi e sabbie</i>	8
<i>Calcareniti "Carparo"</i>	10
CARATTERI IDROGEOLOGICI ED IDROLOGICI	12
Falda superficiale	12
Falda profonda.....	13
CARTA IDROGEOMORFOLOGICA DELLA REGIONE PUGLIA	18
COMPATIBILITÀ CON IL PAI	20
COMPATIBILITÀ CON IL PPTR.....	21
COMPATIBILITÀ CON IL PTCP	25
COMPATIBILITÀ CON IL PIANO DI TUTELA DELLE ACQUE.....	26
INDAGINE GEOGNOSTICA.....	27
Sismica a rifrazione	27
Sismica con metodologia ReMi (Refraction Microtremor)	34
CONCLUSIONI.....	43

PREMESSA

Su incarico dell' Arch. Vincenzo Mariello per conto degli interessati la lottizzazione del Comparto R6 – del Piano di Lottizzazione convenzionato “Santa Venardia”, il sottoscritto, nel mese di novembre 2018, ha eseguito:

- uno studio geo-idro-morfologico di superficie, finalizzato alla verifica della compatibilità del Piano di Lottizzazione Convenzionata del vigente P.R.G.C. “Comparto R6”, nel Comune di Gallipoli, con gli strumenti di pianificazione territoriale
- delle indagini geognostiche preliminari al fine di caratterizzare l'area da un punto di vista sismico e di fornire dei parametri geotecnici, in via preliminare, utili ai fini del calcolo della capacità portante.

Ciò che in primo luogo si analizza in questo studio sono le relazioni tra l'area interessata dalla lottizzazione e gli atti di pianificazione e programmazione territoriale e settoriale esistenti, seguono delle indagini geognostiche finalizzate alla caratterizzazione meccanica del terreno ed all'individuazione della categoria sismica del suolo di fondazione.

In fase di edificazione, come richiesto dal D.M. 17.01.2018, saranno poi eseguite delle indagini puntuali.

Per verificare la compatibilità tra il progetto e gli strumenti di pianificazione territoriale, dopo aver eseguito un rilievo geo-morfologico di dettaglio per la verifica di emergenze morfologiche, di particolare interesse paesaggistico, sono state consultate le seguenti cartografie:

- Carta Idrogeomorfologica redatta dall'AdB Puglia su commissione della Regione;
- Piano di Assetto Idrogeologico redatto dall'Autorità di Bacino della Puglia;
- Piano Territoriale Paesaggistico Territoriale;
- Piano di Tutela delle Acque;
- Piano di Coordinamento Territoriale Provinciale.

Lo studio è stato poi corredato da indagini in situ consistite in:

- tre profili sismici a rifrazione che hanno permesso di ricostruire la successione sismostratigrafica dei primi metri di profondità e di caratterizzare meccanicamente il terreno fondale;
- un'indagine sismica passiva eseguita su uno dei tre stendimenti stendimenti ha poi permesso di individuare la categoria sismica del suolo di fondazione.

INDIVIDUAZIONE DEL SITO

L'area indagata è ubicata a sud di via Pier Paolo Pasolini, nella porzione sudorientale dell'abitato di Gallipoli, ricade nella lottizzazione convenzionata "Comparto R6".

La quota topografica è di circa 13.0-15.0 metri s.l.m.

L'area di indagine è individuata dalle seguenti coordinate geografiche:

- Latitudine : 40° 03' 01'' N
- Longitudine : 18° 00' 41'' E



Area di indagine, immagine da Google Earth ®

CARATTERI GEOLOGICI

L'area in parola è riportata nel foglio 214 di Gallipoli della Carta Geologica d'Italia.

La morfologia dell'area, pianeggiante, degrada verso Ovest ed è posizionata su un ripiano morfologico, sviluppatosi durante il Miocene, dove si è depositata la sequenza completa dei depositi quaternari, costituita da Calcareniti, Argille e Sabbie.

Su questi sedimenti poggiano in trasgressione i depositi clastici sabbiosi e calcarenitici di età Pleistocenica.

I primi termini (calcarenitici, argille e sabbie) ben si correlano ai depositi della serie della fossa bradanica, mentre i secondi si correlano ai depositi marini terrazzati dell'entroterra del Golfo di Taranto.

I depositi quaternari, che presentano in genere una giacitura suborizzontale, sono stati soggetti a fenomeni di deposizione e modellamento marino conseguenti al sollevamento regionale avvenuto in tempi diversi e con intensità differente da luogo a luogo. Tale sollevamento è comprovato dalla presenza di sedimenti riferiti al Tirreniano posti a diverse quote lungo la costa.

Nell'entroterra dell'area di Gallipoli si rinvencono più ordini di cordoni dunari, sia antichi che recenti, che testimoniano il progressivo ritiro del mare e quindi corrispondenti ad antiche linee di costa.

L'area interessata dalle indagini è caratterizzata da un alto morfologico, allungato in direzione E-O che degrada con delle scarpate più o meno brusche sia sul versante settentrionale che su quello meridionale. Tali

scarpate sono, di origine marina, seguono alla loro base il limite litologico delle stesse calcareniti.

La successione stratigrafica dell'area di studio, comprende dal basso verso l'alto i seguenti termini:

- Calcari di Altamura (Cretaceo);
- Calcareniti di Gravina (Pleistocene inf.);
- Argille grigio-azzurre, limi e sabbie (Pleistocene medio);
- Calcareniti "Carpari" (Pleistocene sup.).

Calcari di Altamura (Cenomaniano-Turoniano)

Questa formazione non affiora nell'area in esame ma è presente in profondità e costituisce il basamento della Penisola Salentina; si presenta con stratificazione variabile, ad andamento ondulato con strati di circa 20-30 cm di spessore che, a luoghi diminuisce sino alla caratteristica struttura a "tavolette", con laminazioni ritmiche.

I Calcari di Altamura sono interessati da fratturazione subverticale, con diaclasi e leptoclasì che, avendo un andamento normale ai piani di strato talvolta rendono la roccia brecciata e scomponibile in solidi di forma geometrica.

Presenti, inoltre, strutture fisico-meccaniche secondarie dovute all'azione del carsismo, con fratture e saccazioni riempite di materiale residuale.

Litologicamente si tratta di calcari e calcari dolomitici di colore avana o nocciola, compatti e tenaci, in strati e banchi, talora riccamente fossiliferi, cui si alternano livelli dolomitici di colore grigio o nocciola.

L'origine è biochimica per i calcari e secondaria per le dolomie.

La stratificazione è sempre evidente con strati di spessore variabile da 20 a 50 cm, talora si rinvencono banchi fino a 1.5 metri, l'immersione è verso OSO con pendenze comprese fra $6 \div 13^\circ$. Alcune piccole variazioni di immersione danno luogo a deboli ondulazioni, mentre la fratturazione, localmente anche intensa, dà origine ad una rete di fessure che conferisce alla formazione suddetta una generale permeabilità in grande.

In base ai dati forniti dall'AGIP, in seguito alla perforazione petrolifera vicino Ugento, lo spessore massimo si aggira intorno ai 640 metri. Alla base di tale formazione si rinvencono le "Dolomie di Galatina". Il passaggio fra le due formazioni avviene con molta gradualità, infatti con l'aumentare della profondità tende ad aumentare la percentuale di dolomia, fino a diventare prevalente nelle Dolomie di Galatina.

Per quanto riguarda il loro ambiente deposizionale, esso è di mare poco profondo più esattamente di piattaforma. Inoltre, dato che presenta spessori abbastanza potenti, appare chiaro che l'ambiente di sedimentazione ha potuto mantenersi pressoché immutato per effetto di una costante subsidenza.

Calcareniti di Gravina (Pleistocene inf.)

Questo litotipo non affiora nell'area di studio ma si rinviene in profondità.

Si adagia in trasgressione sui calcari del Cretaceo e costituisce un deposito con graduali passaggi in differenti varietà di tipico ambiente marino.

In questa unità vengono riuniti tutti i sedimenti noti con il termine generico di "Tufi".

Questa formazione presenta caratteristiche litologiche, sedimentologiche e stratigrafiche simili alle Calcareniti di Gravina (Ba), dalle quali prendono anche il nome.

Litologicamente si tratta di una calcarenite più o meno compatta, grigio-chiara, cui si associano sabbioni calcarei talora parzialmente cementati, eccezionalmente argillosi. Verso la base dell'unità si rinvencono alle volte delle breccie e conglomerati con estensione e potenza molto variabile.

Il contenuto del carbonato di calcio è in genere elevato, ed oscilla tra il 97-98%.

Per quanto riguarda la stratificazione è spesso indistinta e quando essa appare si hanno strati poco potenti da qualche centimetro ad oltre un metro.

Il passaggio di essa con le formazioni sottostanti avviene per trasgressione, lo testimoniano le breccie e i conglomerati che troviamo alla base di essa. Al tetto della formazione si rinvencono le argille grigio-azzurre.

La stratificazione è in genere incrociata, in accordo con il suo ambiente deposizionale.

Argille grigio-azzurre, limi e sabbie (Pleistocene medio)

Le argille in questione si rinvencono alla profondità di circa 20.0 metri e sono correlabili sia dal punto di vista litologico che stratigrafico, alle argille subappennine plio-pleistoceniche o argille grigio-azzurre Calabriane, rinvenibili in diverse zone della Puglia, dal Tavoliere alla fascia premurgiana della Fossa, alle Murge e al Salento.

Sostanzialmente i caratteri di tali argille sono largamente confrontabili lungo tutte le aree di affioramento.

Stratigraficamente, si pongono nella parte mediana del Ciclo sedimentario Plio-pleistocenico.

Esse poggiano, in continuità di sedimentazione sulle calcareniti plio-pleistoceniche (Calcareniti di Gravina).

Superiormente passano gradualmente, in linea generale, a depositi sabbiosi o calcarenitici calabrianici, costituenti i termini di chiusura di detto Ciclo.

Nell'area indagata, i rilievi effettuati hanno messo in evidenza che il deposito, poggiante sulle calcareniti di Gravina, è costituito da argille marnose più o meno siltose, di colore grigio-azzurro e giallo-grigiastro, quest'ultimo dovuto sia ad un aumento della frazione sabbiosa che a fenomeni di ossidazione da parte degli agenti atmosferici.

Il passaggio alle successive formazioni risulta generalmente di carattere trasgressivo, rispetto ai depositi post-calabrianici calcarenitici.

Dal punto di vista paleontologico le Argille grigio-azzurre mostrano un contenuto macro e microfaunistico abbastanza ricco e significativo.

Tra la microfauna, costituita in generale da lamellibranche e gasteropodi, si rinvennero: isocardia, chlamys septemradiata, arctica islandica, Dentalium novemcostatum, ecc.

La microfauna è rappresentata per la maggior parte da foraminiferi e briozoi. Tra i foraminiferi quelli più significativi risultano gli esemplari di Hyalinaea.

La presenza di quest'ultimi e, tra i macrofossili, di Arctica islandica indica l'età calabrianica della formazione.

Lo spessore massimo affiorante delle Argille è di circa 70 metri. In linea generale si può affermare che lo spessore va incrementandosi da E verso W a causa del ribassamento progressivo del substrato calcareo mesozoico.

Calcareniti “Carparo” post-calabriano

Queste calcareniti fanno parte della chiusura del Ciclo sedimentario plio-pleistocenico, durante il quale si sono succeduti episodi del fenomeno ingressivo-regressivo di limitata ampiezza spaziale e temporale.

Queste calcareniti rappresentano il terreno fondale dell'area tuttavia risultano mascherate da una copertura di depositi alluvionali, la terra rossa.

Tali episodi hanno portato alla formazione di diversi depositi terrazzati, prevalentemente calcarenitici, che dalle fasce costiere ioniche si protraggono all'interno della Penisola.

Questi depositi, generalmente aventi spessori contenuti, risultano trasgressivi su tutti i terreni precedenti sia del Ciclo plio-pleistocenico sia mesozoici.

A luoghi si rinvencono rapporti trasgressivi anche tra lembi di depositi post-calabriani successivi.

I primi depositi post-calabriani che si rinvencono sull'area investigata sono costituiti da calcareniti grossolane localmente denominate “Carpari”.

Tali Carpari poggiano trasgressivamente sia sulle sabbie calabriane che sulle argille grigio-azzurre; talora tramite un sottile livello di Terra Rossa.

Essi affiorano estesamente nell'area rilevata ed interessano specificatamente il sito.

Si tratta di calcareniti di colore giallastro o avana giallognolo, a grana medio-grossolana, di norma dure discretamente cementate e porose.

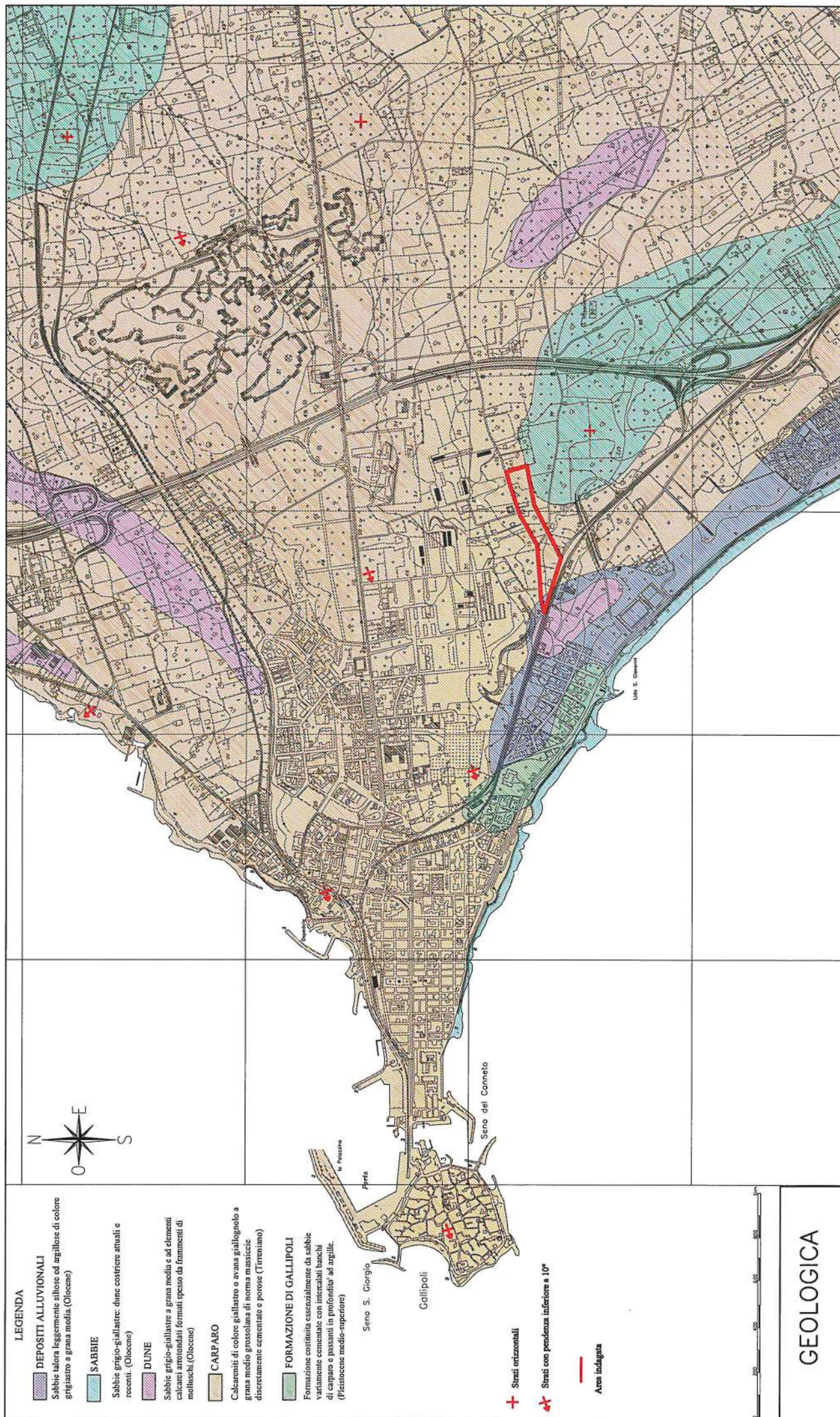
Si presentano in bancate compatte di potenza fino a 2 metri alternate a notevoli spessori di calcareniti scarsamente diagenizzate in sottili livelli centimetrici.

Nell'insieme si nota una clinostratificazione con immersione W-SW compresa tra 5° e 20°, e talora una stratificazione incrociata.

Dal punto di vista petrografico le calcareniti in questione sono classificabili come biospariti a tessitura grainstone.

Dal punto di vista paleontologico i carpari non hanno un contenuto significativo. Sono infatti presenti, tra i macrofossili, *Mytilus galloprovincialis* (Linnè) e *pecten*. La microfauna è scarsa e non ben determinabile.

In base quindi a considerazioni stratigrafiche si attribuisce, come accennato, ad un generico post-calabriano.



CARATTERI IDROGEOLOGICI ED IDROLOGICI

Il territorio oggetto di indagine è caratterizzato da un'idrografia superficiale assai poco sviluppata a causa della natura prevalentemente calcarenitica dei terreni.

I deflussi superficiali si sviluppano lungo solchi erosivi e canalette irrigue presenti solo in periodi particolarmente piovosi, caratterizzati da precipitazioni abbondanti, e laddove c'è un minimo di copertura vegetale.

La natura morfologica dell'area impone uno scorrimento preferenziale delle acque meteoriche, qualora esse non fossero assorbite, che è verso ovest, verso la costa.

Per quanto attiene l'idrogeologia i dati raccolti durante i sopralluoghi e le conoscenze di carattere idrogeologico acquisite nel corso di indagini effettuate in aree vicine, hanno consentito di definire i caratteri di permeabilità delle diverse unità idrogeologiche ed il ruolo da esse svolto nella circolazione idrica sotterranea.

Nell'ambito delle acque sotterranee dell'area in esame è stata individuata una falda profonda contenuta nei calcari-dolomitici del Cretaceo, ed una falda superficiale, contenuta nei terreni permeabili e precisamente nelle sabbie post-calabrianne.

Falda superficiale

La falda superficiale, contenuta nei depositi post-calabrianne è sostenuta alla base dalle argille calabrianne; essa è presente ad una profondità di circa 9.0 metri ed ha caratteri idrogeologici piuttosto semplici e costanti nelle linee generali.

La morfologia della superficie piezometrica, ricavabile dall'andamento delle curve isopieze, permette di definire tale falda superficiale, come una falda radiale a filetti divergenti, con direzioni verso ovest.

Ciò è deducibile dall'andamento delle curve isopieze che, pur essendo sinuose e con curvatura più o meno accentuata, presentano in generale una concavità rivolta verso monte.

Le quote delle isopieze aumentano da ovest verso est.

Inoltre, dal confronto della carta piezometrica con quella topografica si può notare come le isopieze ricalcano in generale la configurazione dell'area.

Falda profonda

Si tratta di un acquifero profondo sostenuto alla base dalle acque marine di intrusione continentale ed è delimitato al tetto da una superficie irregolare coincidente con il livello marino.

I carichi idraulici risultano bassi (1.0 metri s.l.m.) con valori più alti nell'entroterra del territorio, modeste risultano anche le cadenti piezometriche (intorno a 0.5‰).

Le isopieze (curve di uguale altezza piezometrica) mostrano un andamento all'incirca parallelo alla costa e individuano una direzione del deflusso delle acque sotterranee prevalentemente verso nord e nordovest, ossia in direzione del mare che rappresenta anche il livello di base della falda. A parte situazioni locali di anisotropia legate alle difformi condizioni di fratturazione dell'ammasso calcarenitico, l'acquifero presenta nel suo insieme una permeabilità mediamente alta come dimostrano i bassi valori dei carichi idraulici e della cadente piezometrica.

La portata specifica è data dal rapporto tra Q (portata del pozzo) e ΔH (depressione dinamica corrispondente) e rappresenta la quantità di acqua dolce che può essere estratta per ogni metro di depressione. Le portate specifiche, desunte dalle prove di portata eseguite nei pozzi di alcuni privati, hanno fatto registrare valori bassi ($l/sec \cdot m$), con un elevato contenuto di sali.

Lo spessore dell'acquifero dipende dal carico idraulico e dalla densità delle acque di falda e di quelle del mare, sulle quali le prime galleggiano per minore densità. L'equilibrio tra le acque di falda e le acque di mare, trascurando il deflusso delle stesse, è dato dalla legge di Ghyben-Herzberg:

$$H_i(\rho_m - \rho_f) = H_p \rho_f$$

dove:

H_i = *profondità dell'interfaccia acqua dolce-acqua salata dal livello del mare;*

ρ_m = *densità dell'acqua di mare (1.028);*

ρ_f = *densità dell'acqua dolce di falda (1.0028);*

H_p = *altezza del livello di falda sul livello del mare.*

si ha quindi che:

$$H_i \cong 40 H_p.$$

Ne consegue che nell'area in esame il passaggio dalle acque di falda a quelle marine (interfaccia) avviene intorno a 25-30 metri sotto l'orizzonte marino.

In realtà l'interfaccia è costituita da una vera e propria zona di transizione (o diffusione) in cui i tenori di salinità aumentano rapidamente

da 5 a 38 g/l in un intervallo rappresentato da circa 1/5 dell'intero spessore dell'acquifero. I primi 4/5 dell'acquifero sono anch'essi caratterizzati da una stratificazione salina delle acque, in cui quelle poste sino ad una profondità pari ad $H_p \cdot 26$ sotto il livello del mare presentano in genere una concentrazione salina compresa tra 0.5 e 3.0 g/l. Spessori di acqua dolce di falda e di acqua marina di intrusione continentale sono stati riscontrati in tutti i sondaggi elettrici verticali eseguiti (vedi allegati).

L'equilibrio idrostatico fra acqua dolce di falda/acqua di mare sopra menzionato viene continuamente alterato da un eccessivo emungimento e pertanto eventuali pozzi che si andrebbero a realizzare dovrebbero essere opportunamente dimensionati attraverso delle prove di portata con la misurazione in continuo della salinità.

Infatti, considerato il delicato equilibrio acqua dolce/acqua salata, un sovrasfruttamento di tali pozzi provocherebbe forti depressioni della superficie piezometrica e quindi una risalita verso l'alto dell'interfaccia, con conseguente contaminazione delle acque dolci di falda; d'altra parte i pozzi emungenti realizzati non a regola d'arte e senza una precisa conoscenza del quadro idrogeologico dell'area, possono portare ad un dimensionamento errato sia per ciò che riguarda le profondità da raggiungere che per le portate da prelevare.

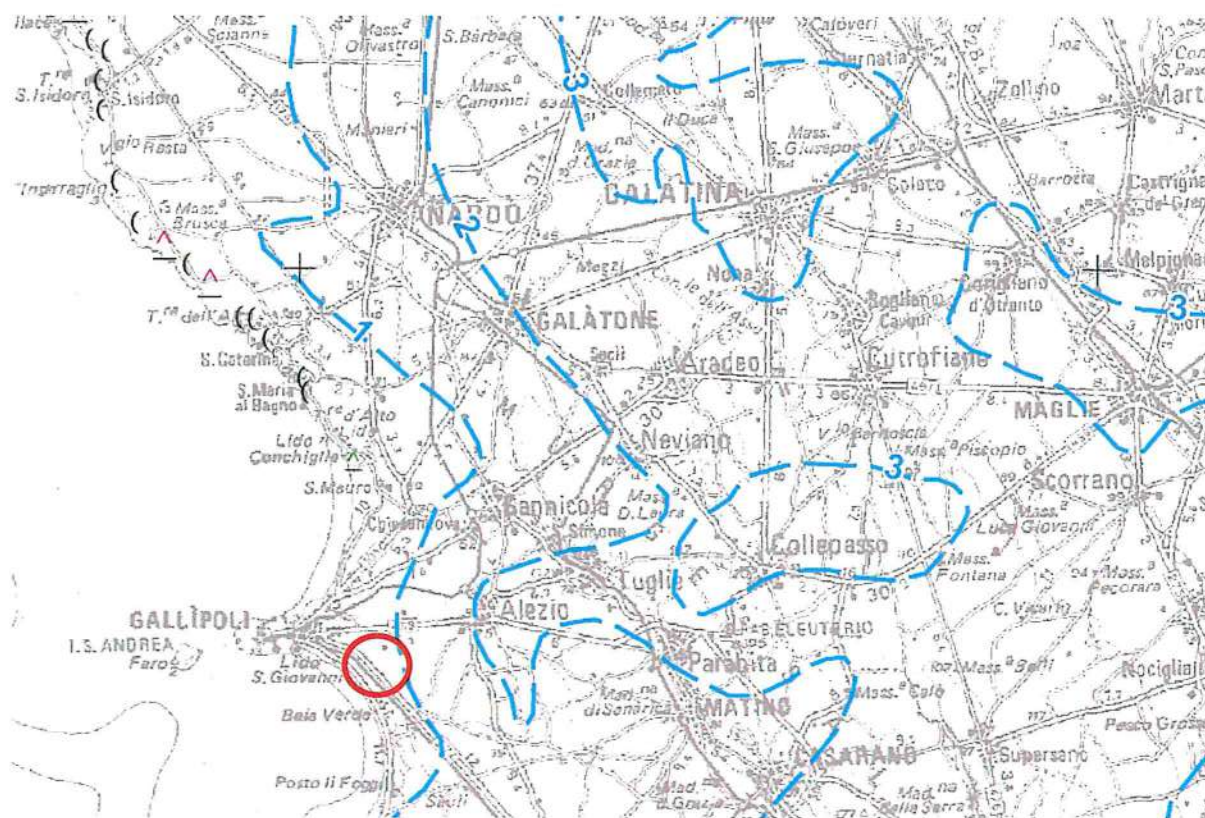
La velocità di filtrazione delle acque di falda, estremamente variabile (2-10 cm/giorno), è legata al diverso grado di fratturazione e carsificazione dell'acquifero; inoltre essa aumenta con la profondità, raggiungendo i valori massimi al tetto della zona di transizione.

Da quanto sopra si evince come la falda di base presenti delle potenzialità notevoli in termini di utilizzo, ma al tempo stesso anche

problemi derivanti dal delicato equilibrio acqua dolce/acqua salata messo in serio pericolo da uno sfruttamento massiccio e indiscriminato della risorsa. Solo un'attenta ed oculata opera di monitoraggio ed un uso razionale dei prelievi, compatibili con quelle che sono le potenzialità dell'acquifero e le aliquote di ravvenamento, possono salvaguardare il nostro patrimonio idrico sotterraneo dal continuo depauperamento e dalla progressiva contaminazione salina.

Dalle misurazioni freaticometriche e salinometriche è risultato che il territorio in esame presenta un gradiente idraulico variabile da 0.1-0.2 m, mentre i valori di salinità sono risultati estremamente elevati.

Per quanto riguarda le oscillazioni della superficie piezometrica, queste sono da porsi in relazione con gli apporti meteorici, con la pressione atmosferica, con le variazioni periodiche e aperiodiche del livello del mare e con gli emungimenti che, se intensi o indiscriminati, portano al depauperamento della falda e a profonde anomalie nel contenuto salino delle acque, con danni irreversibili all'acquifero dolce.



Piano di tutela delle acque – Regione Puglia
Tav.6.2 “Distribuzione media dei carichi piezometrici degli acquiferi carsici della Murgia e del Salento”

CARTA IDROGEOMORFOLOGICA DELLA REGIONE PUGLIA

La Giunta Regionale della Puglia, con delibera n. 1792 del 2007, ha affidato all'Autorità di Bacino della Puglia il compito di redigere una nuova Carta Idrogeomorfologica del territorio pugliese, quale parte integrante del quadro conoscitivo del nuovo Piano Paesaggistico Territoriale Regionale (PPTR), adeguato al Decreto Legislativo 42/2004. La nuova Carta Idrogeomorfologica della Puglia, in scala 1:25.000, ha come principale obiettivo quello di costituire un quadro di conoscenze, coerente e aggiornato, dei diversi elementi fisici che concorrono all'attuale configurazione del rilievo terrestre, con particolare riferimento a quelli relativi agli assetti morfologici ed idrografici dello stesso territorio, delineandone i caratteri morfografici e morfometrici ed interpretandone l'origine in funzione dei processi geomorfici, naturali o indotti dall'uomo.

La Carta Idrogeomorfologica intende costituire anche il punto di partenza per gli opportuni approfondimenti di dettaglio di carattere sia scientifico che applicativo ed è giustificata anche dalla specifica vulnerabilità geoambientale posseduta dal territorio pugliese.

La redazione della Carta Idrogeomorfologica della Puglia ha seguito un percorso strettamente definito e cadenzato che ha previsto un approfondimento continuo e costante del quadro conoscitivo fisico del territorio, sulla base anche della nuova cartografia tecnica e delle immagini disponibili e di conseguenti elaborazioni e valutazioni.

Risulta quindi tale cartografia sicuramente più aggiornata e precisa rispetto alla serie n.10 geomorfologia del PUTT, che lo sostituisce,

considerata la scala di elaborazione del piano stesso, redatta sulla base del CTR.

Come si può osservare dallo stralcio della Carta Idrogeomorfologica allegato, nell'area oggetto di studio non è censito alcun orlo di terrazzo morfologico o emergenza morfologica o idrogeologica: non esistono corsi d'acqua, forme carsiche, geositi, elementi di origine antropica....



Forme di versante

Linee

-  Orlo di scarpata delimitante forme semispianate
-  Cresta smussata
-  Nicchia di distacco

-  Cresta affilata
-  Asse di dispiuvio

Forme di modellamento di corso d'acqua

Cigli e ripe

-  Ciglio di sponda
-  Ripa di erosione

Forme ed elementi legati all'idrografia superficiale

Corsi di acqua

- | | |
|---|---|
|  Corso d'acqua |  Corso d'acqua episodico |
|  Corso d'acqua obliterato |  Corso d'acqua tombato |
|  Recapito finale di bacino endoreico | |
|  Sorgenti | |

Forme Carsiche

-  **Doline**
-  **Grotte naturali**
-  **Orlo di depressione carsica**
-  **Voragini**

Forme ed elementi di origine antropica

Poligoni

- | | |
|---|---|
|  Diga |  Opera ed infrastruttura portuale |
|  Discarica controllata |  Area di cava attiva |
|  Cava abbandonata |  Cava riqualificata (agricoltura) |
|  Cava riqualificata (industria) |  Cava riqualificata (terziario) |
|  Cava rinaturalizzata |  Discarica di residui di cava |
|  Miniera abbandonata |  Discarica di residui di miniera |

Singularità di Interesse Paesaggistico

-  **Geositi**

Cartografia di base



Area interessata dalla lottizzazione

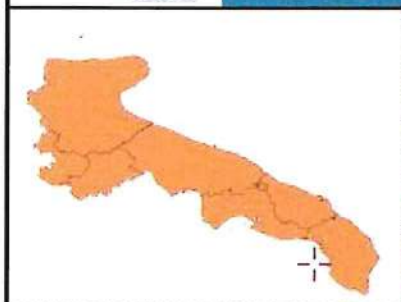
COMPATIBILITÀ CON IL PAI

Il Piano di Bacino Stralcio per l'Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino della Puglia (PAI) è finalizzato al miglioramento delle condizioni di regime idraulico e della stabilità geomorfologia necessario a ridurre gli attuali livelli di pericolosità e a consentire uno sviluppo sostenibile del territorio nel rispetto degli assetti naturali, della loro tendenza evolutiva e delle potenzialità d'uso.

Il PAI ha valore di piano territoriale di settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa e alla valorizzazione del suolo ricadente nel territorio di competenza dell'Autorità di Bacino della Puglia.

Alla luce della nuova normativa, l'area interessata dall'intervento ***non ricade in*** alcuna ***area a pericolosità idraulica*** (si rimanda alla cartografia allegata), ne scaturisce che la lottizzazione del comparto R6 è conforme al PAI.

Dalla stessa cartografia emerge inoltre che l'area interessata dall'intervento ***non risulta perimetrata a pericolosità geomorfologia*** (PG1, PG2, PG3).



Pericolosità e Rischio

Peric. Geomorf.

 media e moderata (PG1)

 elevata (PG3)

 elevata (PG2)

Peric. Idraulica

 bassa (BP)

 alta (AP)

 media (MP)

Cartografia di base



Area interessata dalla lottizzazione

COMPATIBILITÀ CON IL PPTR

Con delibera n. 176 del 16 febbraio 2015, pubblicata sul BURP n. 40 del 23.03.2015, la Giunta Regionale ha approvato il Piano Paesaggistico Territoriale della Regione Puglia.

L'impostazione del PPTR risponde alla volontà di affrontare e superare i diversi limiti maturati nell'attuazione del PUTT/P.

Ai sensi dei principi stabiliti dalla Convenzione europea del paesaggio la pianificazione paesaggistica ha innanzitutto il compito di tutelare il paesaggio (non soltanto "il bel paesaggio") quale contesto di vita quotidiana delle popolazioni, e fondamento della loro identità; oltre alla tutela, deve tuttavia garantire la gestione attiva dei paesaggi, garantendo l'integrazione degli aspetti paesaggistici nelle diverse politiche territoriali e urbanistiche, ma anche in quelle settoriali.

Il Piano Paesaggistico Territoriale Regionale (PPTR) persegue, quindi, la promozione e la realizzazione di uno sviluppo socioeconomico autosostenibile, con l'obiettivo di recupero degli aspetti e dei caratteri peculiari dell'identità sociale, culturale e ambientale, la tutela della biodiversità, la realizzazione di nuovi paesaggi integrati, coerenti e rispondenti a criteri di qualità e sostenibilità.

In particolare il PPTR analizza:

- a) la ricognizione del territorio regionale, mediante l'analisi delle sue caratteristiche paesaggistiche impresses dalla natura, dalla storia e dalle loro interrelazioni;
- b) la ricognizione degli immobili e delle aree dichiarati di notevole interesse pubblico ai sensi dell'articolo 136 del Codice, loro delimitazione e rappresentazione in scala idonea alla identificazione, nonché determinazione delle specifiche prescrizioni d'uso ai sensi dell'art. 138, comma 1, del Codice;
- c) la ricognizione delle aree tutelate per legge, di cui all'articolo 142, comma 1, del Codice, la loro delimitazione e rappresentazione in scala idonea alla identificazione, nonché determinazione di prescrizioni d'uso intese ad assicurare la conservazione dei caratteri distintivi di dette aree e, compatibilmente con essi, la valorizzazione;
- d) la individuazione degli ulteriori contesti paesaggistici, da ora in poi denominati ulteriori contesti, diversi da quelli indicati all'art. 134 del Codice, sottoposti a specifiche misure di salvaguardia e di utilizzazione;
- e) l'individuazione e delimitazione dei diversi ambiti di paesaggio, per ciascuno dei quali il PPTR detta specifiche normative d'uso ed attribuisce adeguati obiettivi di qualità;
- f) l'analisi delle dinamiche di trasformazione del territorio ai fini dell'individuazione dei fattori di rischio e degli elementi di vulnerabilità del paesaggio, nonché la comparazione con gli altri atti di programmazione, di pianificazione e di difesa del suolo;
- g) l'individuazione delle aree gravemente compromesse o degradate, perimetrale ai sensi dell'art. 93, nelle quali la realizzazione degli

- interventi effettivamente volti al recupero e alla riqualificazione non richiede il rilascio dell'autorizzazione di cui all'articolo 146 del Codice;
- h) l'individuazione delle misure necessarie per il corretto inserimento, nel contesto paesaggistico, degli interventi di trasformazione del territorio, al fine di realizzare uno sviluppo sostenibile delle aree interessate;
 - i) le linee-guida prioritarie per progetti di conservazione, recupero, riqualificazione, valorizzazione e gestione di aree regionali, indicandone gli strumenti di attuazione, comprese le misure incentivanti;
 - l) le misure di coordinamento con gli strumenti di pianificazione territoriale e di settore, nonché con gli altri piani, programmi e progetti nazionali e regionali di sviluppo economico.

Nella presente relazione vengono trattati i caratteri del paesaggio che il PPTR definisce in tre strutture, a loro volta articolate in componenti, ciascuna delle quali è soggetta a specifica disciplina:

- a) Struttura idrogeomorfologica
 - componenti geomorfologiche
 - componenti idrologiche
- b) Struttura eco sistemica e ambientale
 - componenti botanico-vegetazionali
 - componenti delle aree protette e dei siti naturalistici
- c) Struttura antropica e storico-culturale
 - componenti culturali e insediative
 - componenti dei valori percettivi

Dall'analisi delle componenti idro-geo-morfologiche si può osservare come nell'area interessata dalla lottizzazione non sia censita alcuna componente geomorfologica ed idrogeologica di peculiarità ambientale.

L'area interessata dalla lottizzazione è priva di qualsiasi segnalazione, ad eccezione di un vincolo idrogeologico che vige su tutta l'area e per il quale è necessario richiedere il nulla-osta alla Forestale.

PPTR - COMPONENTI GEOMORFOLOGICHE E IDROLOGICHE



COMPATIBILITÀ CON IL PTCP

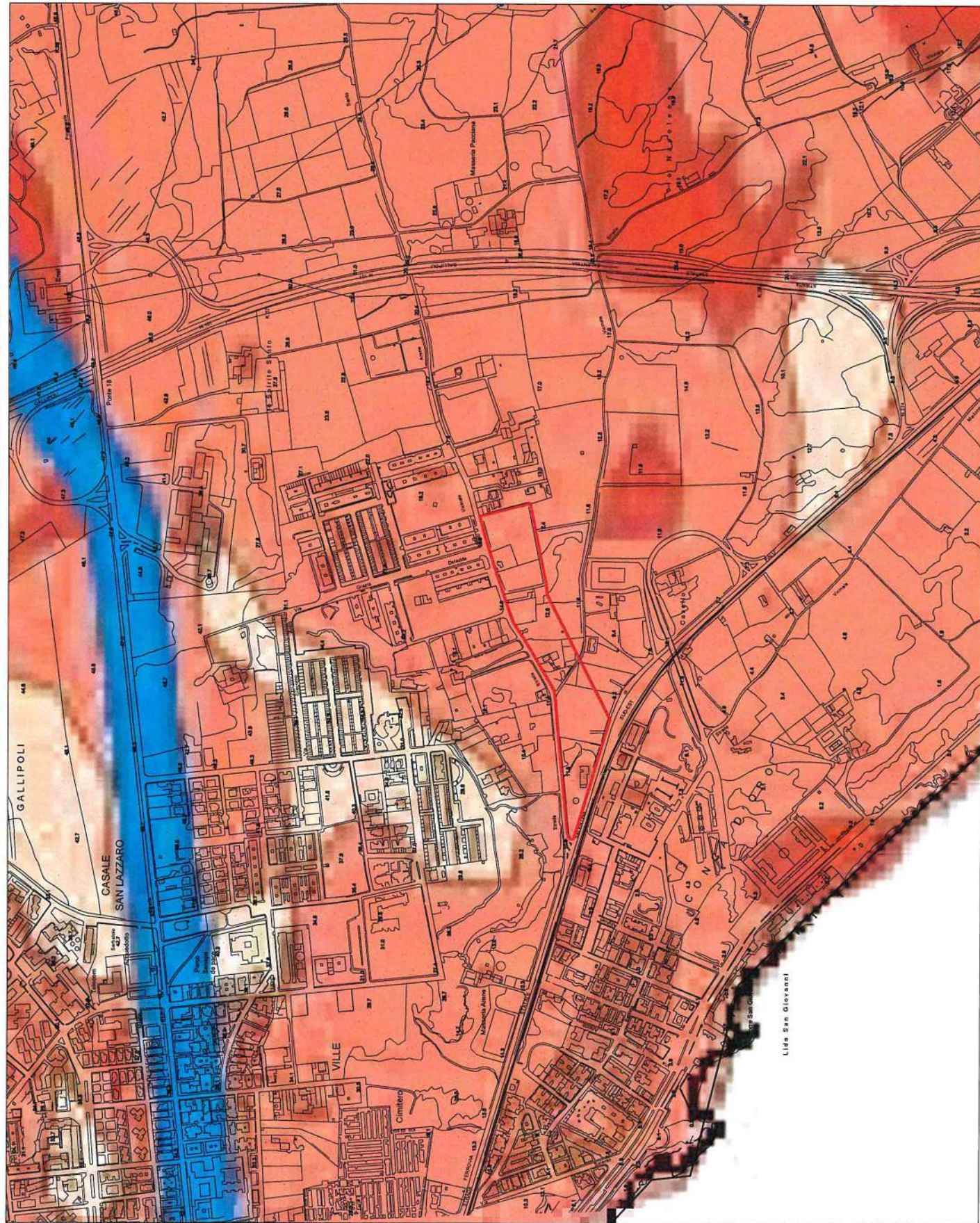
Nella tavola w.1.1.3. del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (P.T.C.P.) sono riportate le aree a “probabilità di inondazione” e le aree a “pericolosità rispetto agli allagamenti”.

Il PTCP individua per l'intero territorio salentino tre tipi di zone a probabilità di inondazione: zone a bassa, moderata ed alta probabilità di inondazione; quattro le classi di pericolosità rispetto agli allagamenti, precisamente: bassa, media, alta e molto alta.

Dalla consultazione di tale cartografia emerge che l'area in esame non è una zona a probabilità di inondazione, tuttavia risulta un'area a media pericolosità rispetto agli allagamenti.

Tale perimetrazione è il risultato di uno studio sui rischi idrici e idrogeologici nel Salento effettuati nel 1999, tuttavia, come accennato nelle pagine precedenti, recenti studi condotti dall'Autorità di Bacino sulla pericolosità idraulica escludono che tali aree possano essere interessate da allagamenti.

PTCT - PERICOLOSITA' RISPETTO AGLI ALLAGAMENTI



LEGENDA

..... Limite comunale

— spartique idrografico

probabilità di inondazione

(dal "Piano di Bacino Sileto per l'Assalto Idrogeologico (PAI) in corso di elaborazione da parte dell'Autorità di Bacini della Regione Puglia - aggiornamento di giugno 2000)

Zona a bassa probabilità di inondazione

Zona a moderata probabilità di inondazione

Zona ad alta probabilità di inondazione

pericolosità rispetto agli allagamenti

(dalla "Studio sul rischio idrogeologico del "Sileto" realizzato per la Provincia di Lecce, nelanno 1990, dalla Università di Lecce, Università di Bari Politecnica di Bari)

bassa

media

alta

molto alta

Area indagata

COMPATIBILITÀ CON IL PIANO DI TUTELA DELLE ACQUE

La Regione Puglia ai sensi dell'art. 121 del D.Lgs 152/06 ha approvato il Piano di Tutela delle Acque, che risulta distinto in:

1. Misure di tutela quali-quantitativa dei corpi idrici sotterranei;
2. Misure di salvaguardia per le zone di protezione speciale idrogeologica;
3. Misure integrative.

L'area indagata fa parte dell'Acquifero carsico salentino; esso risulta caratterizzato da fenomeni di contaminazione salina.

In virtù di tali constatazioni lo stesso Piano mira alla salvaguardia dell'acquifero profondo.

Dalla cartografia allegata è emerso che sull'area indagata non è presente il vincolo di protezione speciale idrogeologica.

FIG. 18

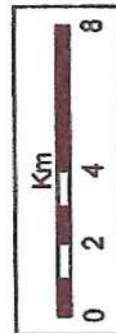
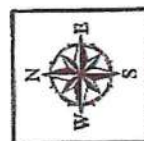
**AREE DI VINCOLO D'USO
DEGLI ACQUIFERI
"ACQUIFERO CARSIICO
DEL SALENTO"**

Legenda

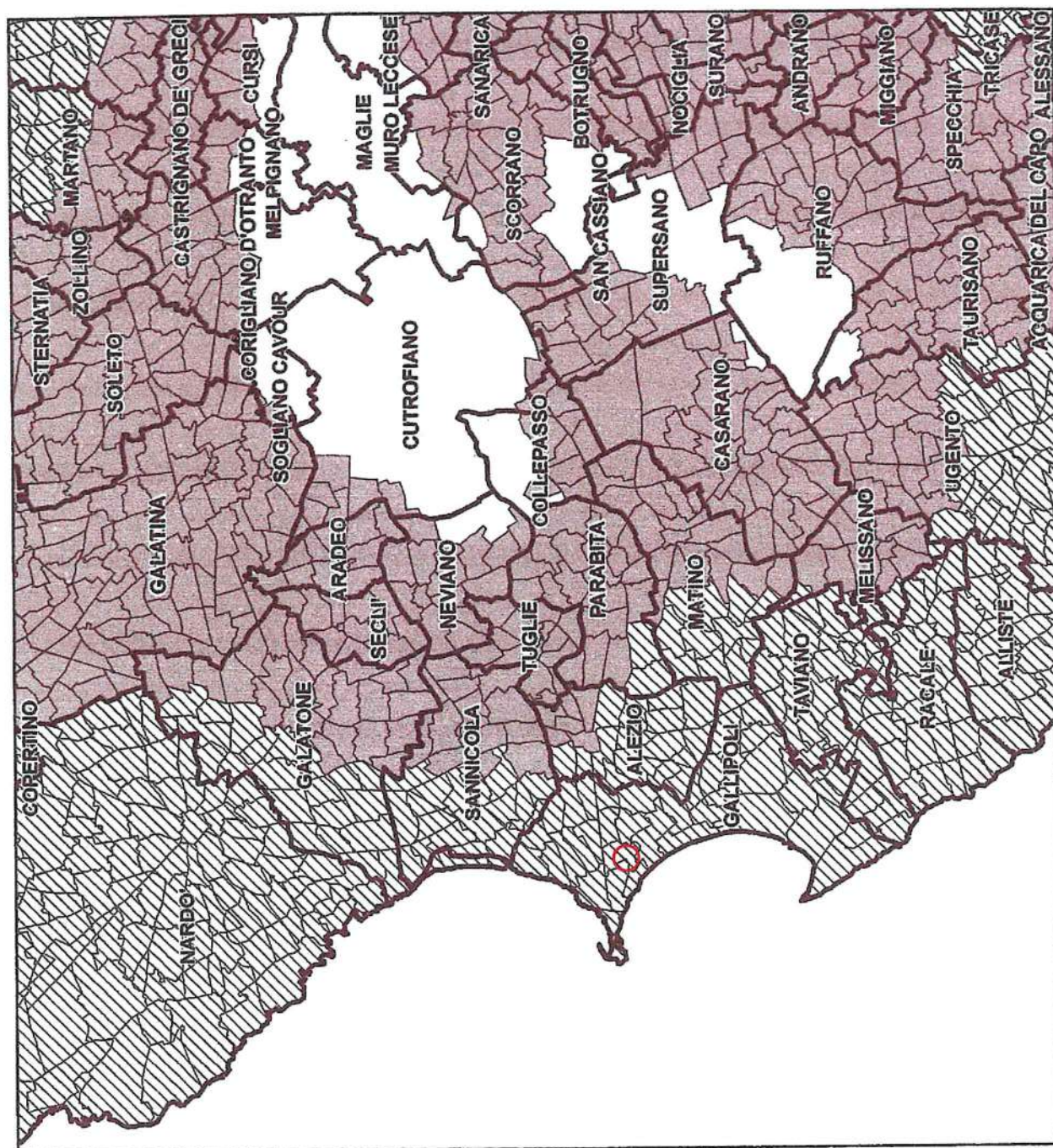
 AREE INTERESSATE DA
CONTAMINAZIONE SALINA

 AREE DI TUTELA
QUALI-QUANTITATIVA

 Limiti comunali



 Area indagata



INDAGINE GEOGNOSTICA

L'indagine è stata effettuata in conformità al D.M. 17.01.2018 ed è stata finalizzata alla raccolta di tutti i dati qualitativi e quantitativi occorrenti per la previsione del comportamento dell'opera dopo la realizzazione dell'intervento.

L'indagine è consistita nell'esecuzione di:

- ✓ tre profili sismici a rifrazione;
- ✓ un profilo sismico passivo, eseguito sullo stesso stendimento del profilo n. 2.

Sismica a rifrazione

Per individuare la successione stratigrafica e le caratteristiche geotecniche del terreno fondale, si è proceduto con l'esecuzione di un profilo sismico a rifrazione.

La sismica a rifrazione consiste nel provocare delle onde sismiche che si propagano nei terreni con velocità che dipendono dalle caratteristiche di elasticità degli stessi. In presenza di particolari strutture, possono essere rifratte e ritornare in superficie, dove, tramite appositi sensori (geofoni), posti a distanza nota dalla sorgente lungo la linea retta, si misurano i tempi di arrivo delle onde longitudinali (onde P), al fine di determinare la velocità (V_p) con cui tali onde coprono le distanze tra la sorgente ed i vari ricevitori.

I dati, così ottenuti, si riportano su diagrammi cartesiani aventi in ascissa le distanze e in ordinata i tempi dei primi arrivi dell'onda proveniente dalla sorgente. In questo modo si ottengono delle curve (dromocrone) che, in base ad una metodologia interpretativa basata

essenzialmente sulla legge di Snell, ci permettono di determinare la velocità di propagazione delle onde e le costanti elastiche dei terreni attraversati.

I profili sismici sono stati eseguiti adottando una distanza tra i geofoni di 4 metri.

L'energizzazione è stata ottenuta utilizzando una mazza battente del peso di 5 kg che batte su una piastra rettangolare.

Le onde così generate sono state registrate con un sismografo a 12 canali della GEOMETRICS mod Geode, il quale consente di ottenere le misurazioni dei tempi di arrivo delle onde sismiche che si propagano nel sottosuolo.

L'interpretazione dei dati di campagna è stata eseguita tramite l'applicazione congiunta e computerizzata del metodo di Palmer e delle intercette.

I tre profili hanno permesso di ricostruire la successione stratigrafica dell'area, grossomodo la stessa in tutta l'area investigata.

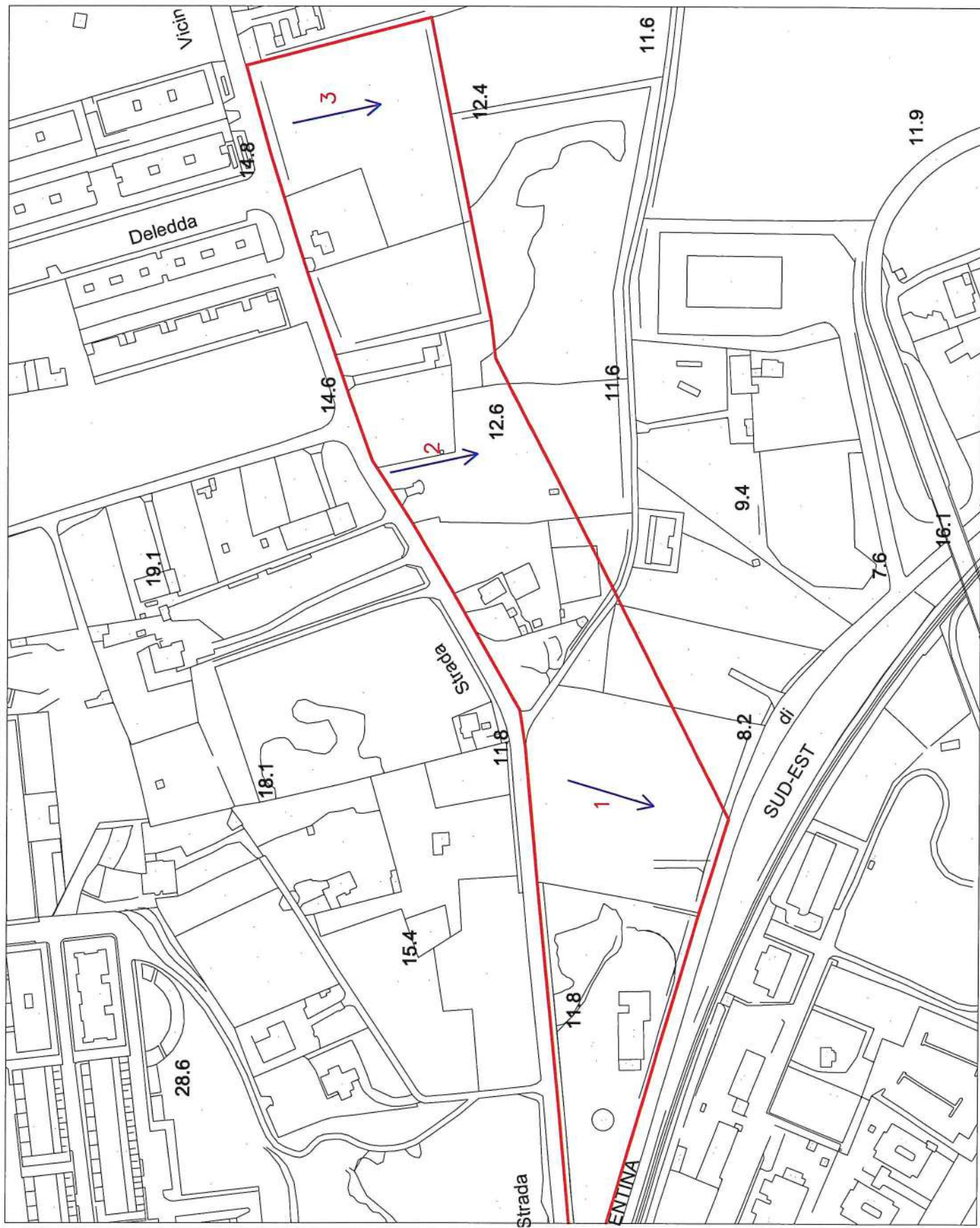
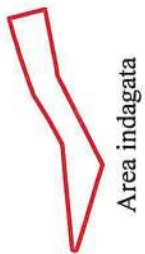
Il profilo sismico n.1 ha evidenziato un modello a due sismostrati. In affioramento si rinviene del terreno vegetale che presenta una velocità di 300 m/sec ed uno spessore variabile da 0.2 a 0.4 metri, seguono delle calcareniti mediamente cementate, caratterizzate da una velocità di 1400 m/sec.

Il profilo sismico n. 2 ha rilevato la stessa sequenza sismostratigrafica rilevata con il profilo n.1: sotto una copertura di terreno vegetale di circa 0.5 metri si rinviene il litotipo fondale che caratterizzato da una velocità di 1500 m/sec è da ricondurre a delle calcareniti mediamente cementate.

Con il profilo sismico n. 3 è stato individuato del terreno vegetale che presenta uno spessore variabile da 0.2 m a 0.6 m, seguono delle calcareniti mediamente cementate caratterizzate da una velocità di 1500 m/sec.

UBICAZIONE PROFILI SISMICI A RIFRAZIONE

LEGENDA

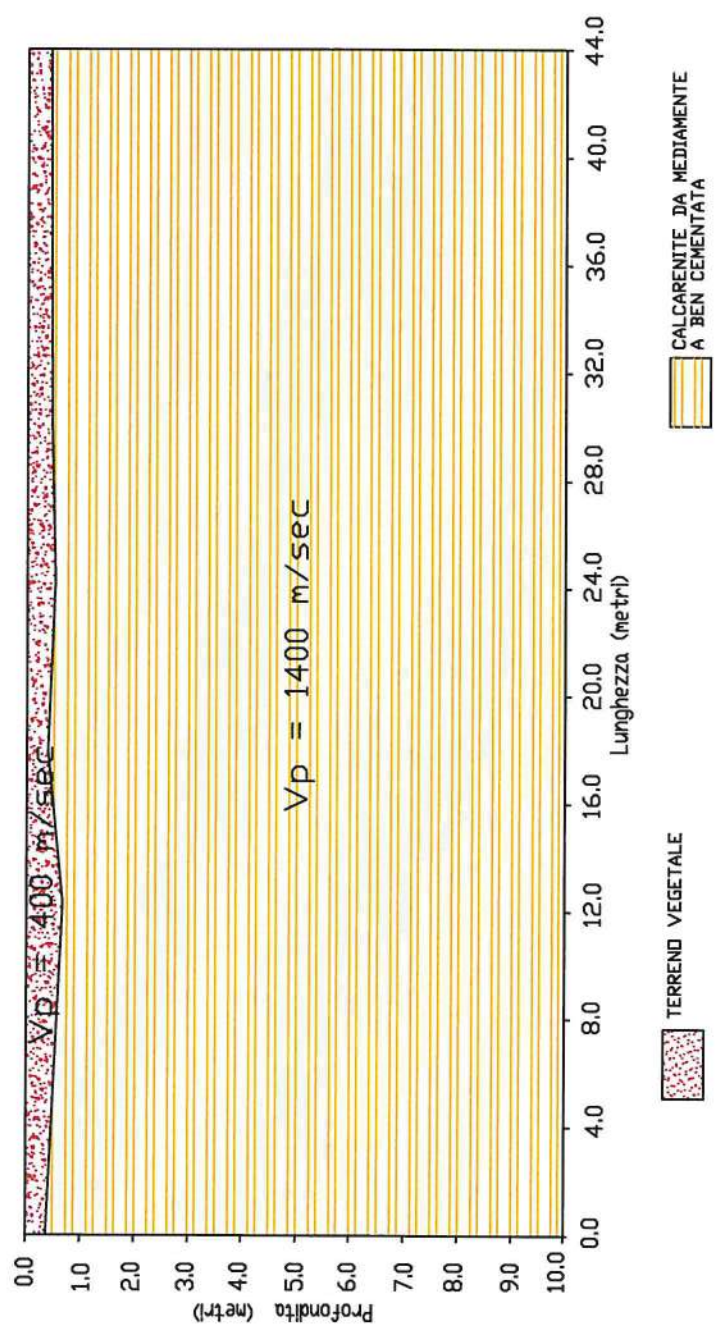




Esecuzione profilo sismico a rifrazione n. 1



PROFILO SISMICO A RIFRAZIONE 1-1'
LOCALITA': GALLIPOLI - LOTTIZZAZIONE R6

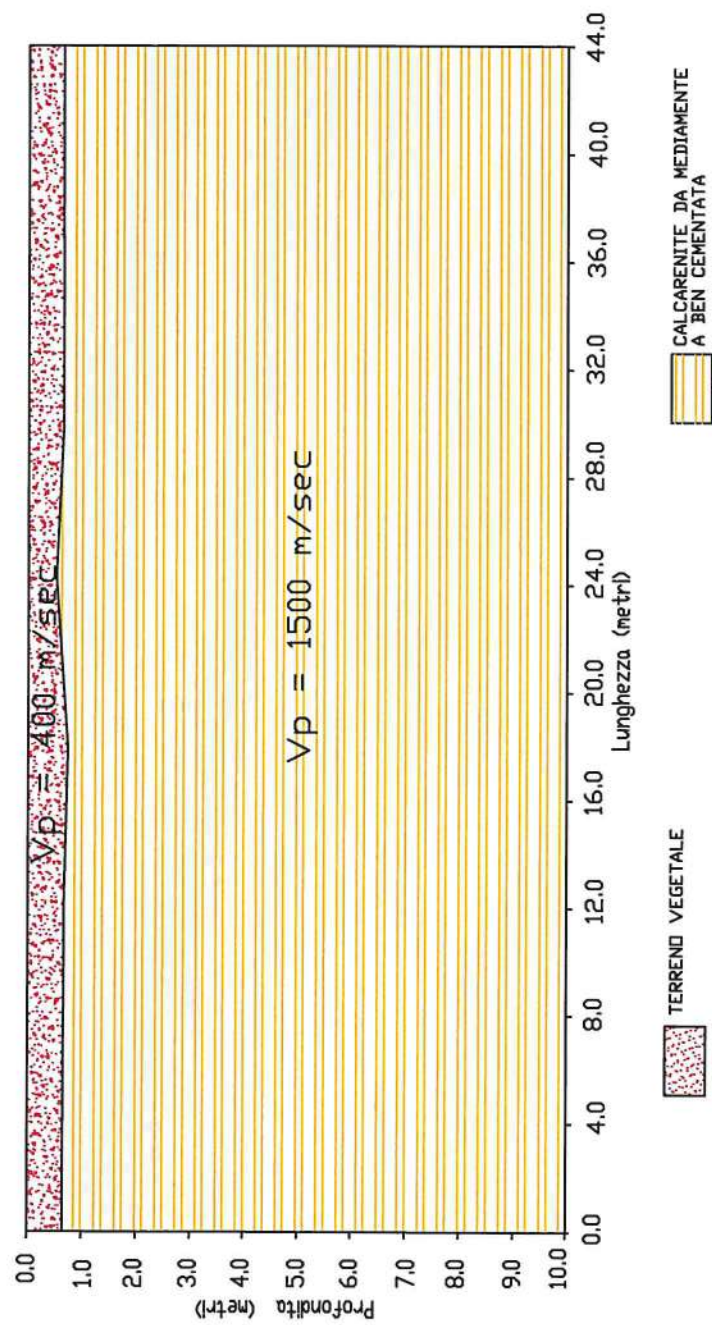




Esecuzione profilo sismico a rifrazione n. 2 e Remi sullo stesso stendimento



PROFILLO SISMICO A RIFRAZIONE 2-2'
LOCALITA': GALLIPOLI - LOTTIZZAZIONE R6

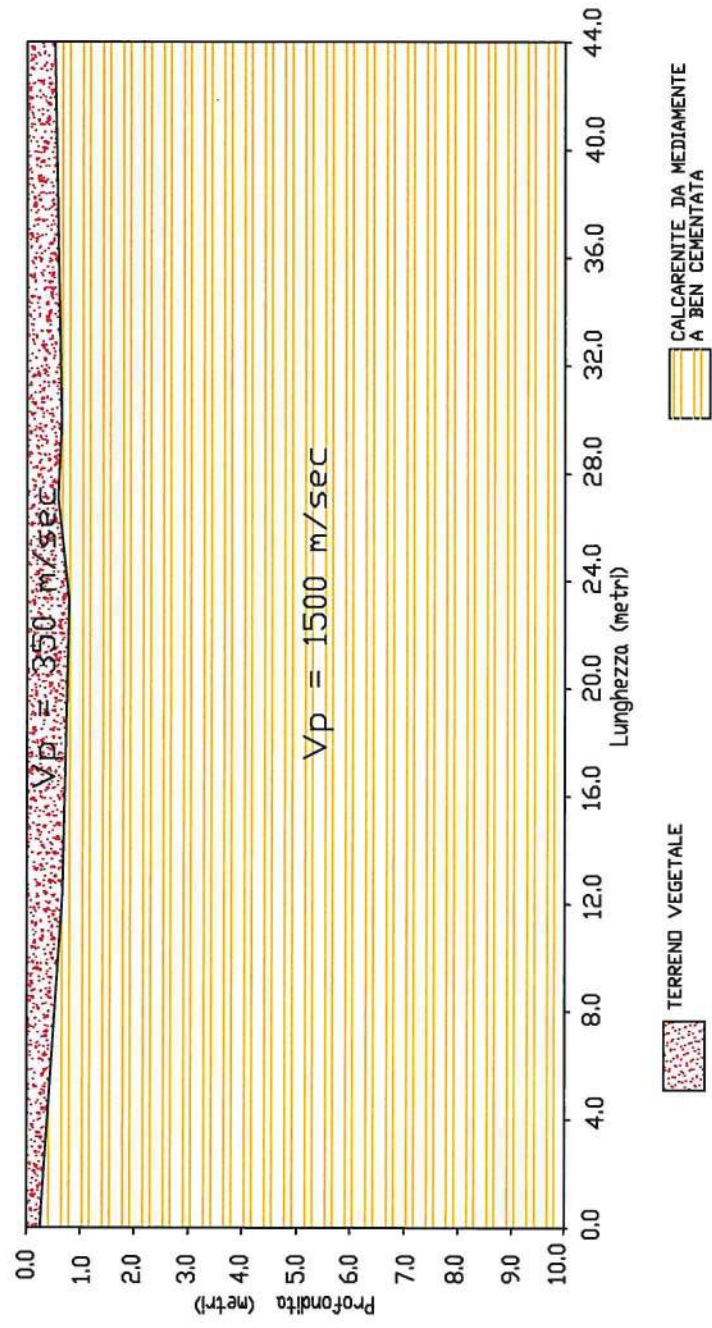




Esecuzione profilo sismico a rifrazione n. 3



PROFIL0 SISMICO A RIFRAZIONE 3-3' LOCALITA': GALLIPOLI - LOTTIZZAZIONE R6



Dalla misurazione delle velocità V_p e V_s si è risaliti ai moduli elastici e meccanici del terreno fondale.

Nel caso specifico, possono assumersi i seguenti parametri geotecnici per le calcareniti:

- ✓ peso di volume = 2.0 gr/cmc;
- ✓ modulo edometrico = 130 kg/cm²
- ✓ modulo Young = 170.0 kg/cm²
- ✓ Coesione 0.08 kg/cm²
- ✓ Angolo di attrito: 34°
- ✓ Classificazione AGI: terreno addensato

Sismica con metodologia ReMi (Refraction Microtremor)

L'analisi dei microtremori viene effettuata utilizzando la strumentazione classica per la prospezione sismica a rifrazione disposta sul terreno con array lineare, a 12 geofoni; per ottenere una buona risoluzione in termine di frequenza, oltre ad utilizzare geofoni con bassa frequenza di risonanza (4-14 Hz raccomandati), è indispensabile allungare il tempo di registrazione (15-30s) rispetto alla sismica a rifrazione tradizionale.

Si possono così registrare onde di superficie il cui contenuto in frequenza copre un range da 25-30 Hz fino a 2 Hz che, in condizioni ottimali, offre una dettagliata ricostruzione dell'andamento delle Vs relativamente ai primi cento metri di profondità.

Si tratta di una modellazione del sottosuolo mediante l'analisi delle onde di Rayleigh.

Per rilevare onde sismiche trasversali, anche la sorgente energizzante deve generare onde a prevalente componente di taglio.

Per tale motivo è stato utilizzato un sismografo della Geometrics "modello GEODE" con geofoni da 4.5 Hz.

Recenti studi hanno consentito di creare un modello matematico anche per trattare le onde S, cercando di godere del vantaggio della elevata energia associata a questo tipo di propagazione.

L'analisi delle onde S mediante tecnica ReMi viene eseguita mediante la trattazione spettrale del sismogramma, cioè a seguito di una trasformata di Fourier, che restituisce lo spettro del segnale. In questo dominio, detto dominio trasformato, è semplice andare a separare il segnale relativo alle onde S da altri tipi di segnale, come onde P, propagazione in aria, ecc.

L'osservazione dello spettro consente di notare che l'onda S si propaga a velocità variabile a seconda della frequenza dell'onda stessa, questo fenomeno è detto dispersione, ed è caratteristico di questo tipo di onde.

La teoria sviluppata suggerisce di caratterizzare tale fenomeno mediante una funzione detta curva di dispersione, che associa ad ogni frequenza la velocità di propagazione dell'onda. Tale curva è facilmente estraibile dallo spettro del segnale poiché essa approssimativamente posa sui massimi del valore assoluto dello spettro.

L'elaborazione del segnale consiste, nell'operare una trasformata bidimensionale "slowness-frequency"(p-f) che analizza l'energia di propagazione del rumore in entrambe le direzioni della linea sismica e nel rappresentarne lo spettro di potenza su un grafico p-f (fig.1).

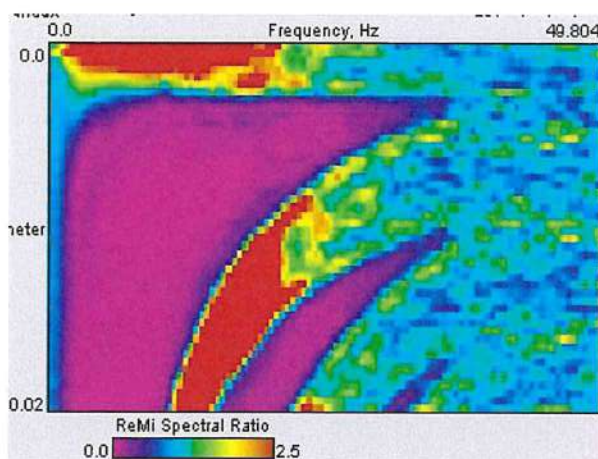


Fig. 1 Esempio di spettro di potenza p-f.

Nell'immagine di figura 1 è possibile un riconoscimento visivo delle onde di Rayleigh, che hanno carattere dispersivo.

A questo punto l'operatore, in maniera arbitraria ed in base all'esperienza, esegue un "picking" (fig.2) attribuendo ad un certo numero di punti una o più slowness (p o 1/velocità di fase) per alcune frequenze.

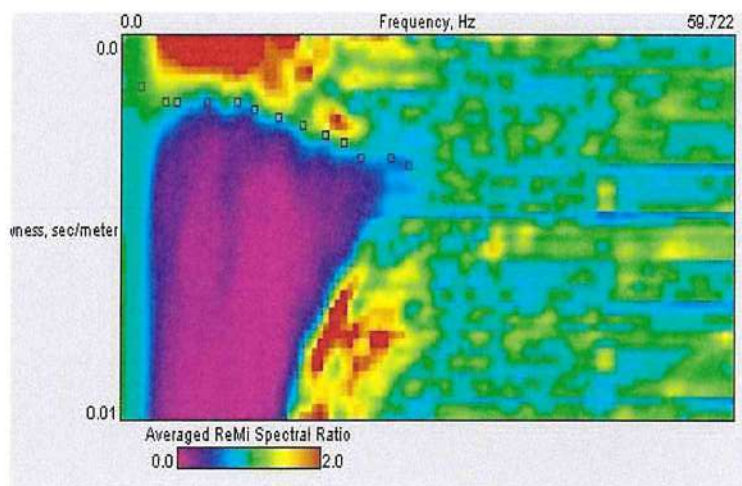


Fig. 2 Esempio di picking

Tali valori vengono in seguito plottati su un diagramma periodo-velocità di fase per l'analisi della curva di dispersione e l'ottimizzazione di un modello diretto.

La curva di dispersione in realtà può non essere così facile da estrarre, questo perché dipende molto dalla pulizia dei dati e da quanto disturbano gli altri segnali presenti nel sismogramma. Ecco perché questa fase in realtà deve essere considerata una interpretazione, e per questo i migliori software di analisi di dati ReMi, consentono di modificare anche manualmente la curva di dispersione per soddisfare le esigenze dell'utente più esperto.

I dati selezionati dall'immagine p-f vengono plottati su un diagramma, nel quale compare anche una curva di dispersione calcolata a partire da un modello di Vs che è modificabile dall'interprete. Variando il numero di strati, la loro velocità e la densità nel modello, la curva di dispersione calcolata viene adattata fino a farla aderire il più possibile a quella sperimentale ottenuta con il picking (fig.3).

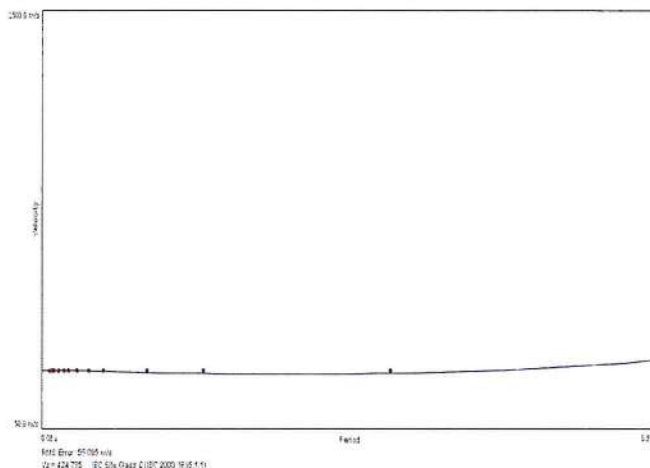


Fig.3:

Modellizzazione diretta interattiva:
curva di dispersione calcolata (grigio)
e curva sperimentale con picking
(puntinato rosso).

La curva di dispersione calcolata, approssimativamente coincidente con la curva sperimentale, viene associata ad un modello sintetico.

Questa delicata seconda fase di interpretazione è comunemente detta fase di inversione, e dipendentemente dal software usato può anch'essa avvenire in maniera automatica e/o manuale.

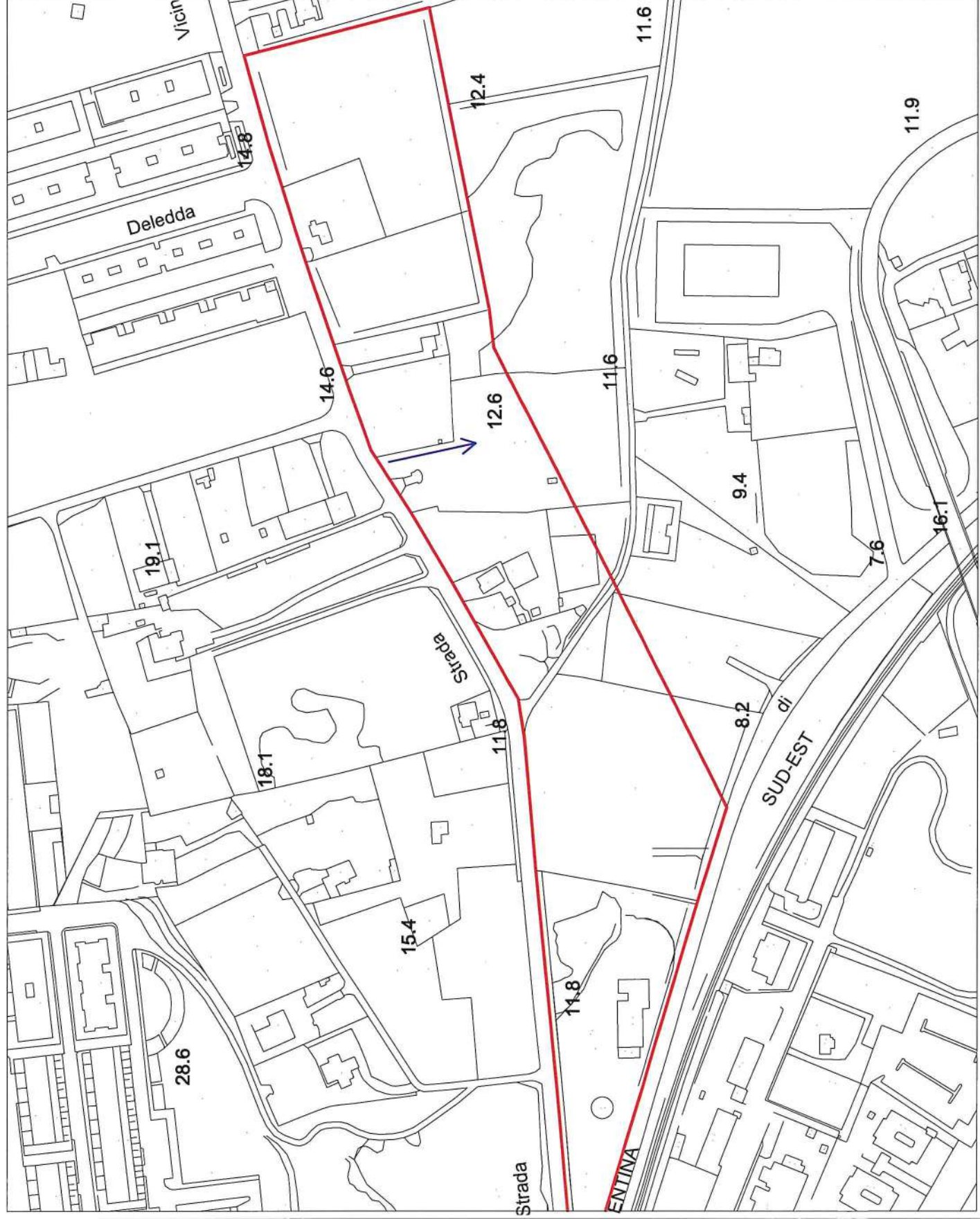
Entrambe le due fasi di interpretazione, per quanto debbano seguire le linee guida dettate dalla teoria, devono rigorosamente essere controllate accuratamente dall'utente poiché non è possibile affidarsi completamente ad un sistema automatico che lavora alla ricerca della soluzione matematicamente migliore.

La V_{s30} è stata calcolata con la seguente espressione

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum h_i/V_i}$$

Da tale relazione è emerso un valore di V_{seq} di 437 m/sec.

UBICAZIONE PROFILO SISMICO REMI



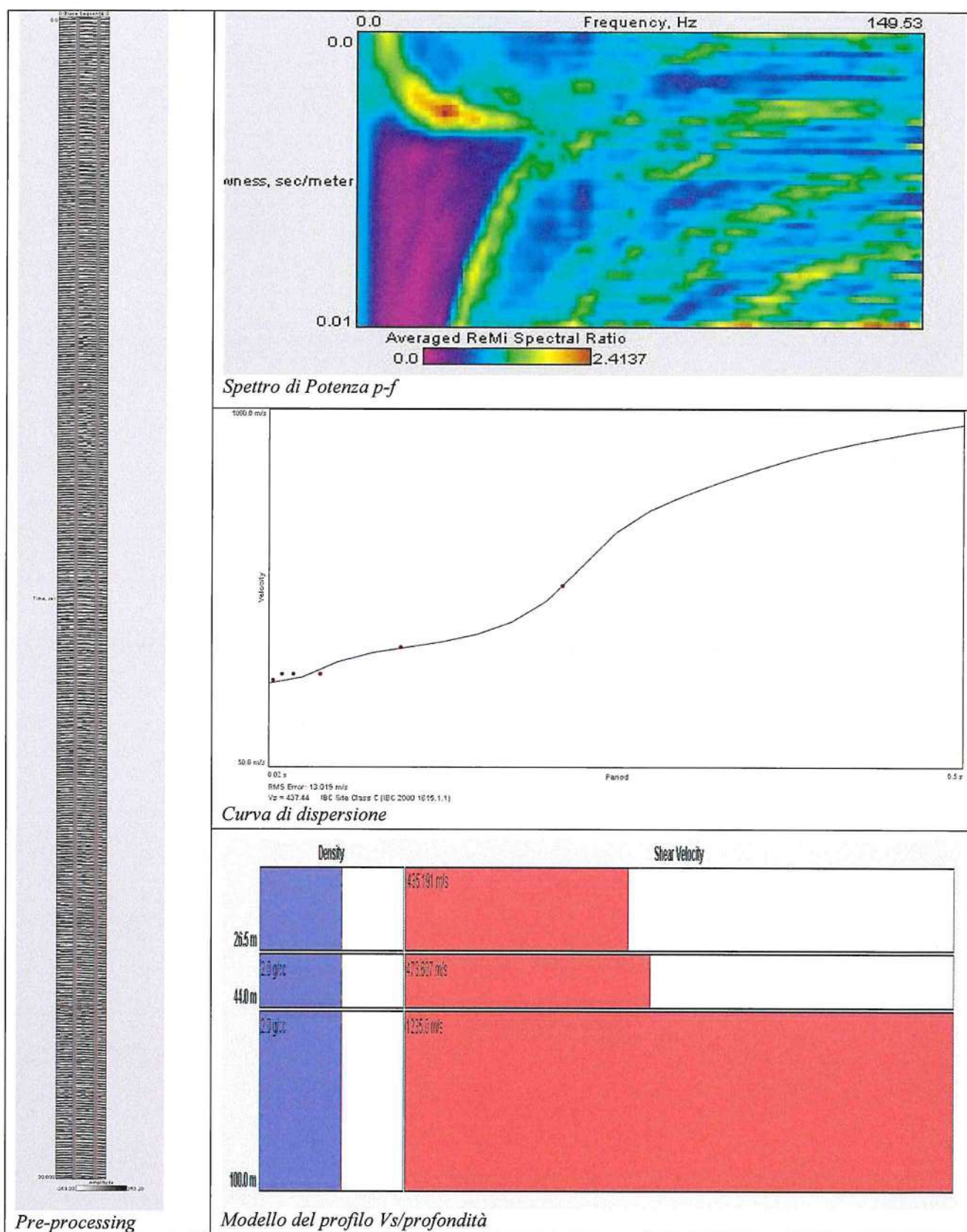
LEGENDA



Area indagata



Profilo sismico ReMi



Le categorie di suolo individuate dal Decreto Ministeriale 17 Gennaio 2018, recante aggiornamento delle “Norme Tecniche per le costruzioni” sono le seguenti:

- A) ***Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi*** caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m;
- B) ***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 velocità equivalenti compresi tra 360 m/s e 800 m/s;
- C) ***Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti*** con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalenti compresi tra 180 m/s e 360 m/s;
- D) ***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 velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s;
- E) ***Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalenti riconducibili a quelle definite per le categorie C o D***, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Il suolo di fondazione rientra pertanto nella categoria B con valori di Vseq compresi tra 360 e 800 m/sec; la litologia risulta costituita da **Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti**



☒ Reticolo territoriale nazionale ☐ Isole

Via

Lat. Long. Alt. m

Datum

Parametri sismici

Lat. (ED50) Long. (ED50)

Classe dell'edificio

Coefficiente d'uso Cu

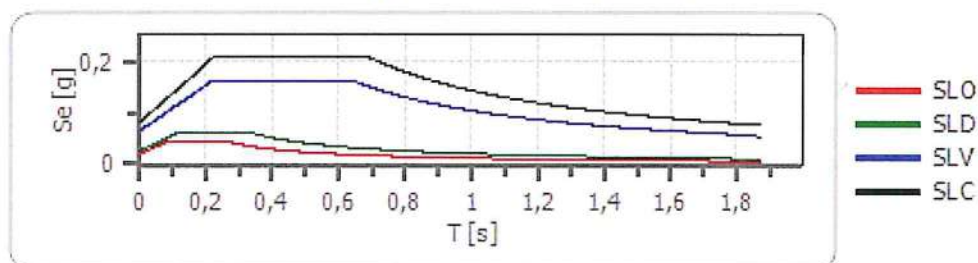
Vita nominale anni

Interpolazione

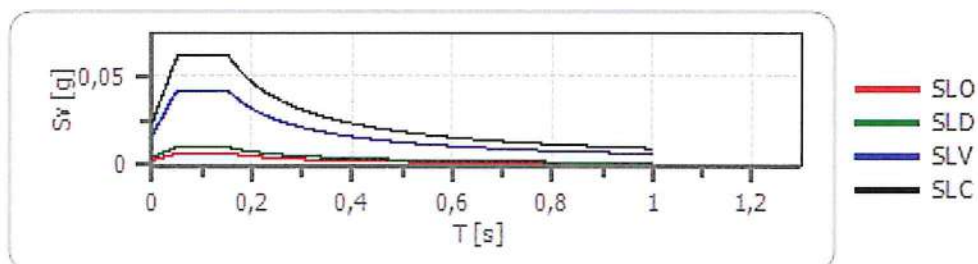
Stato limite		Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	TC* [s]
Px	Operatività (SLO)	30	0.016	2.372	0.162
	Danno (SLD)	50	0.021	2.356	0.232
	Salvaguardia vita (SLV)	475	0.054	2.489	0.518
	Prevenzione collasso (SLC)	975	0.068	2.595	0.549
P1	Operatività (SLO)	30	0.016	2.367	0.162
	Danno (SLD)	50	0.022	2.348	0.235
	Salvaguardia vita (SLV)	475	0.054	2.509	0.519
	Prevenzione collasso (SLC)	975	0.067	2.619	0.550
P2	Operatività (SLO)	30	0.016	2.382	0.162

Periodo riferimento azione sismica

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali



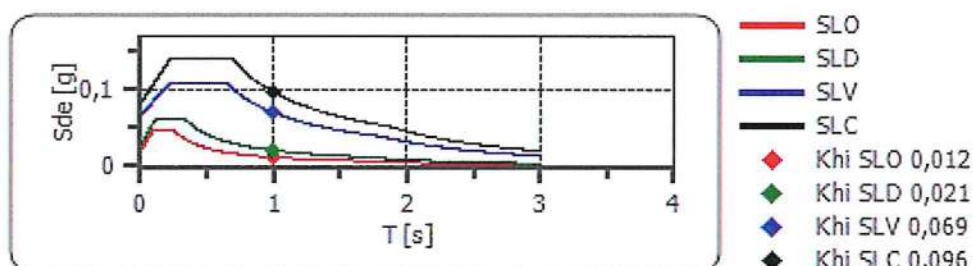
Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali



Componenti orizzontali

Componenti verticali

Spettro di progetto delle componenti orizzontali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]
SLO	1.0	0,016	2,372	0,162	1,200	1,580	1,000
SLD	1.0	0,021	2,356	0,232	1,200	1,470	1,000
SLV	1.0	0,054	2,489	0,518	1,200	1,250	1,000
SLC	1.0	0,068	2,595	0,549	1,200	1,240	1,000
	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]
SLO	1.0	0,016	2,372	0,162	1	1,580	1,000
SLD	1.0	0,021	2,356	0,232	1	1,470	1,000
SLV	1.0	0,054	2,489	0,518	1	1,250	1,000
SLC	1.0	0,068	2,595	0,549	1	1,240	1,000
	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	
SLO orizzontale	1.0	0,016	2,372	0,162	1,200	1,580	
SLO verticale	1.0	0,016	2,372	0,162	1,200	1,580	
SLD orizzontale	1.0	0,021	2,356	0,232	1,200	1,470	
SLD verticale	1.0	0,021	2,356	0,232	1,200	1,470	
SLV orizzontale	1.0	0,054	2,489	0,518	1,200	1,250	
SLV verticale	1.0	0,054	2,489	0,518	1,200	1,250	
SLC orizzontale	1.0	0,068	2,595	0,549	1,200	1,240	

CONCLUSIONI

Nel mese di novembre 2018, il sottoscritto ha eseguito uno studio geomorfologico di superficie, su un'area sita nel territorio comunale di Gallipoli, interessata dal piano di lottizzazione convenzionata del Comparto R6 – “Santa Venardia”, finalizzato alla verifica della compatibilità del progetto con gli strumenti di pianificazione territoriale, quali la Carta Idrogeomorfologica, il PAI, il PPTR di recente approvazione, Piano Tutela delle Acque ed il PTCP.

Lo studio ha inoltre previsto delle indagini geognostiche preliminari al fine di caratterizzare l'area da un punto di vista sismico e da un punto di vista meccanico per poter fornire dei parametri geotecnici utili ai fini del calcolo della capacità portante.

In fase di edificazione, come richiesto dal D.M. 17.01.2018, saranno poi eseguite delle indagini puntuali.

Dallo studio geo-idro-morfologico è emerso quanto segue:

- litologicamente affiorano delle calcareniti pleistoceniche (carpari) mascherati da una debole copertura di terreno vegetale;
- geomorfologicamente l'area si presenta pianeggiante ad una quota topografica variabile di 13.0 a 15.0 metri s.l.m., dolcemente degradante verso ovest, in direzione del mare;
- idrologicamente l'area è priva di un reticolo idrografico, data la natura stessa delle formazioni affioranti nell'area, permeabili per porosità;
- idrogeologicamente si rinvencono due acquiferi: la falda “profonda”, presente ad oltre 13 metri di profondità e quella “superficiale”

contenuta nei depositi sabbiosi e sostenuta alla base da livelli limoso-argillosi ad essi intercalati, rilevata a circa 9.00 metri dal p.c..

Dopo aver consultato le cartografie tematiche redatte dalla Regione Puglia il PPTR (Piano Territoriale Paesaggistico Territoriale), dall'Autorità di Bacino della Puglia il PAI (Piano di Assetto Idrogeologico e la Carta Idrogeomorfologica), dalla Provincia di Lecce il PTCP (Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale) ed infine dalla Regione Puglia il P.T.A (Piano di Tutela delle Acque), sono state eseguite delle indagini geognostiche consistenti in tre profili sismici a rifrazione ed un'indagine sismica passiva per la caratterizzazione meccanica e sismica dell'area.

Dallo studio degli strumenti di pianificazione territoriale (Carta idrogeomorfologica e stralci del PPTR) è emerso che l'area oggetto di studio è scevra da qualsiasi emergenza geomorfologica ed idrogeologica e priva di qualsiasi segnalazione, tuttavia su tutta l'area vige un vincolo idrogeologico per il quale è necessario richiedere il nulla-osta alla Forestale.

L'area interessata dall'intervento ***non ricade in alcuna area a pericolosità idraulica, né a pericolosità geomorfologica*** ne scaturisce che la lottizzazione del comparto R6 è conforme al PAI.

Dalla consultazione della cartografia PTCP emerge che l'area in esame non è una zona a probabilità di inondazione, tuttavia risulta un'area a media pericolosità rispetto agli allagamenti.

L'area indagata fa parte dell'Acquifero carsico salentino; esso risulta caratterizzato da fenomeni di contaminazione salina, non è presente il vincolo di protezione speciale idrogeologica.

Dalle indagini geognostiche è stata ricostruita la successione stratigrafica dei primi metri, sono stati caratterizzati meccanicamente i litotipi investigati ed è stata individuata la categoria sismica del suolo di fondazione.

- La successione litostratigrafica dell'area è data da circa 0.5 metri di terreno vegetale cui segue una calcarenite da mediamente a ben cementata.
- I parametri geotecnici della calcarenite emersi con le indagini sono:
 - ✓ peso di volume = 2.0 gr/cmc;
 - ✓ modulo edometrico = 130 kg/cmq
 - ✓ modulo Young = 170.0 kg/cmq
 - ✓ Coesione 0.08 kg/cmq
 - ✓ Angolo di attrito: 34°
 - ✓ Classificazione AGI: terreno addensato
- Avendo calcolato con l'indagine sismica passiva un valore di V_{seq} di 437 m/sec, il suolo di fondazione rientra nella categoria B con valori di V_{seq} compresi tra 360 e 800 m/sec; la litologia risulta perciò costituita da rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti.

Per ciò che concerne le indagini geognostiche esse hanno mirato ad una caratterizzare dell'area da un punto di vista sismico e meccanico, in via preliminare, utili ai fini del calcolo della capacità portante.

In fase di edificazione, come richiesto dal D.M. 17.01.2018, saranno poi eseguite delle indagini puntuali.

Ruffano, dicembre 2018

IL GEOLOGO

Dott. Marcello De Donatis

ALLEGATO:

ELABORAZIONE SISMICA (pericolosità sismica di base e di sito)



GeoStru software
C.FISC:
P.IVA:

Via: via lungoferrovia
89032 Bianco - R.C.

Tel: 0964911624 -
Fax: 0964911624
Email: geostru@geostru.com
Web: www.geostru.com

Data: dicembre 2018

Il committente

IL Tecnico

Il Progettista

Pericolosità sismica di base

1 PREMESSA

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

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

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

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

$$V_R = V_N \cdot C_U \quad (2.1)$$

dove:

V_R = periodo di riferimento

V_N = vita nominale

C_U = coefficiente d'uso

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

- $V_N \leq 10$ anni per le opere provvisorie, provvisionali e le strutture in fase costruttiva che però abbiano una durata di progetto ≥ 2 anni.
- $V_N \geq 50$ anni per le opere ordinarie, ponti, infrastrutture e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale.

- $V_N \geq 100$ anni per grandi opere, ponti, infrastrutture e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica.

Nel caso specifico $V_N = 50$ anni.

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

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli. $C_U = 0.7$;

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

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. $C_U = 1.5$;

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, 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. $C_U = 2.0$;

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

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

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

3 STATI LIMITE, PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO E PERIODO DI RITORNO

Le NTC08 prendono in considerazione 4 possibili *stati limite* (SL) individuati facendo riferimento alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti: due sono *stati limite di esercizio* (SLE) e due sono *stati limite ultimi* (SLU). Uno stato limite è una condizione superata la quale l'opera non soddisfa più le esigenze per la quale è stata progettata.

Più in particolare le opere e le varie tipologie strutturali devono essere dotate di capacità di garantire le prestazioni previste per le condizioni di esercizio (sicurezza nei confronti di SLE) e di capacità di evitare crolli, perdite di equilibrio e di dissesti gravi, totali o parziali, che possano compromettere l'incolumità delle persone o comportare la perdita di beni, oppure provocare gravi danni ambientali e sociali, oppure mettere fuori servizio l'opera (sicurezza nei confronti di SLU).

Gli stati limite di esercizio sono:

- **Stato Limite di Operatività (SLO):** a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;
- **Stato Limite di Danno (SLD):** a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidezza nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Gli stati limite ultimi sono:

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

Le NTC08, in presenza di azioni sismiche, richiedono le verifiche allo SLO solo per gli elementi non strutturali e per gli impianti di strutture di classi d'uso III e IV (NTC08, punto 7.1). Lo SLO si utilizza anche come riferimento progettuale per quelle opere che devono restare operative durante e subito dopo il terremoto. Le verifiche allo SLC sono, invece, richieste solo per le costruzioni o ponti con isolamento e/o dissipazione (NTC08, punto 7.10).

Ad ogni stato limite è associata una *probabilità di superamento* P_{VR} (Tabella 3.1), ovvero la probabilità che, nel periodo di riferimento V_R , si verifichi almeno un evento sismico ($n \geq 1$) di a_g prefissata (a_g = accelerazione orizzontale massima del suolo) avente frequenza media annua di ricorrenza $\lambda = 1/T_R$ (T_R = periodo di ritorno).

Stato limite di esercizio: operatività	SLO	$P_{VR} = 81\%$
Stato limite di esercizio: danno	SLD	$P_{VR} = 63\%$
Stati limite ultimo: salvaguardia della vita	SLV	$P_{VR} = 10\%$

Stati limite ultimo: di prevenzione del collasso	SLC	P_{VR} = 5%
--	-----	----------------------------

Tabella 3.1- Stati limite e rispettive probabilità di superamento, nel periodo di riferimento V_R

Fissati V_R e P_{VR} associata ad ogni stato limite, è possibile calcolare il periodo di ritorno dell'azione sismica T_R, espresso in anni, mediante l'espressione riportata nell'**Allegato A** delle NTC08:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})} \quad (3.1)$$

Tale relazione tra P_{VR} (probabilità) e T_R (statistica) risulta biunivoca poiché utilizza la distribuzione discreta Poissoniana.

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

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

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

4 DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

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

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

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

a_g = accelerazione orizzontale massima;

F₀ = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T_C* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

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

a_g , il valore previsto dalla pericolosità sismica S1

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

I valori di questi parametri vengono forniti in tabella (Tabella 4.1), contenuta nell'Allegato B delle NTC08, per i 10751 punti di un reticolo di riferimento in cui è suddiviso il territorio nazionale, identificati dalle coordinate geografiche longitudine e latitudine.

ID	LON	LAT	$T_R = 30$			$T_R = 50$			$T_R = 72$			$T_R = 101$		
			a_g	F_0	T_C^*	a_g	F_0	T_C^*	a_g	F_0	T_C^*	a_g	F_0	T_C^*
13111	6.5448	45.1340	0.263	2.500	0.180	0.340	2.510	0.210	0.394	2.550	0.220	0.469	2.490	0.240
13333	6.5506	45.0850	0.264	2.490	0.180	0.341	2.510	0.210	0.395	2.550	0.220	0.469	2.490	0.240
13555	6.5564	45.0350	0.264	2.500	0.180	0.340	2.510	0.200	0.393	2.550	0.220	0.466	2.500	0.240
13777	6.5621	44.9850	0.263	2.500	0.180	0.338	2.520	0.200	0.391	2.550	0.220	0.462	2.510	0.240
12890	6.6096	45.1880	0.284	2.460	0.190	0.364	2.510	0.210	0.431	2.500	0.220	0.509	2.480	0.240
13112	6.6153	45.1390	0.286	2.460	0.190	0.366	2.510	0.210	0.433	2.500	0.220	0.511	2.480	0.240
13334	6.6210	45.0890	0.288	2.460	0.190	0.367	2.510	0.210	0.434	2.500	0.220	0.511	2.490	0.240
13556	6.6268	45.0390	0.288	2.460	0.190	0.367	2.510	0.210	0.433	2.510	0.220	0.510	2.490	0.240
13778	6.6325	44.9890	0.288	2.460	0.190	0.366	2.520	0.210	0.430	2.510	0.220	0.507	2.500	0.240
14000	6.6383	44.9390	0.286	2.470	0.190	0.363	2.520	0.210	0.426	2.520	0.220	0.502	2.500	0.240
14222	6.6439	44.8890	0.284	2.470	0.190	0.360	2.530	0.210	0.421	2.530	0.220	0.497	2.500	0.240
12891	6.6803	45.1920	0.306	2.430	0.200	0.389	2.500	0.210	0.467	2.470	0.230	0.544	2.490	0.230
10228	6.6826	45.7940	0.283	2.420	0.200	0.364	2.460	0.220	0.430	2.460	0.240	0.505	2.440	0.250
13113	6.6860	45.1430	0.309	2.430	0.200	0.391	2.510	0.210	0.470	2.470	0.230	0.546	2.490	0.230
10450	6.6885	45.7450	0.278	2.440	0.200	0.356	2.480	0.220	0.415	2.500	0.230	0.485	2.470	0.250
13335	6.6915	45.0930	0.310	2.430	0.200	0.392	2.510	0.210	0.470	2.480	0.230	0.546	2.500	0.230
10672	6.6942	45.6950	0.275	2.450	0.200	0.351	2.490	0.210	0.406	2.520	0.230	0.475	2.490	0.250
13557	6.6973	45.0430	0.311	2.440	0.200	0.392	2.520	0.210	0.469	2.480	0.230	0.545	2.500	0.230
13779	6.7029	44.9930	0.310	2.440	0.200	0.391	2.520	0.210	0.467	2.480	0.230	0.543	2.500	0.230

Tabella 4.1- Stralcio della tabella contenuta nell'Allegato B delle NTC08, che fornisce i 3 parametri di pericolosità sismica, per diversi periodi di ritorno e per ogni nodo del reticolo che viene identificato da un ID e dalle coordinate geografiche.

Qualora la pericolosità sismica del sito sul reticolo di riferimento non consideri il periodo di ritorno T_R corrispondente alla V_R e P_{VR} fissate, il valore del generico parametro p ad esso corrispondente potrà essere ricavato per interpolazione (Figura 4.1), a partire dai dati relativi ai tempi di ritorno previsti nella pericolosità di base, utilizzando la seguente espressione dell'Allegato A alle NTC08:

$$\log(p) = \log(p_1) + \log\left(\frac{p_2}{p_1}\right) \cdot \log\left(\frac{p_2}{p_1}\right) \cdot \left[\log\left(\frac{T_{R2}}{T_{R1}}\right)\right]^{-1} \quad (4.1)$$

nella quale p è il valore del parametro di interesse (a_g, F_0, T_C^*) corrispondente al periodo di ritorno T_R desiderato, mentre p_1, p_2 è il valore di tale parametro corrispondente al periodo di ritorno T_{R1}, T_{R2} .

Per un qualunque punto del territorio non ricadente nei nodi del reticolo di riferimento, i valori dei parametri p possono essere calcolati come media pesata dei valori assunti da tali

parametri nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento contenente il punto in esame, utilizzando l'espressione dell'Allegato A alle NTC08:

$$p = \frac{\sum_{i=1}^4 \frac{p_i}{d_i}}{\sum_{i=1}^4 \frac{1}{d_i}} \quad (4.2)$$

nella quale p è il valore del parametro di interesse (a_g , F_o , T_C^*) corrispondente al punto considerato, p_i è il valore di tale parametro nell' i -esimo vertice della maglia elementare contenente il punto in esame e d_i è la distanza del punto in esame dall' i -esimo vertice della suddetta maglia.

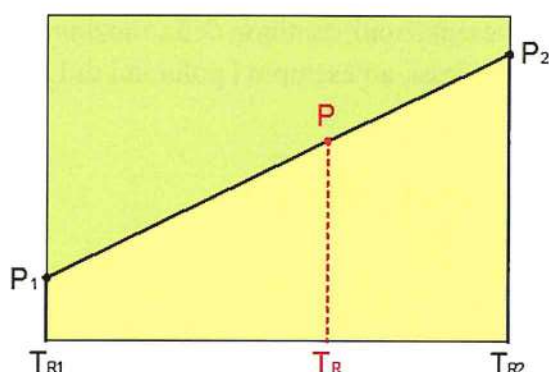


Figura 4.1 - Interpolazione dei periodi di ritorno, per ottenere i parametri di pericolosità sismica, in accordo alla procedura delle NTC08.

La procedura per interpolare le coordinate geografiche è schematizzata nella Figura 4.2

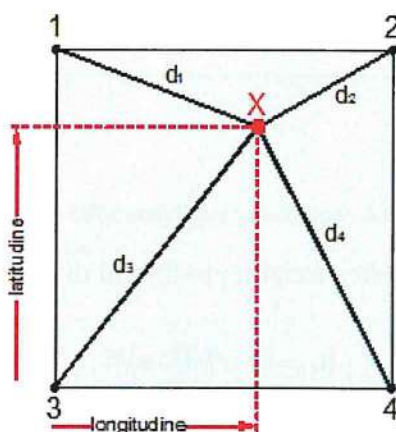


Figura 4.2 - Interpolazione delle coordinate geografiche, per ottenere i parametri di pericolosità sismica, in accordo alla procedura delle NTC08.

Pertanto per poter procedere all'interpolazione delle coordinate geografiche, in accordo alla procedura delle NTC08, bisogna calcolare le distanze che intercorrono tra i 4 punti del reticolo e il punto di interesse. Questo calcolo può essere eseguito approssimativamente utilizzando le formule

della trigonometria sferica, che danno la distanza geodetica tra due punti, di cui siano note le coordinate geografiche. Utilizzando quindi il teorema di Eulero, la distanza d tra due punti, di cui siano note latitudine e longitudine, espresse però in radianti, si ottiene dall'espressione seguente:

$$d = R \cdot \arccos[\sin(\text{lat}\beta) \cdot \sin(\text{lat}\alpha) + \cos(\text{lat}\beta) \cdot \cos(\text{lat}\alpha) \cdot \cos(\text{lon}\alpha - \text{lon}\beta)] \quad (4.3)$$

dove $R = 6371$ è il raggio medio terrestre in km, mentre $\text{lat}\alpha$, $\text{lon}\alpha$, $\text{lat}\beta$ e $\text{lon}\beta$ sono la latitudine e la longitudine, espresse in radianti, di due punti A e B di cui si vuole calcolare la distanza.

La formula di interpolazione sopra proposta, semplice da usare, presenta però l'inconveniente di condurre a valori di pericolosità lievemente diversi per punti affacciati ma appartenenti a maglie contigue. La modestia delle differenze (scostamenti in termini di PGA dell'ordine di $\pm 0,01g$ ossia della precisione dei dati) a fronte della semplicità d'uso, rende tale stato di cose assolutamente accettabile.

Qualora si vogliano rappresentazioni continue della funzione interpolata, si dovrà ricorrere a metodi di interpolazione più complessi, ad esempio i polinomi di Lagrange.

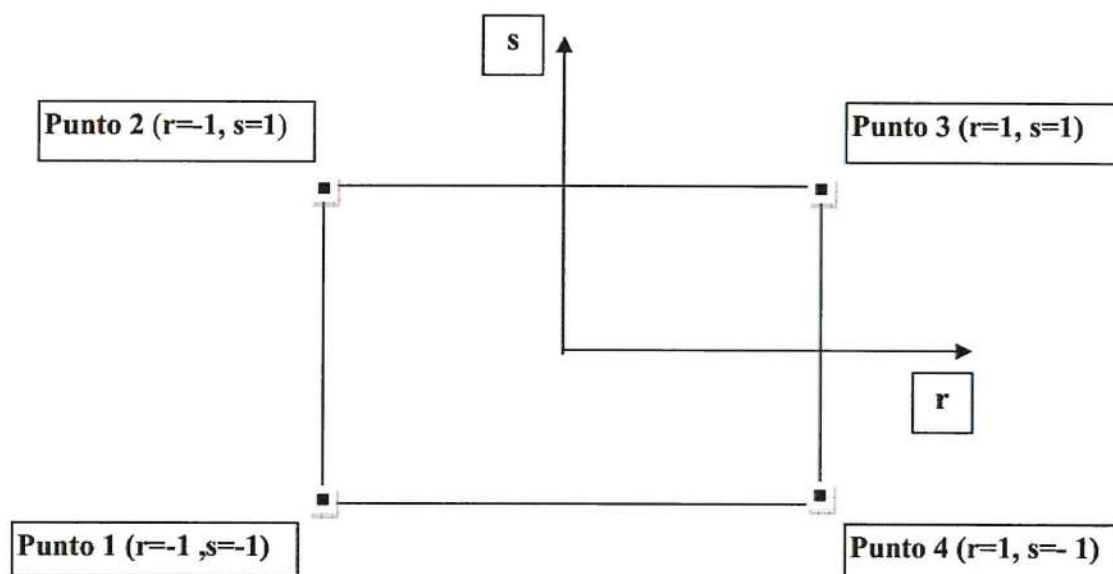


Figura 4.3 - Applicazione dell'interpolazione bilineare.

Definiti i 4 vertici di una generica maglia i polinomi di Lagrange sono così determinati:

$$h_1 = (1-r) \cdot (1-s)/4 \quad (4.4)$$

$$h_2 = (1-r) \cdot (1+s)/4 \quad (4.5)$$

$$h_3 = (1+r) \cdot (1+s)/4 \quad (4.6)$$

$$h_4 = (1+r) \cdot (1-s)/4 \quad (4.7)$$

Tra le coordinate x, y di un punto generico e le coordinate r, s dello stesso punto valgono le seguenti relazioni:

$$4x = \sum_{i=1}^4 h_i \cdot x_i = [(1-r) \cdot (1-s) \cdot x_1 + (1-r) \cdot (1+s) \cdot x_2 + (1+r) \cdot (1+s) \cdot x_3 + (1+r) \cdot (1-s) \cdot x_4] \quad (4.8)$$

$$4y = \sum_{i=1}^4 h_i \cdot y_i = [(1-r) \cdot (1-s) \cdot y_1 + (1-r) \cdot (1+s) \cdot y_2 + (1+r) \cdot (1+s) \cdot y_3 + (1+r) \cdot (1-s) \cdot y_4] \quad (4.9)$$

La soluzione del sistema di equazioni non lineari è ottenuta iterativamente e, tramite i valori di r ed s , si determinano i parametri a_g , F_0 , T_c^* dall'equazione:

$$4p = \sum_{i=1}^4 h_i \cdot p_i = [(1-r) \cdot (1-s) \cdot p_1 + (1-r) \cdot (1+s) \cdot p_2 + (1+r) \cdot (1+s) \cdot p_3 + (1+r) \cdot (1-s) \cdot p_4] \quad (4.10)$$

Dove p rappresenta il parametro cercato.

5 Pericolosità sismica di sito

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

5.1 Coefficienti sismici

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

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

Con V_R vita di riferimento della costruzione e P_{VR} probabilità di superamento, nella vita di riferimento, associata allo stato limite considerato. La vita di riferimento dipende dalla vita

nominale della costruzione e dalla classe d'uso della costruzione (in linea con quanto previsto al punto 2.4.3 delle NTC). In ogni caso V_R non può essere inferiore a 35 anni.

5.2 Stabilità dei pendii e fondazioni

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

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

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

Con

β_s coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;

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

g accelerazione di gravità.

I valori di β_s sono riportati nella tabella 5.1.

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

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

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

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

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

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

$$\mathbf{T1: } S_T = 1.0; \mathbf{T2: } S_T = 1.20; \mathbf{T3: } S_T = 1.2; \mathbf{T4: } S_T = 1.40.$$

5.3 Muri di sostegno

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

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

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

Con:

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

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

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

a_{max} accelerazione orizzontale massima attesa al sito;
 g accelerazione di gravità.

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

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

S è il coefficiente comprendente l'effetto di amplificazione stratigrafica S_S e di amplificazione topografica S_T .

a_g accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

5.4 Paratie

In mancanza di studi specifici, a_h (accelerazione orizzontale) può essere legata all'accelerazione di picco a_{max} attesa nel volume di terreno significativo per l'opera mediante la relazione:

$$a_h = K_h \cdot g = \alpha \cdot \beta \cdot a_{max} \quad (5.8)$$

dove:

g è l'accelerazione di gravità;

K_h è il coefficiente sismico in direzione orizzontale;

$\alpha \leq 1$ è un coefficiente che tiene conto della deformabilità dei terreni interagenti con l'opera. Può essere ricavato a partire dall'altezza complessiva H della paratia e dalla categoria di sottosuolo mediante il diagramma in Figura 5.1:

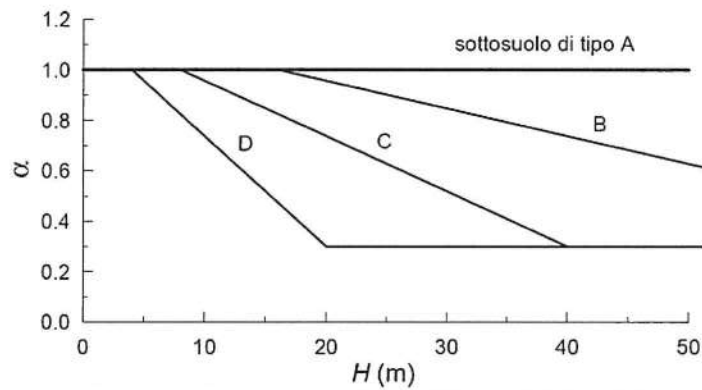


Figura 5.1 - Diagramma per la valutazione del coefficiente di deformabilità α .

Per la valutazione della spinta nelle condizioni di equilibrio limite passivo deve porsi $\alpha = 1$.

$\beta \leq 1$ è un coefficiente funzione della capacità dell'opera di subire spostamenti senza cadute di resistenza. Il valore del coefficiente β può essere ricavato dal diagramma riportato in Figura 5.2, in funzione del massimo spostamento u_s che l'opera può tollerare senza riduzioni di resistenza.

Per $u_s = 0$ si ha $\beta = 1$; $u_s \leq 0.005 \cdot H$

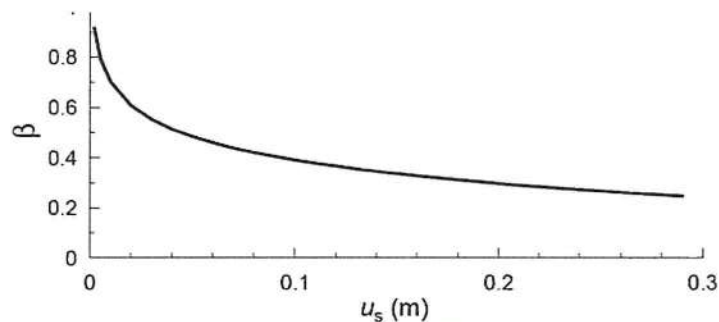


Figura 5.2 - Diagramma per la valutazione del coefficiente di spostamento β .

L'accelerazione di picco $a_{\max}$ è valutata mediante un'analisi di risposta sismica locale, ovvero come

$$a_{\max} = S_S \cdot S_T \cdot a_g \quad (5.9)$$

dove:

S è il coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_S) e dell'amplificazione topografica (S_T), di cui al § 3.2.3.2;

a_g è l'accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

Se $\alpha \cdot \beta \leq 0.2$ deve assumersi $K_h = 0.2 \cdot a_{\max} / g$

PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

Data: 03/12/2018

Vita nominale (Vn): 50 [anni]

Classe d'uso: II

Coefficiente d'uso (Cu): 1

Periodo di riferimento (Vr): 50 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLO: 30 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLD: 50 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLV: 475 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLC: 975 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Coordinate geografiche del punto

Latitudine (WGS84): 40,0504684 [°]

Longitudine (WGS84): 18,0113125 [°]

Latitudine (ED50): 40,0514565 [°]

Longitudine (ED50): 18,0120907 [°]

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

Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]	Distanza [m]
1	36366	40,044040	17,995750	1616,99
2	36367	40,041380	18,060900	4303,24
3	36145	40,091300	18,064440	6282,60
4	36144	40,093960	17,999240	4851,00

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

Punto 1

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,016	2,367	0,162
SLD	50	0,022	2,348	0,235
	72	0,026	2,322	0,294
	101	0,031	2,366	0,333
	140	0,035	2,431	0,359
	201	0,039	2,463	0,406
SLV	475	0,054	2,509	0,519
SLC	975	0,067	2,619	0,550
	2475	0,087	2,758	0,586

Punto 2

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,016	2,382	0,162
SLD	50	0,021	2,367	0,228
	72	0,026	2,323	0,287
	101	0,030	2,351	0,324
	140	0,035	2,421	0,349
	201	0,039	2,485	0,379
SLV	475	0,055	2,461	0,512
SLC	975	0,070	2,549	0,546
	2475	0,093	2,674	0,580

Punto 3

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,016	2,383	0,161
SLD	50	0,021	2,374	0,226
	72	0,025	2,310	0,286
	101	0,030	2,340	0,323
	140	0,034	2,404	0,349
	201	0,039	2,467	0,378
SLV	475	0,054	2,446	0,515
SLC	975	0,069	2,543	0,548
	2475	0,091	2,662	0,586

Punto 4

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,016	2,370	0,162
SLD	50	0,021	2,356	0,233
	72	0,026	2,314	0,294
	101	0,030	2,358	0,332
	140	0,034	2,418	0,359
	201	0,039	2,451	0,405
SLV	475	0,053	2,496	0,522
SLC	975	0,066	2,615	0,552
	2475	0,086	2,760	0,588

Punto d'indagine

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,016	2,372	0,162
SLD	50	0,021	2,356	0,232
SLV	475	0,054	2,489	0,518
SLC	975	0,068	2,595	0,549

PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ : 5 %

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

Categoria sottosuolo:

B: 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 NSPT30 maggiore di 50 nei terreni a grana grossa e c_{u30} maggiore di 250 kPa nei terreni a grana fine).

Categoria topografica:

T1: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media minore o uguale a 15°

Coefficienti sismici per muri di sostegno

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,003	0,005	0,012	0,015
kv	0,002	0,002	0,006	0,007
amax [m/s ²]	0,187	0,251	0,634	0,798
Beta	0,180	0,180	0,180	0,180

Coefficienti sismici per muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,019	0,026	0,065	0,081
kv	0,010	0,013	0,032	0,041
amax [m/s ²]	0,187	0,251	0,634	0,798
Beta	1,000	1,000	1,000	1,000

Coefficienti sismici per paratie

Altezza paratia (H): 3,0 [m]

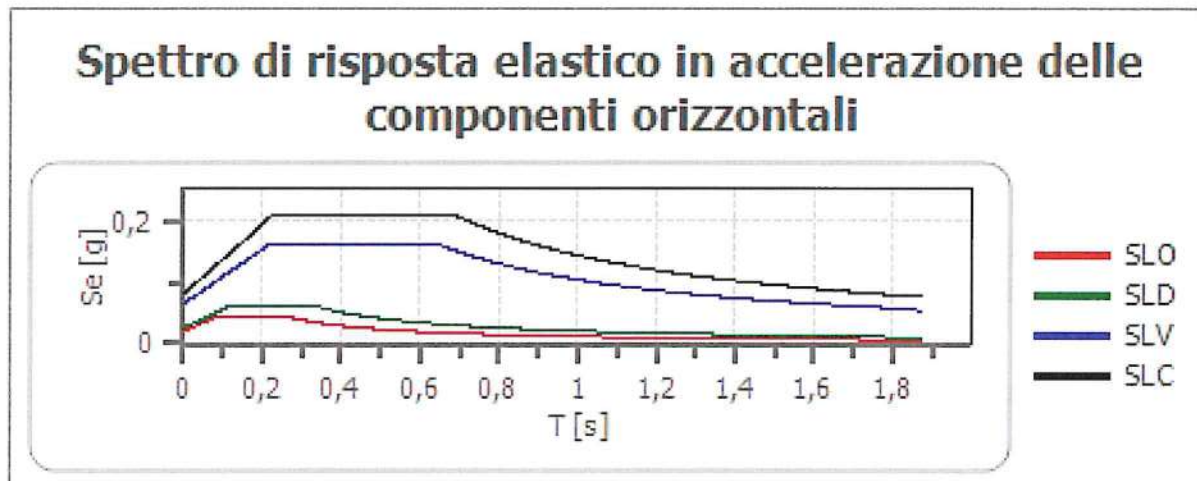
Spostamento ammissibile us: 0,015 [m]

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,012	0,017	0,042	0,053
kv	--	--	--	--
amax [m/s ²]	0,187	0,251	0,634	0,798
Beta	0,650	0,650	0,650	0,650

Coefficienti sismici stabilità di pendii e fondazioni

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,004	0,005	0,013	0,016
kv	0,002	0,003	0,006	0,008
amax [m/s ²]	0,187	0,251	0,634	0,798
Beta	0,200	0,200	0,200	0,200

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali



	cu	ag	F0	Tc*	Ss	Cc	St	S	η	TB	TC	TD	Se(0)	Se(T B)
		[g]	[-]	[s]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[s]	[s]	[s]	[g]	[g]
SLO	1,0	0,016	2,372	0,162	1,200	1,580	1,000	1,200	1,000	0,085	0,256	1,664	0,019	0,045
SLD	1,0	0,021	2,356	0,232	1,200	1,470	1,000	1,200	1,000	0,114	0,341	1,685	0,026	0,060
SLV	1,0	0,054	2,489	0,518	1,200	1,250	1,000	1,200	1,000	0,216	0,647	1,816	0,065	0,161
SLC	1,0	0,068	2,595	0,549	1,200	1,240	1,000	1,200	1,000	0,227	0,681	1,871	0,081	0,211

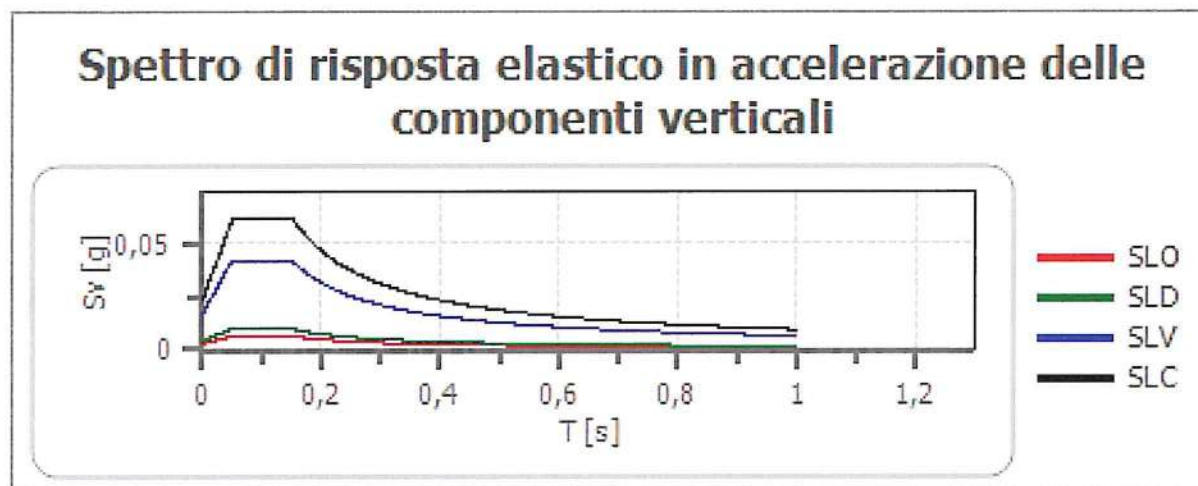
Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ :

5 %

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

1,000



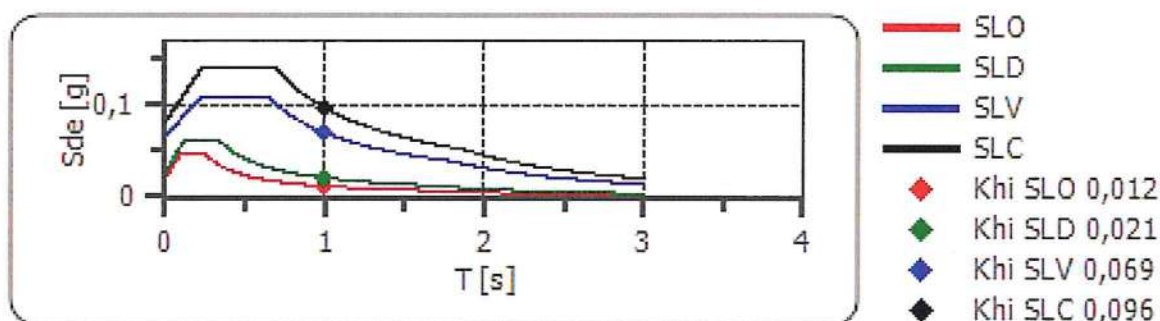
	cu	ag	F0	Tc*	Ss	Cc	St	S	η	TB	TC	TD	Se(0)	Se(T B)
		[g]	[-]	[s]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[s]	[s]	[s]	[g]	[g]
SLO	1,0	0,016	2,372	0,162	1	1,580	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,003	0,006
SLD	1,0	0,021	2,356	0,232	1	1,470	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,004	0,010
SLV	1,0	0,054	2,489	0,518	1	1,250	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,017	0,042
SLC	1,0	0,068	2,595	0,549	1	1,240	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,024	0,062

Spettro di progetto

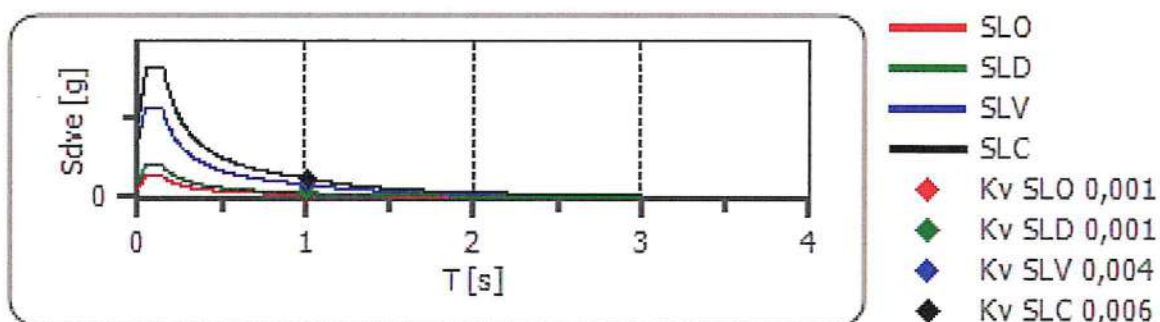
Fattore di struttura spettro orizzontale q :	1,50
Fattore di struttura spettro verticale q :	1,50
Periodo fondamentale T :	1,00 [s]

	SLO	SLD	SLV	SLC
$k_{hi} = S_{de}(T)$ Orizzontale [g]	0,012	0,021	0,069	0,096
$k_v = S_{dve}(T)$ Verticale [g]	0,001	0,001	0,004	0,006

Spettro di progetto delle componenti orizzontali



Spettro di progetto delle componenti verticali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	q [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Sd(0) [g]	Sd(T B) [g]
SLO orizzontale	1,0	0,016	2,372	0,162	1,200	1,580	1,000	1,200	1,000	0,085	0,256	1,664	0,019	0,045
SLO verticale	1,0	0,016	2,372	0,162	1,200	1,580	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,003	0,006
SLD orizzontale	1,0	0,021	2,356	0,232	1,200	1,470	1,000	1,200	1,000	0,114	0,341	1,685	0,026	0,060
SLD verticale	1,0	0,021	2,356	0,232	1,200	1,470	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,004	0,010
SLV orizzontale	1,0	0,054	2,489	0,518	1,200	1,250	1,000	1,200	1,500	0,216	0,647	1,816	0,065	0,107
SLV verticale	1,0	0,054	2,489	0,518	1,200	1,250	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000	0,017	0,028
SLC orizzontale	1,0	0,068	2,595	0,549	1,200	1,240	1,000	1,200	1,500	0,227	0,681	1,871	0,081	0,141
SLC verticale	1,0	0,068	2,595	0,549	1,200	1,240	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000	0,024	0,041

