

COMUNE DI TRIGGIANO
Città Metropolitana di Bari

**PIANO DI LOTTIZZAZIONE
IN ZONA "D1.1"**

art. 53 REC e artt. 39, 40 delle NTE allegate al PRG

**tra la S.P. Triggiano/Bari Carbonara
e la S.S. n. 100, Bari/Taranto
"MISOSTA"**

COMMITTENTI:

Carlo, Franco CAMPOBASSO
Francesco CAMPOBASSO
Maria, Rachele Anna RUBINO

Domenico Marco MADIO
Paolo Antonio MADIO

Luciano Vito GIANNELLI
Teresa Juana GIANNELLI
Vincenzo GIANNELLI (C.F.: GNN VCN 64B02 A662H)
Giuseppina SPECCHIO

EDILUX di Francesco LOSITO srl

Vincenzo GIANNELLI (C.F.: GNN VCN 64L10 A662I)

TORREFAZIONE CAFFE' MICHELE BATTISTA srl

PROGETTAZIONE:

prof. ing. Alfredo MAGNANIMO
dott. arch. Valentina MARUCCI
dott. arch. Francesco Mario SPECCHIO

COLLABORAZIONE:

dott. arch. Giuseppe DIZONNO
dott. arch. Chiara SCOGNETTI

CONSULENZA SPECIALISTICA:

prof. geol. Vito SPECCHIO

ELABORATO:

RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROLOGICA SUI
CARATTERI DEL TERRITORIO INTERESSATO
DAL PIANO URBANISTICO ATTUATIVO

Tav. EG.03

SCALA: A4

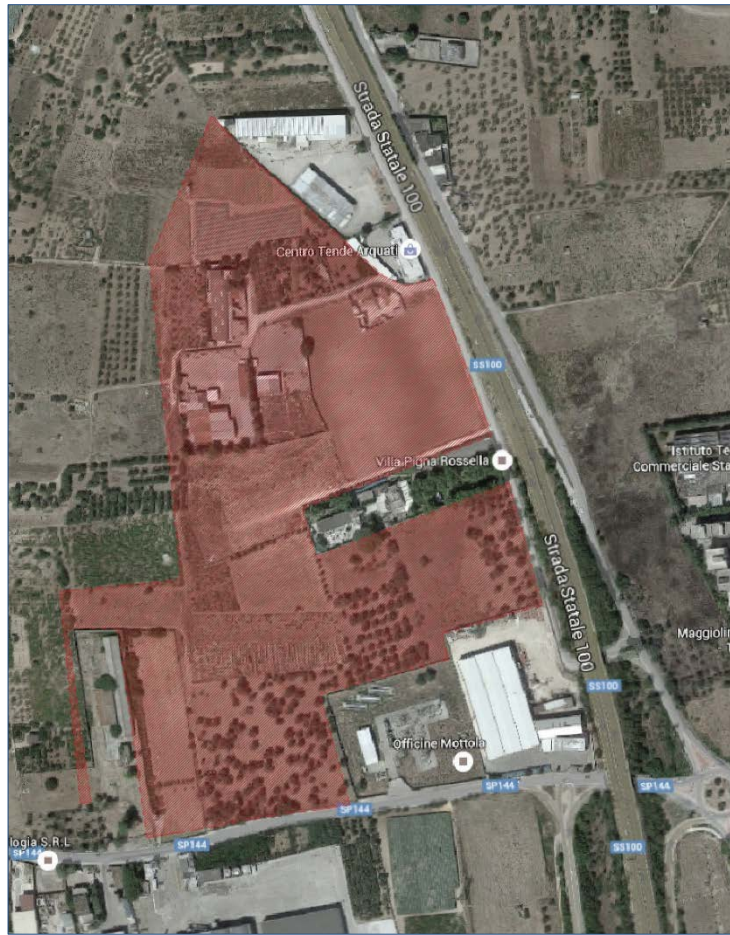
DATA 1° EMISSIONE: aprile 2016

REVISIONE n. 1: - -

FILE: MISOSTA - Tav_EG.03 - Relaz_Geologica-Idrogeol - Rev0

PRATICA:	Architetton.	P. di C.	Strutture	Elettrici	Fluidi
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
PROGETTO:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Prov.	Preliminare	Definitivo	Esecutivo	Varie

Alfredo MAGNANIMO - Via L. Sturzo, 16 70019 TRIGGIANO -BA- tel. 080.4687959
Valentina MARUCCI - Vico Nuovo, 13 70019 TRIGGIANO -BA- tel. 080.4683729
Francesco M. SPECCHIO - Via Carroccio, 47 70019 TRIGGIANO -BA- tel. 080.4687686



RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA SUI CARATTERI DEL TERRITORIO INTERESSATO DAL PIANO URBANISTICO ATTUATIVO

ALLEGATI:

- A. Relazione sulla regimazione delle acque meteoriche
- B. Relazione geofisica sulle risultanze delle attività di prospezione geofisica esperite

Il consulente: **Dott. Geol. Vito Specchio**

Bari aprile 2016



PREMESSA

L'ottemperanza alla tematica in stretto riferimento, la competenza maturata in qualità di redattore degli studi a carattere tematico esperiti per la redazione del Piano di Tutela delle Acque della Regione Puglia (coordinamento scientifico esperito per SOGESID SpA), nonché la piena consapevolezza che la conoscenza dei caratteri del territorio deriva dalla diretta fruizione di verifiche geostrutturali e (in questa tematica in espletamento) prospezioni idrogeologiche direttamente condotte nelle aree di competenza della geotematica, non banalmente nella mera citazione generica delle "in aree vicinali", si è proceduto a verificare la popolazione del geoDB a disposizione. La citazione non è formale, bensì sostanziale. E' stata esperita una verifica delle condizioni geolitologiche e degli assetti litostrutturali in affioramento (integrità della copertura calcarenitica in stretta connessione con le potenziali interferenze con fenomeni di neotettonica, compromettenti l'integrità del sistema di top" a permeabilità per porosità), la valutazione della vulnerabilità dell'ammasso calcareo nei rapporti di trasgressione geostrutturale (stante l'esigua potenza della copertura calcarenitica), in stretto riferimento alle condizioni di carsismo diffuso e/o concentrato. Infine, e non di secondaria importanza, la valutazione della permeabilità in profondità, per la presenza di orizzonti calcarei in assetto geostrutturale di compattezza (o presenza di orizzonti calcareo dolomitici con giunti di strato significativi).

La notazione per esaltare il significato fisico dei dati inseriti, specificatamente di tutte le informazioni derivate direttamente da chi scrive per le due sezioni di lavoro esperite per l'ampliamento delle attività Produttive Officine Mottola (meno di 100 metri a SSW_cfr. cartografia associata), nonché delle attività geognostiche esperite a supporto delle attività edilizie "Lotti 1-2" (cooperative su via Fringuello). A seguire vengono inseriti stralci cartografici che consentono il corretto rilievo della location dell'area d'intervento e le verifiche di campo esperite a supporto di attività in riferimento.



Figura - Inquadramento dell'area di intervento

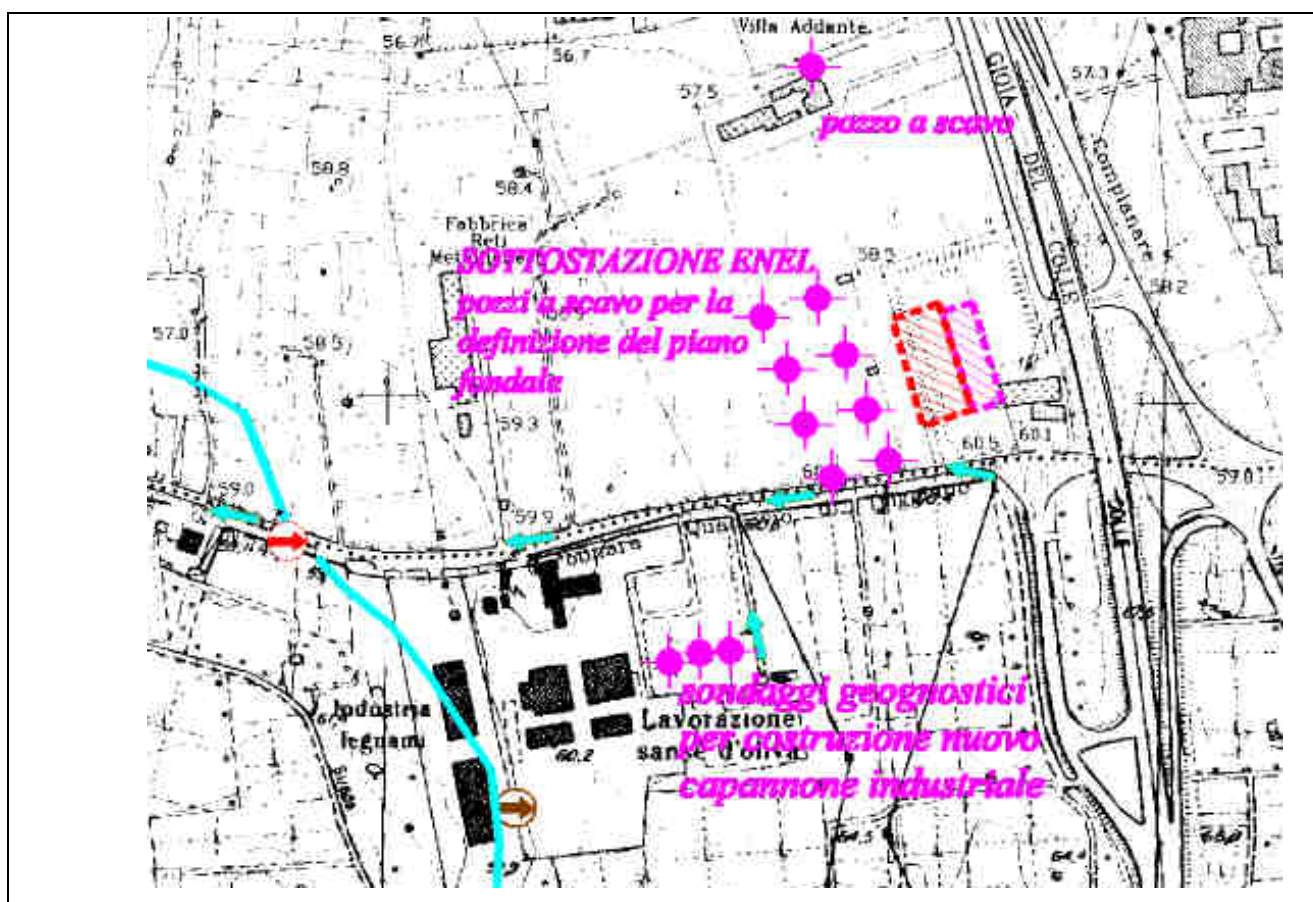


Figura 1 - Individuazione dei livelli informativi geotematici assunti di ingresso alle valutazioni degli assetti

Nella presente relazione si riporta un refresh del modello geologico-strutturale, dopo un inquadramento geologico e morfologico dell'area, si riporta lo studio idrogeologico atto a definirne le caratteristiche dell'area oggetto di intervento nonché verificare le condizioni di sicurezza della falda eventualmente presente. La verifica del contesto litostrutturale del comparto fisico-geografico di competenza è finalizzato alla valutazione dello scenario di compatibilità geomorfologica.

Per gli aspetti di dettaglio dell'analisi comparata tra modello geologico di riferimento e dati sperimentali di verifica della presenza di eventuali patologie di affezione -alterazione che avessero potuto palesare una condizione di rischio geologico o fattori ostativi alla realizzazione delle operatività interventistiche connesse al progetto è stata esperita una apposita campagna di indagini geognostiche che risultano RAGGRUPPATA NELL'ALLEGATO annesso alla presente relazione.

L'indagine, pertanto, è stata finalizzata a valutare:

- L'assetto geostrutturale degli ammassi rocciosi competenti i volumi significativi che saranno interessati dalle interazioni terreno-struttura.
- le caratteristiche idrogeologiche dei terreni oggetto dello smaltimento;

1 IL MODELLO GEOLOGICO D'INGRESSO: CONDIZIONAMENTI ASCRIVIBILI ALL'ASSETTO MORFOSTRUTTURALE

L'area oggetto dell'intervento è ubicata nella porzione Nord-occidentale dell'agro pertinente il Comune di Triggiano (BA), appena ad ovest dello snodo di viabilità S.S.100-Triggiano. Lo stralcio cartografico già inserito (cartografia 5000 edizione 1990) permette di derivare una informazione morfostrutturale sufficiente: un blando assetto morfologico di superficie di abrasione di un terrazzo, abraso e inciso da elementi morfoidrologici piuttosto gerarchizzati, sovente senza connessione, verosimilmente per "forti manomissioni antropiche pregresse.

All'attualità, la stessa struttura viaria principale della SS100 costituisce verosimilmente una discontinuità con rivisitazione e disegno dei sottobacini scolanti. In particolare l'area SSW risulta ubicata su un modesto elemento morfostrutturale di displuvio, uno spartiacque interno per sottobacini imbriferi interclusi (Figura 4) tributari del "T. Valenzano".

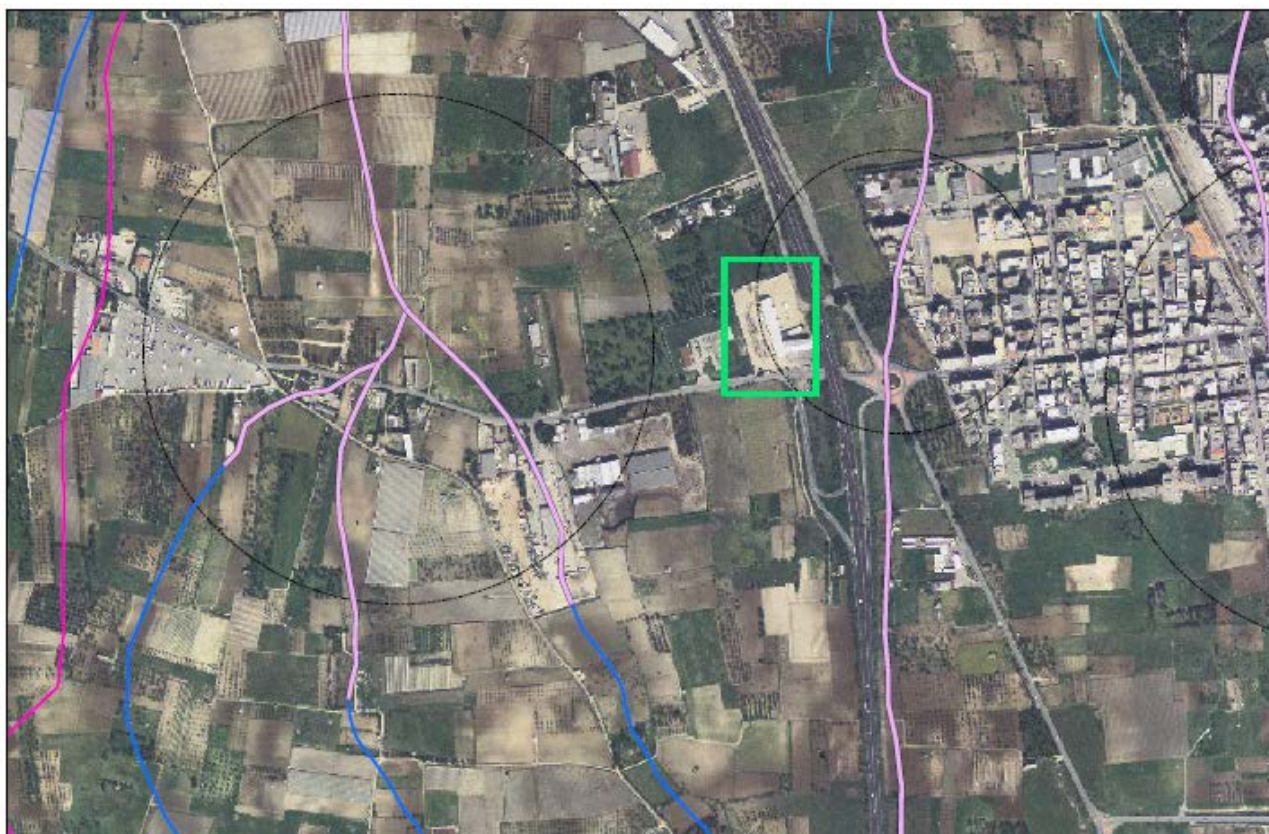


Figura 2 - contesto morfoidrologico schematico (elementi del reticolo idrografico fossile)

La cartografia ben evidenzia gli elementi del reticolo fossile riportati come “ricostruzione” dei tratti morfoidrologici di drenaggio superficiale non più facilmente riconoscibili (rispetto alle incisioni ben rilevabili nella zona meridionale del reticolo ramificato presente a sud degli insediamenti). L'assetto originario di tali solchi erosivi risulta sensibilmente compromesso dagli interventi antropici relativi a detti insediamenti. L'elemento idrografico tracciante l'area finitima della costruenda “isola ecologica”, di fatto non interferisce con l'area stante la realizzazione dei fabbricati, anche per la marcata manomissione antropica della nuova struttura della SS.100 in rilevato.

L'assetto morfostrutturale rappresenta, per ciò che concerne le problematiche del sottosuolo connesse alla evoluzione geostrutturale di un ammasso roccioso interessato da un solco erosivo, una discontinuità entro cui si concentrano i fenomeni di alterazione e degrado carsico. I rilievi e gli accertamenti geognostici condotti da chi scrive per il fabbricato Mottola e per l'insediamento produttivo SAFORT (op. già citata) hanno significativamente sottolineato le compromissioni della litozona d'interfaccia calcareniti/calcare. Ridondanti i modelli geostrutturali, presentati nella letteratura specialistica, che evidenziano le ripercussioni sull'assetto strutturale dei terreni (soprattutto nella zona d'interfaccia,

palesemente a differenziata permeabilità per struttura e tessitura litologica) ascrivibili al drenaggio delle acque superficiali d'infiltrazione lungo lo sviluppo dell'elemento morfoidrologico.

1.1 Aspetti geolitologici finalizzati all' evidenziazione di un modello litostrutturale d'interesse

A seguire viene presentata una corografia geolitologica dell'area di interesse.

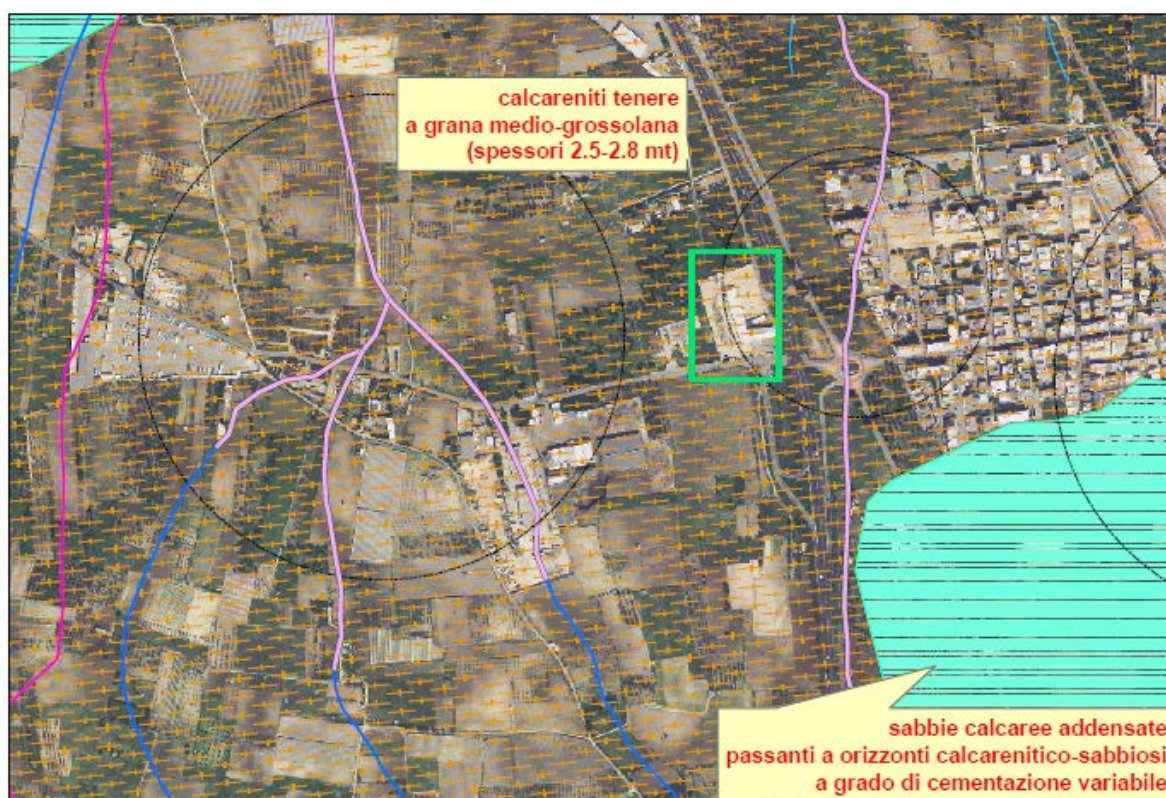


Figura 3 - Geolitologia dell'area

La cartografia inserita è finalizzata alla evidenziazione degli aspetti schematici delle formazioni ivi affioranti; tale elaborato è stato prodotto sulla scorta di un rilevamento foto-geologico rifinito ed ottimizzato da accertamenti di campo (condotti nell'area in occasione delle indagini esperite per le altre consulenze _op.citata).

In particolare l'area direttamente interessata dai rilievi e dagli accertamenti presenta uno schema assai semplice: si distingue una potente successione di rocce calcareo-dolomitiche del Cretaceo, sottilmente stratificate (Calcere di Bari), blandamente piegate, su cui poggiano in trasgressione depositi sabbioso-calcarenitici del Quaternario, con giacitura suborizzontale.

La successione stratigrafica comprende dal basso le seguenti unità:

- 1) Calcarea di Bari (Cretaceo inf.-medio);
- 2) Calcarenite di Gravina (Pliocene sup.-Pleistocene inf.);
- 3) Depositi marini terrazzati (Pleistocene inf.);

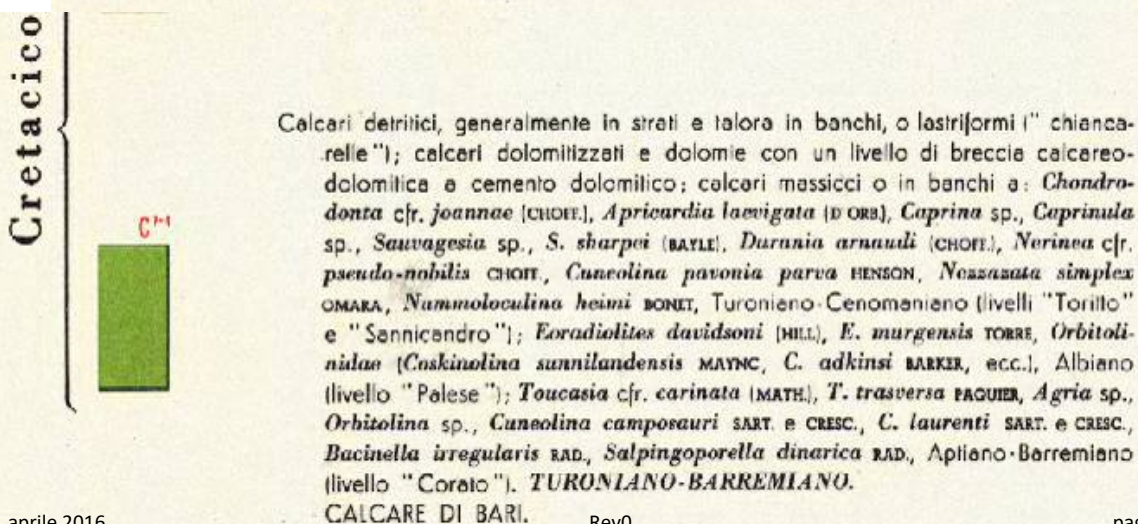
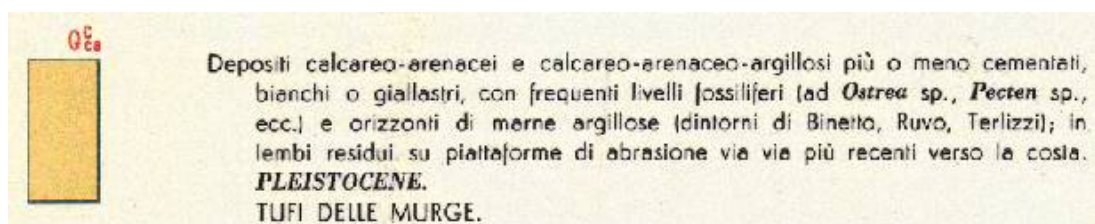
L'intera area in argomento è stata influenzata morfologicamente dai fattori che hanno modellato la fascia costiera delle Murge, con l'erosione del mare pleistocenico in regressione. Sono evidenti spianate di abrasione marina e scarpate di terrazzi, nonché i segni del drenaggio di superficie, che ha originato solchi erosivi. Come abbondantemente noto un chiaro rapporto di dipendenza lega gli elementi morfologici a quelli strutturali: le scarpate spesso coincidono con gradini di faglia talora più o meno elaborati dal mare; i dossi con le strutture positive; le depressioni vallive con le sinclinali. La quasi totalità dell'area in esame è quindi condizionata da tutte le evoluzioni geostrutturali e le consequenziali alterazioni che un solco erosivo può sviluppare, a partire dai drenaggi che si sono verosimilmente susseguiti nei tempi geologici, alle disarticolazioni dell'ammasso, alle erosioni, fino al decadimento dei caratteri geomeccanici soprattutto nelle litozone d'interfaccia dell'ammasso roccioso.

Si evidenziano gli strati d'informazione lito-stratigrafica, appena all'intorno dell'area di interesse, desunti da una serie di indagini geognostiche, rilievi e accertamenti geolitoologici condotti da chi scrive. Nello specifico si intende fare riferimento a:

- campagna di prospezioni geofisiche esperite per un ampliamento e la costruzione di un ulteriore corpo di fabbrica "Officine Mottola" eseguita (ottobre-novembre 2009).
- campagna geognostica eseguita (ottobre-novembre 1999) nelle aree adiacenti dello stabilimento SAFORT; indagini dirette del sottosuolo mediante perforazioni geognostiche con carotaggio continuo, spinte fino alla profondità max di 15 metri a partire dal piano di scavo (attestato a quota variabile da -2.40m a -2.80m dal piano calpestio). In tale lavoro, i rilievi geolitoologici e geostrutturali furono estesi a tutti le 18 posizioni di alloggiamento dei pilastri, interessate da scavi a sezione ristretta (pozzi profondi 4 metri) delle dimensioni variabili da 3.5x3.5m a 4.8x4.8 metri.

- Rilievi e accertamenti geolitologici in pozzi a scavo per la definizione dei piani di posa delle fondazioni dei singoli pilastri nella adiacente *sottostazione ENEL*.
- Rilievi esperiti in pozzo di prelievo idrico nella adiacente "Villa Addante" .

Il rilievo geologico di superficie non ha evidenziato la presenza di elementi tettonici di rilievo, ancorchè la cartografia Ufficiale CGI -nel seguito riportata in stralcio- evidenzi il lineamento "presunto" tra T.re Reddito e incrocio Triggiano-Carbonara. I dati visibili in superficie in aree immediatamente limitrofe e i dati della letteratura indicano che gli strati sono debolmente piegati e suborizzontali.



Infatti, dall'analisi della Carta Idrogeomorfologica redatta dall'AdB Puglia (cfr. Figura 3) non emerge la presenza, riferita all'area di interesse, di elementi geostrutturali; questi, invece, si rinvenivano a circa 500 m di distanza e sono rappresentati da discontinuità morfotettoniche (faglie presunte) e orli di terrazzo morfologico.

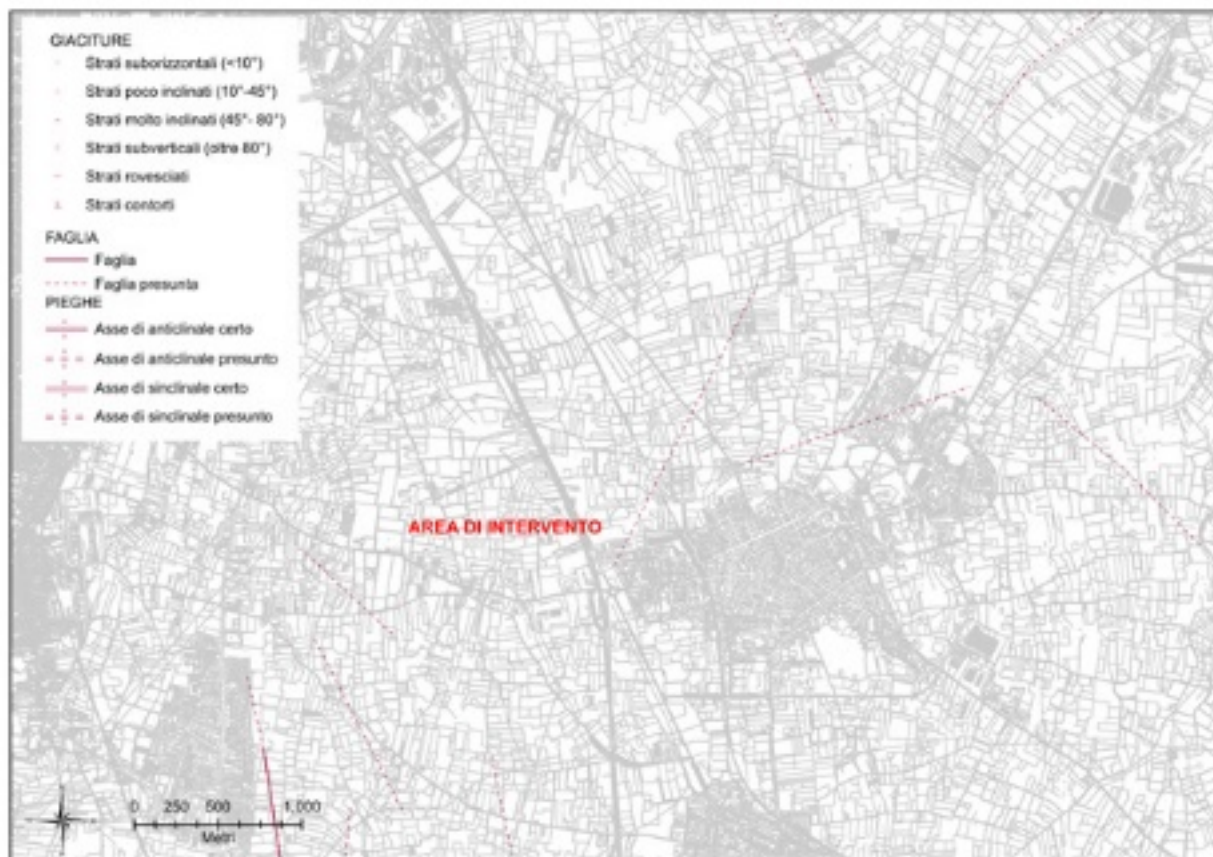


Figura 3 - Elementi geostrutturali (da Carta Idrogeomorfologica redatta da AdB Puglia - 2010)

Inoltre, per quel che concerne i caratteri idro-geomorfologici dell'area, dall'analisi della stessa Carta si è palesata l'assenza per l'area di intervento di elementi idro-geomorfologici di particolare rilevanza, mentre, in aree limitrofe rispetto al sito in esame, gli elementi idro-geomorfologici di maggiore rilievo sono rappresentati da forme legate all'idrografia e denominate "corsi d'acqua episodici", comunemente conosciute come "lame". Tali incisioni, in caso di precipitazioni molto abbondanti, sono in grado di convogliare ingenti quantitativi di acqua, caratteristica questa che rende le aree limitrofe ai solchi erosivi soggette al rischio di inondazione.

In particolare l'area di intervento si rinviene in sinistra idraulica della Lama Cutizza, a circa 1.800 m dal solco erosivo, e in destra idraulica dall'affluente in destra del Torrente Valenzano, a circa 600 m dal solco erosivo (cfr. Figura 4).

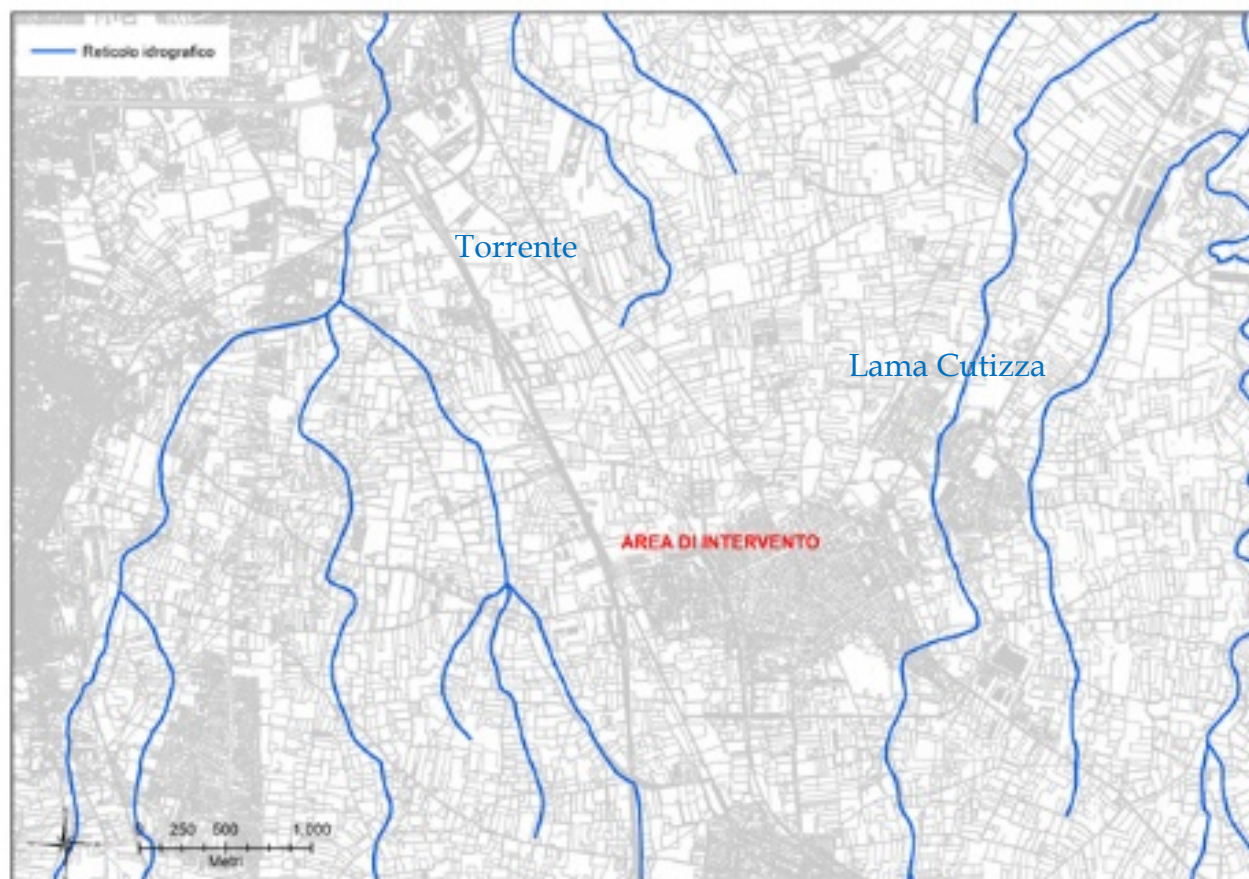


Figura 4 - Reticolo Idrografico tratto da Carta Idrogeomorfologica redatta da AdB Puglia - 2010

1.2 Assetto geo-stratigrafico nell'area di intervento

Come ben palesato dal modello geologico generale, posto in ingresso alla presente trattazione a carattere professionale-applicativo, da un punto di vista strettamente litologico sui terrazzi si rilevano terreni detritici e bioclastici prevalentemente calcarei, di età plio-pleistocenica, localmente noti con il nome onnicomprensivo di "tufi", trasgressivi sulla serie carbonatica dei "Calcari delle Murge".

In generale la porzione di territorio in esame, in particolare l'areale all'intorno delle Officine Mottola (indagine di dettaglio esperita, con dati diretti, fruibili) risulta ovunque impegnata da depositi calcarenitici, come ben testimoniato dalla presenza (a monte e a valle del sito in oggetto) di cave di calcarenite (tufo), peraltro rilevabili anche nella cartografia

ufficiale. Nell'area tale formazione quaternaria risulta generalmente spessa 2-4 metri circa (con gli spessori maggiori a WSW dell'area di stretto interesse, come rilevato direttamente dallo scrivente in occasione dell'affinamento geostrutturale esperito a supporto di una progettazione per interventi nel perimetro SAFORT). Spessori generalmente della potenza di 2.2-2.5 mt si sono rilevati in pozzo a scavo (di pregresso utilizzo) rilevato da chi scrive nelle aree di pertinenza della Sala Ricevimenti poche centinaia di metri a WNW del sito di stretto interesse.

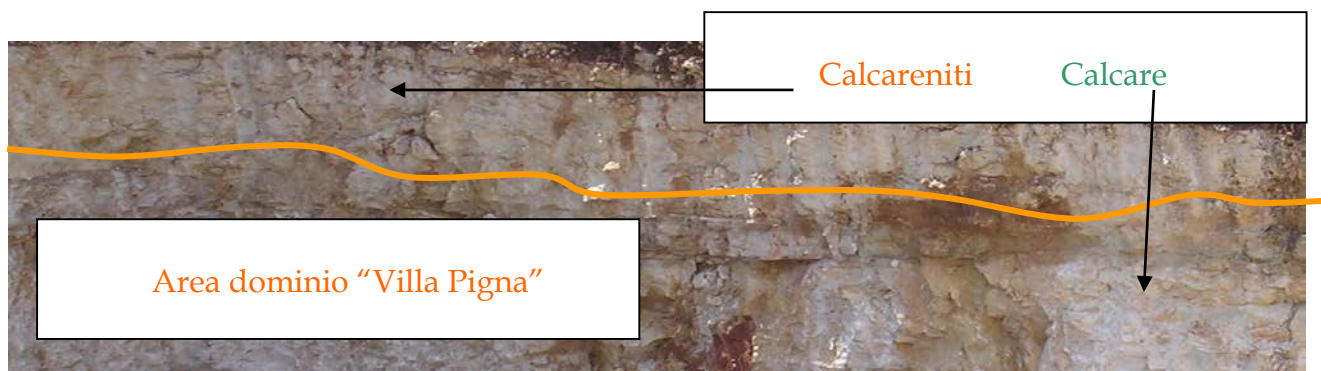
La formazione quaternaria può presentarsi, in funzione delle condizioni geologiche di diagenesi, sia sotto forma di facies calcarenitica organogena, massiccia o in strati, sia di depositi sabbioso-calcarenitici o, localmente, sabbioso-limosi, ovvero di un vero e proprio sabbione calcareo. Sovente si rilevano fenomeni di degradazione o di intercalazioni di livelli limoso-argillosi verdolini (come di seguito illustrato, relativamente alle indagini esperite). Frequenti sono i rinvenimenti di fenomenologie di alterazione carsica e paracarsica più o meno diffusi soprattutto nella zona di interfaccia calcareniti-calcareo. La formazione calcarenitica, che generalmente risulta trasgressiva sul sottostante basamento calcareo mesozoico, ma che in talune aree risulta separata da quest'ultimo da una litozona costituita da terre rosse limoso-argillose perlopiù sindiagenetiche, costituisce verosimilmente la colmata di bassi strutturali (sinclinali) e, sotto l'aspetto morfologico, delinea tutta una serie di terrazzi marini (piattaforme di abrasione marina), degradanti verso NE e rappresentanti episodi diversi dell'arretramento della linea di costa quaternaria, connessi al sollevamento del basamento cretaceo pugliese ed alle oscillazioni glacioeustatiche. Nell'area di stretto interesse, dai rilievi esperiti in sito, nonché da altri lavori geognostici presenziati da chi scrive in aree adiacenti (lotti 1-2-3-4 della Lottizzazione Casalino Nord), si rilevano notevoli fenomenologie carsiche nella zona di interfaccia con interposizione di litozone alterate o completamente sostituite dai prodotti dell'alterazione carsica.



sezione tipo area di intervento _Report illustrativo: rapporti geostratigrafici delle formazioni e rapporti geostruturali con evidenziazione delle alterazioni, del noise carsico nelle litozone d'interfaccia. Di particolare importanza l'assetto strutturale dell'ammasso calcarenitico, praticamente scevro da discontinuità (lineamenti di frattura lesioni passanti l'ammasso); di contro l'assise superficiale del substrato calcareo risulta diffusamente, ma a luoghi intensamente, carsificata, con prodotti residuali a guisa dei giunti di stratificazione o, puntualmente, lungo la superficie di discontinuità delimitante la litozone d'interfaccia.

Figura 5

Il basamento risulta costituito dalla formazione del "Calcare di Bari", i cui litotipi predominanti, nella successione litostratigrafica, sono rappresentati da facies carbonatiche massive o finemente stratificate e, talora, intensamente carsificate. In tale unità possono essere riconosciuti calcari biancastri, calcari micritici debolmente dolomitici di colore avana, con prevalenza predominante della litofacies calcarea su quella dolomitica.



I calcari si presentano generalmente di colore chiaro ed a granulometria ora fine (calcari micritici), ora grossolana (calcari bioclastici); i calcari dolomitici mostrano una struttura ora subsaccaroide ora fine e laminare. La suddetta successione ha subito disturbi di origine tettonica, che hanno prodotto blandi piegamenti degli strati ed originato piani di

fratturazione che attraversano la sequenza calcareo-dolomitica. Tale condizione facilita il fenomeno carsico per la dissoluzione chimica e per l'azione meccanica delle acque meteoriche di infiltrazione, che, in più luoghi, allargano i giunti di fratturazione e di stratificazione. In conseguenza a tale fenomeno si insinuano nel sottosuolo i prodotti dell'alterazione superficiale o delle sedimentazioni più recenti (terre rosse, sabbioni calcarei, ecc.) che formano in seno alla roccia ospitante vene e sacche di materiale di intasamento disposto a vari livelli. Quindi, un aspetto fenomenologico di peculiare importanza di questa formazione è quella di presentare, localmente e diffusamente, in funzione del grado di fratturazione e fessurazione, nonché della componente precipua della molecola carbonatica, un'accentuata degradazione chimico-fisica dei litotipi originari. Gli effetti di una prolungata carsificazione, sono sovente rappresentati da vuoti di dissoluzione, da ridefinizione profonda del litotipo calcareo in terre rosse residuali e da disarticolazioni della continuità stratigrafica primaria dello stesso o, addirittura, di perdita dei caratteri identificativi strutturali e tessiturali; essi conducono, nell'insieme, ad un drastico abbattimento delle caratteristiche geomeccaniche intrinseche delle litofacies.

1.3 Gli orizzonti litologici e le alterazioni lito-zonali

Nel seguito si indicano gli aspetti geostrutturali prevalenti e i caratteri di alterazione che influenzano gli ammassi che competono all'area di interesse.

a) coperture

Proprio nell'area che sarà impegnata dall'allestimento dell'unità "isola Ecologica" in epigrafe è presente uno spessore di circa 50cm, ma con irregolari ispessimenti, di terreno di pedogenizzato.

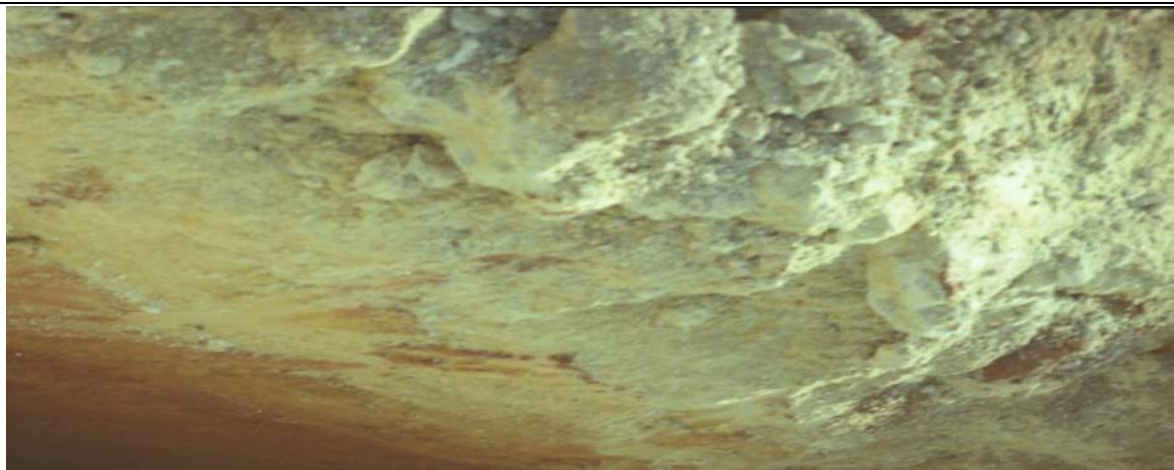
A luoghi, a ridosso con i settori perimetrali a diretto contatto con la viabilità stradale, possono rinvenirsi accumuli irregolari di varia natura, spessore e caratteri di addensamento, riferibili a riporti antropici pregressi e copertura pedogenetica.

b) Depositi Marini Terrazzati: calcareniti e sabbie calcaree

Sono formati principalmente da sedimenti bioclastici calcarei (calcareniti e calciruditi giallastre e silts calcarei biancastri), in cui possono rinvenirsi livelli di argille ed argille

marnose grigioverde. La successione stratigrafica tipo riscontrata nelle aree di interesse (cfr. documentazione fotografica), può essere così schematizzata:

il termine basale poggia direttamente sui calcari o mediante l'interposizione di terra rossa (FOTO "ampliamento stabilimento SAFORT, a SSW dell'area d'intervento), è costituito da sabbie calcaree che possono essere sostituite lateralmente e verso l'alto da argille ed argille marnose grigio verdi.



ρ	Vp (m/s)	Vs (m/s)	Sigma dinamico modulo di Poisson	E_{din} (kg/cmq) mod. Elasticita' dinamico	G_{din} (kg/cmq) mod. Taglio dinamico	K_{din} (Kg/cmq) modulo di Bulk (incompressibilità)	densita' geofisica (t/mc) lungo il profilo	a indice di disomogeneità	Estat
	500	235	0,36	2542	936	2988	1,66	2,13	306,1
	800	360	0,37	6593	2401	8655	1,82	2,22	794,2

ρ	Phi (°)	Pvs (kg/cmq)	Pvf (kg/cmq)	c (kg/cmq) coesione
	28	235	1800,00	0,00
	30	360	1900,00	0,05

il termine superiore è costituito da calcareniti ben cementate, anche se talora affette da fenomeni di carsismo interstratale (FOTO "zona sottostazione ENEL-Officine Mottola"), tanto da essere utilizzate, in passato, come materiale da costruzione ("Cave di Calcarenite in zone SSW).



I reports sono sufficienti per apprezzare che si tratta, in questa assise superiore (potenza di orizzonte litoide di circa 2.5-2.8 metri) di un vero e proprio ammasso roccioso omogeneo e sostanzialmente scevro da un quadro fessurativo. I litotipi sono caratterizzati da peso specifico totale di 1.5-1.7 g/cm³; la resistenza a compressione di questi orizzonti ben diagenizzati può arrivare a 40-60 Kg/cm², la coesione non risulta quasi mai nulla, come testimoniato dalla ottima verticalità di tutti i fronti della pregressa cava. La resistenza a taglio può essere caratterizzata da un angolo di attrito mai inferiore a 35°.

Relativamente al sito, nell'insieme i depositi (sabbie e calcareniti), copertura nei terrazzi marini e nelle relative scarpate di raccordo, mostrano un aspetto massiccio o risultano irregolarmente e maldistintamente stratificati (tutte le FOTO documentate), con giacitura blandamente inclinata verso la linea di costa. Il loro spessore varia nel sito di stretto interesse, da 2.4 a 2.8 metri, ovviamente in relazione all'andamento del substrato calcareo e alla presenza di locali irregolarità.

Frequenti sono i rinvenimenti di fenomenologie di alterazione carsica e paracarsica (come ben documentato) più o meno diffusi soprattutto nella zona di interfaccia calcareniti-calcare. Le porzioni spiccatamente sabbiose, allorquando totalmente sciolte a seguito di lavaggio da acque di falda, risultano anche scarsamente addensate. Gli orizzonti calcarenitici possono essere affetti da fenomenologie di alterazione paracarsica, sia in forma di occhi o crateri di terreni alterati e rossastri, sia per presenza di canalizzazioni con zone di vuoto o di scarso addensamento, o, infine, da orizzonti a cementazione incerta.

c) calcari mesozoici

Per quanto osservato nella campagna geognostica eseguite appena a SSW dell'area di interesse (ampliamento dello stabilimenti Officine Mottola e SAFORT), i calcari si presentano stratificati, con spessori di strato perlopiù di 10÷30 cm, o localmente anche lastriformi ("*chiancarelle*") o finanche laminari; essi sono generalmente fratturati (con distribuzione spaziale eterogenea) e, laddove non interessati da discontinuità tettoniche, presentano giacitura suborizzontale o comunque poco inclinata. Nelle aree di interesse si tratta di calcari detritici o a grana fine o calcari micritici e dolomitici, talora anche in disordinata alternanza; tuttavia i litotipi predominanti, nella successione litostratigrafica, sono rappresentati da facies carbonatiche massive o finemente stratificate. Si tratta dei ben noti calcari presenti in gran parte della provincia di Bari, famosi sia per le generalmente buone caratteristiche tecniche, sia per i notevoli problemi segnalati in caso di rinvenimento di patologie carsiche di rilievo.

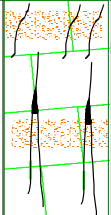
Nell'areale in esame i calcari si rinvengono a profondità variabili tra 2.4 e 2.8 metri dal p.c., ascrivibili alla morfostruttura del basamento mesozoico. Le cartografie inserite nella sezioni precedenti ben evidenziano la location fisico-geografica (dell'area destinata all'insediamento) in un area di cerniera tra due lineamenti morfoidrologici; talché l'irregolarità del substrato è correlabile anche ai fattori post-diagenetici, elementi di irregolarità di morfo-neotettonica. In affioramento la superficie di abrasione marina con regolarità topografica piuttosto eloquente; si ribadisce infatti la condizione di assenza di disturbi e discontinuità relativamente all'ammasso calcarenitico. Di contro si segnala (come nel seguito ben palesato) una condizioni di marcato stato di fatturazione nell'assise superiore del substrato calcareo che, in giustapposizione con un assetto di intensa stratificazione, conferisce all'ammasso calcareo (in questa litozona di top del substrato) una permeabilità elevata.

1.4 La verifica delle condizioni di permeabilità intrinseca in corrispondenza dell'orizzonte d'interfaccia con il substrato calcareo mesozoico

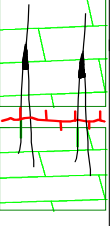
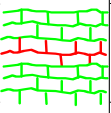
La illustrazione dell'assetto geostrutturale sopra palesato ha risvolti applicativi di notevole interesse per le finalità del presente report di consulenza specialistica; grande risalto è necessario associare al noise carsico nelle litozone d'interfaccia. L'assetto strutturale dell'ammasso calcarenitico, praticamente scevro da discontinuità (lineamenti di frattura lesioni passanti l'ammasso) conferisce al top della struttura litica in affioramento un carattere di mitigazione della

permeabilità, con scarsa possibilità di trasporto e fluitazione verso la zona di interfaccia calcarea (affetta dai disturbi elencati).

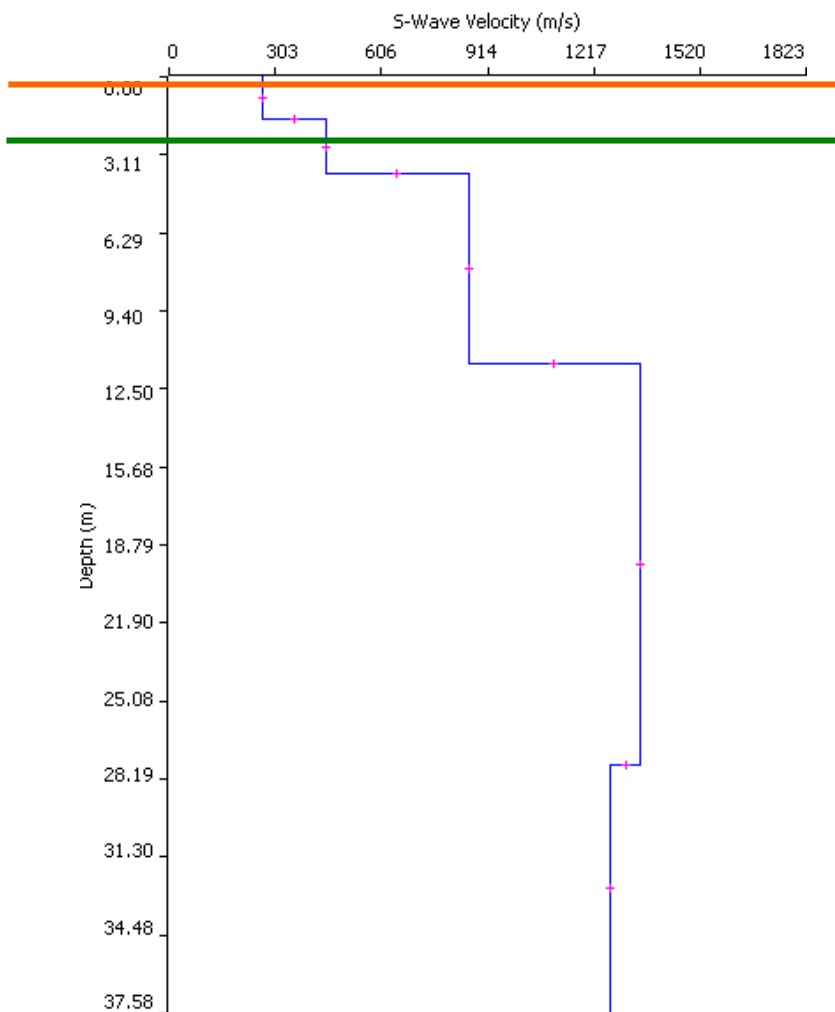
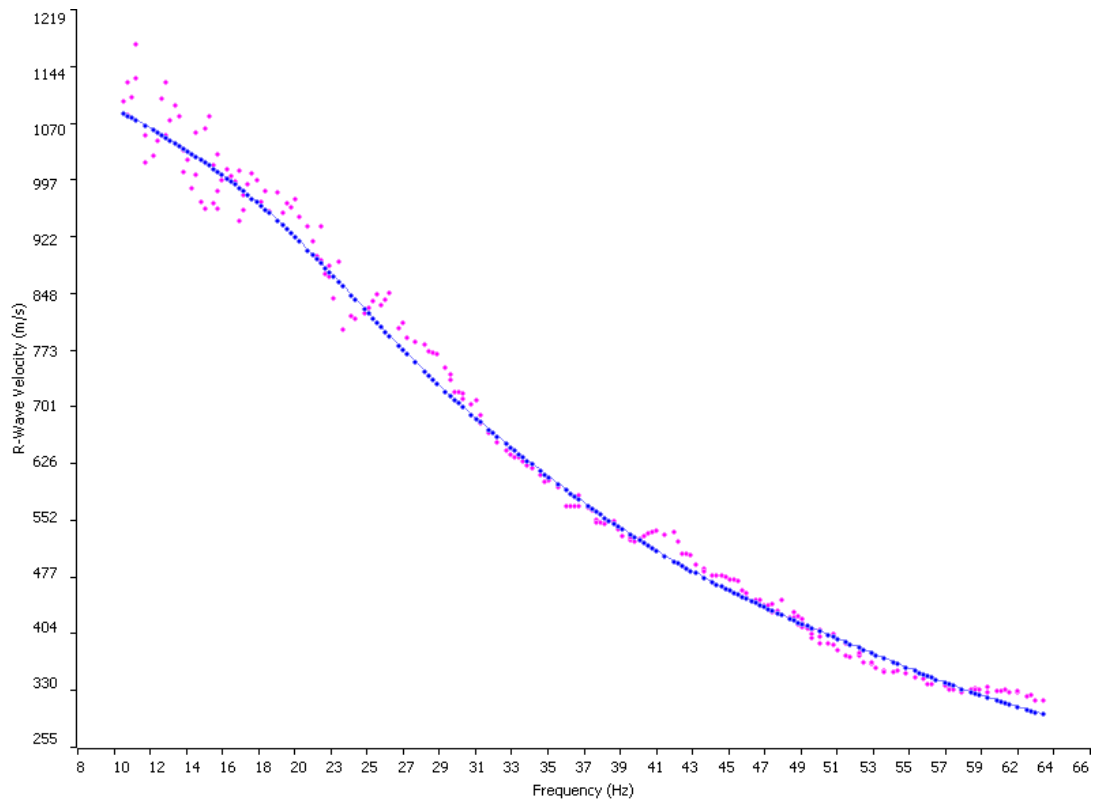
Di contro l'assise superficiale del substrato calcareo risulta diffusamente affetto da un sistema di lesioni.

CANTIERE: SAFORT S.p.A. _ S.P. Triggiano _ Carbonara Comune di CAPURSO (BA) Progetto di ampliamento dello stabilimento (capannone prefabbricato)				Consulenza geologica Dott. Geol. Vito SPECCHIO			
SONDAGGIO S1		data ottobre 1999		STRATI INFORMATIVI DISPO			
quota sondaggio eseguito sul piano di scavo di fondazione, a quota -2.4 m dal p.c.		H ₂ O		Rilievi e accertamenti litostratigrafici di supporto al progetto di "Allestimento di capannone" adiacente l'opificio esistente delle OFFICINE MOTTOLA s.r.l.			
D			perdita del fluido di circolazione a m. -4.5 da p.r.		falda	rinvenimento -	
perfor.	investimento provvisorio	profondità dal p.c. (m)	spessore strati (m)	colonna stratigrafica		livello statico (m)	
DESCRIZIONE LITOLOGICA					R. Q. D. % C.R		
					25 50 75		
101 mm	127 mm	3.4	0.3	 calcare micritico avana-nocciola, passante a calcare dolomitico, da poco fratturato a fratturato (finanche, a tratti, ridotto in molteplici poliedri: tra 0.3 e 0.9m da boccaforo), debolmente carsificato; fratture perlopiù subverticali, intasate da detrito sabbioso fine, giallastro (perso durante il recupero di carotaggio).			
		3.4	0.3	VUOTO			
		3.7	0.8	calcare micritico avana-biancastro, compatto o poco fratturato			
		4.5	0.2	VUOTO			
		4.7	0.9	calcare micritico avana-biancastro, stratificato, perlopiù compatto, passante al letto a fratturato			
		5.6	0.2	VUOTO			
		5.8	0.7	calcare micritico avana-biancastro, stratificato, poco fratturato			
		6.5	2.5	calcare micritico avana-biancastro, passante a calcare dolomitico, fratturato; medio-alta frequenza di discontinuità, costituite da giunti di strato intersecanti lineamenti di frattura verosimilmente aperti (avanzamento irregolare del carotiere, senza intercettazione di cavità beanti, ovvero senza segnalazioni di rilievo delle pressioni di avanzamento e di rotazione).			
		9.0	3.0	porzione dell'ammasso roccioso interessata da significative alterazioni della continuità primaria: strati rocciosi carsificati alternati a cavità carsiche calcare dolomitico molto fratturato e carsificato, a stratificazione subparallela decimetrica; alta frequenza di rinvenimento di discontinuità carsiche. RECUPERO DI CAROTAGGIO 50%			
		12.0	3.0	calcare micritico avana-biancastro, passante a calcare dolomitico, fratturato; medio-alta frequenza di discontinuità, costituite da giunti di strato intersecanti lineamenti di frattura perlopiù poco serrati o aperti. Piccole sacche di terre rosse residuali			
15.0							

CANTIERE: SAFORT S.p.A. _ S.P. Triggiano _ Carbonara Comune di CAPURSO (BA)				Consulenza geologica Dott. Geol. Vito SPECCHIO			
SONDAGGIO S2				data ottobre 1999			
quote sondaggio eseguito sul piano di cava di fondazione, a quota -2.5 m dal p.c.				H ₂ O			
D				perdita del fluido di circolazione a m 5.5 da p.r.		falda	
rinvenimento - livello statico (m)							
DESCRIZIONE LITOLOGICA				R. Q. D. % C.R			
				25 50 75			
perfor.	rinvenimento provvisorio	profondità dal p.c. (m)	spessore strati (m)	colonna stratigrafica			
		0.6	0.6		calcare micritico avana-nocciola, stratificato, fratturato; intasamenti di detrito sabbioso nelle fratture		
		0.7	0.1		V U O T O		
		2.0	1.3		calcare micritico avana-nocciola, a stratificazione perlopiù decimetrica, fratturato; discontinuità costituite da giunti di strato intersecanti lineamenti di frattura subverticali, sovente carsificati		
		3.0			calcare micritico avana-nocciola, massiccio, stratificato, con frequenti fratture molto inclinate (rilevate alla scala del campione) perlopiù aperte, con riempimento costituito da prodotti residuali. A vari livelli si sono intercettate litozone alterate, con discontinuità intasate da terre rosse residuali (tra 2.4 e 2.5m; tra 3.5 e 3.7m; tra 4.5 e 4.7m).		
		5.0					
		5.5	0.5		calcare micritico avana-biancastro, compatto o poco fratturato		
		5.9	0.4		V U O T O		
		6.4	0.5		calcare a grana medio-fine, fratturato		
		6.6	0.2		V U O T O		
		6.8	0.2		calcare a grana medio-fine, fratturato		
		7.7	0.9		V U O T O		
		8.0	0.3		calcare a grana medio-fine, molto fratturato		
		9.3	1.3		calcare a grana media con giunti di strato anche di 25cm, alternate a litozone molto fratturate e ridotte in molteplici poliedri		
		9.5	0.2		V U O T O		
		9.7	0.2		V U O T O		
		10.0	0.3		V U O T O		
		15.0	5.0		calcare a grana media, "farinoso", da fratturato a molto fratturato, caratterizzato da medio-alta frequenza di discontinuità, costituite da giunti di strato intersecanti lineamenti di frattura aperti (discontinuità da 10.4 a 10.6; da 11.3 a 11.7m; da 14.4 a 14.6m). Nelle fratture subverticali si rinvencono laccature di terre rosse residuali.		

CANTIERE SAFORT S.p.A. _ S.P. Triggiano _ Carbonara Comune di CAPURSO (BA) Progetto di ampliamento dello stabilimento (capannone prefabbricato)					Consulenza geologica Dott. Geol. Vito SPECCHIO		
SONDAGGIO S3		data ottobre 1999		STRATI INFORMATIVI DISPONIBILI			
quota sondaggio eseguito sul piano di scavo di fondazione, a quota -2.8 m dal p.c.		quella esistente H_2O		Rilievi e accertamenti litostratigrafici di supporto al progetto di "Allestimento di capannone" adiacente l'opificio esistente delle OFFICINE MOTTOLA s.r.l.			
Ø		perdita del fluido di circolazione a m.		falda		rinvimento -	
perfor.	rivestimento provvisorio	profondità dal p.c. (m)	spessore strati (m)	colonna stratigrafica	livello statico (m)		
				DESCRIZIONE LITOLOGICA		R. Q. D. %	
						C.R.	
						25 50 75	
101 mm 127 mm		3.5	3.5	 <p>calcare micritico avana-nociola, a stratificazione maldistinta; perlopiù fratturato e, talora, leggermente carsificato con vene di terre rosse residuali. Sostanzialmente privo di discontinuità (solo rinvimento da 3.4 a 3.5m). Frequenti vacuolarità perlopiù dell'ordine del centimetro e diffuse ricristallizzazioni</p>			
		3.5	1.5	 <p>calcare a grana media biancastro, poco fratturato o localmente (da m 4.0 a m 4.5) fratturato; giunti di strato da 15 a 20 cm</p>			
		5.0					

Curva di dispersione Re.Mi.



E' opportuno precisare che dal profilo RE.MI. si ricavano i valori di velocità delle onde S lungo la verticale a circa metà della lunghezza dello stendimento fino ad una profondità mutevole in funzione della variazione delle frequenze; generalmente, se non ci sono particolari "accidenti" la profondità di investigazione è pari alla lunghezza dello stendimento; dunque per la BS1 non è stato necessario eseguire alcuna estrapolazione del dato.

Questo risultato di processo elaborativi costituisce ulteriore elemento di valutazione delle idrogeologica, delle condizioni geostrutturali delle formazioni in profondità.

Vs30 = 880 m/s a partire dal piano d'indagine

2 CARATTERI IDROGEOLOGICI E IDROGRAFICI DELL'AREA

In generale nell'areale la rete idrografica superficiale scarsamente organizzata trova spiegazione nella facilità con cui si verifica l'infiltrazione delle acque di precipitazione per la presenza in vaste zone delle forme carsiche di superficie.

Nell'area di stretto interesse il tetto della falda idrica sotterranea si rinviene, data la vicinanza con la linea di costa, a circa 1-2 m sopra il livello mare. Inoltre, essa soffre di tutti i problemi degli acquiferi costieri sovrasfruttati, ed in primo luogo di salinizzazione (pozzo privato "Villa Addante"; pozzi Ente Irrigazione sulla complanare Est della S.S.100, poche centinaia di metri a valle del sito in oggetto). Questo significa che, a causa degli emungimenti selvaggi e non autorizzati anche in aree limitrofe a quella del Comune, la lente di acqua dolce che dovrebbe galleggiare sull'acqua salata è ormai quasi inesistente e sostituita da uno strato di acqua salmastra, inidonea all'irrigazione. L'interfaccia con l'acqua di mare, originariamente a profondità di almeno una cinquantina di metri sotto il l.m. ormai è risalita notevolmente. Tale caratteristica non risulta condizionante ai fini della scelta tipologica delle insediamento (asse asta torrentizia a 400 metri a ovest; il lineamento morfoidrologico è di fatto separato dal rinterro della SS.100, che definisce un antropico spartiacque), in quanto la blanda morfologia non risulta incisa; è verosimile supporre una

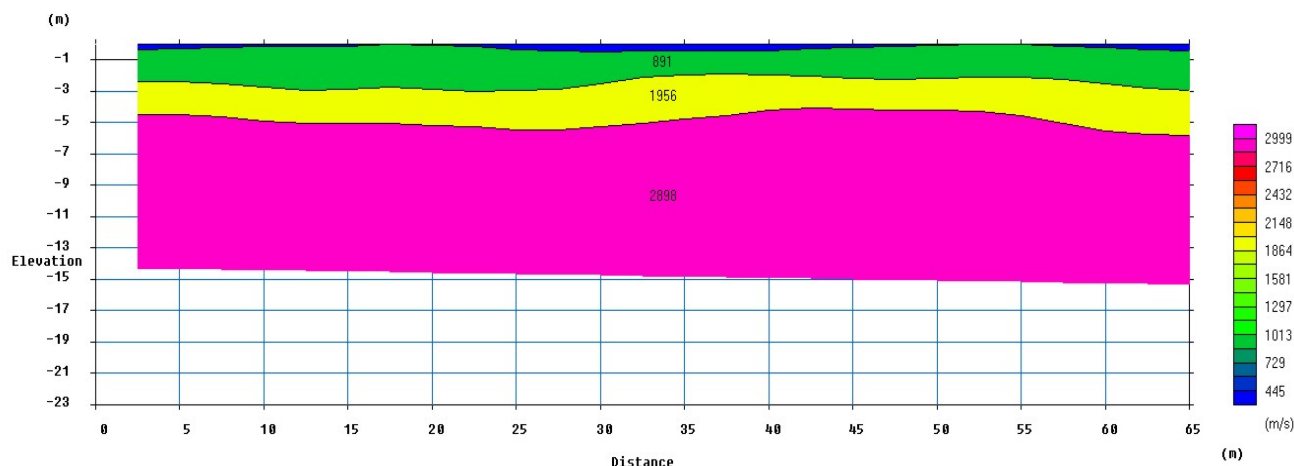
aliquota di ruscellamento nettamente disturbata dalle viabilità stradali (per i tempi di corrivazione connessi), comunque superiore a quella di infiltrazione nel sottosuolo.

Gli eventi meteorici aventi caratteristiche di “precipitazioni estreme” sono tipicamente caratterizzati da frequenze per fortuna molto basse; gli effetti sono tuttavia fortemente modificati dagli interventi antropici nell'ambito dei bacini di pertinenza, con effetti che, nelle nostre aree, possono anche tendere casualmente ad elidersi: si parla, nello specifico, da una parte degli interventi di impermeabilizzazioni di aree sempre più vaste per pavimentazioni stradali, costruzioni edilizie ed altre opere; dall'altra, un certo disordine nelle attività costruttive ed agricole e nelle estrazioni di materiali di cava, ha condotto alla creazione di aree prive di deflussi superficiali, per sbarramenti perimetrali o semplicemente nelle direzioni di deflusso.

Tali situazioni, ben evidenziabili nelle aree circostanti quella di interesse, sono suscettibili di ulteriori modificazioni nel senso più sfavorevole rispetto alle problematiche di deflusso di superficie, che potrebbe facilmente ricostituirsi su valori prossimi a quelli massimi del bacino, od anche superarli.

A queste considerazioni devono aggiungersi quelle relative alla presenza, talora, di un ammasso calcarenitico affiorante piuttosto omogeneo e privo di un sistema di lesioni o di implementazione dei caratteri di permeabilità secondaria (*calcareniti* presenti in sito presentano una *permeabilità* primaria dell'ordine di $k = 1 \times 10^{-7} \text{ cm/sec}$). Come già evidenziato, tale situazione determina una scarsissima possibilità, di fatto, di infiltrazione verso il basso delle acque di superficie (area Officine Mottola: dopo episodi piovosi in trincee open-cut, non intercettando l'ammasso calcareo, chi scrive ha rilevato periodi di allagamento, poiché rese prive di vie di deflusso naturali). Infatti le *Calcareniti* bioclastiche rilevate in affioramento hanno un basso $K \approx 10^{-7} \div 10^{-8} \text{ cm/sec}$, rocce permeabili per porosità interstiziale. Peraltro, come già dettagliato nella apposita sezione che riferisce dell'assetto litologico, la formazione Pleistocenica, al letto, presenta un netto passaggio a calcareniti sabbiose, con matrice limosa e limi argillosi verdolini.

L'assetto stratigrafico degli ammassi, completo, è meglio rappresentato da una sezione sismostratigrafica ricavata da apposita prospezione in area “Officine Mottola” a poche decine di metri di distanza dalla location “isola ecologica”.



2.1 *Il substrato calcareo mesozoico: Rocce permeabili per fessurazione e carsismo*

La permeabilità per fessurazione e carsismo, o permeabilità in grande, è propria di rocce praticamente impermeabili alla scala del campione, data la loro elevata compattezza, ma nelle quali l'infiltrazione e il deflusso può avvenire attraverso i giunti di stratificazione e le fratture. Tali discontinuità possono allargarsi per fenomeni legati alla dissoluzione chimica (carsismo).

Questo tipo di permeabilità caratterizza il "Calcare di Bari". Laddove il calcare è intensamente fratturato e carsificato, risulta molto permeabile ed è sede di una cospicua ed estesa falda idrica di base (o falda carsica) il cui ruolo idrostrutturale è di "acquifero".

Il valore della permeabilità è compreso tra: $K= 1 \cdot 10^{-2} - 1 \cdot 10^{-3} \text{ cm/sec}$.

Nell'area non sono presenti falde acquifere superficiali. Il substrato calcareo si presenta permeabile per fessurazione e carsismo e pertanto non sono presenti livelli impermeabili che possono sostenere falde superficiali. È invece presente una falda acquifera profonda confinata da un orizzonte calcareo-dolomitico (livello cripto cristallino) potente circa 20 metri, proprio appena al disopra dell'attuale livello mare. Talchè la vulnerabilità intrinseca d'insieme del sistema carbonatico e dell'interconnesso acquifero carsico, risulta fortemente condizionato nella trasmissività idraulica, nell'alimentazione delle acque di infiltrazione (con ricarica nei bacini endoreici a monte (alto strutturale del "Pacifico", gradino morfologico della Piantata di Cellamare), ovvero nell'idrodinamica dell'intero sistema.

L'aspetto ha determinazioni applicative non di poco conto. Si intende fare riferimento alla indicazione a carattere idrogeologico di "non terebrare l'ammasso" (**in propensione di ricorso a pozzi rovesci in orizzonte anidro**) oltre i 40 metri dalla quota media del perimetro in esame, in modo tale da assicurare non un banale franco di sicurezza numerico, bensì la non lesione o discontinuità antropica di un orizzonte calcareo dolomitico, conservata da giunti di strato di oltre 60 cm e fessure ricementate da calcite spatica, come da rilevamento nel corso di esame del "personale" geo-DB ad orientamento tematico idrogeologico, ovvero gli esiti di pozzi terebrati nelle aree limitrofe a cui si è fatto già riferimento, il cui livello statico si trova a circa 56 metri dal piano campagna. Tale profondità è indicativa della superficie piezometrica ma i dati di pozzi presenti nel territorio comunale indicano che la falda è in pressione a profondità maggiori. Ciò è indicativo della presenza di livelli calcarei compatti ed impermeabili che confinano la falda e ne impediscono l'immissione diretta di acque di dilavamento e di prima pioggia attraverso gli stati anidri del sottosuolo. È appena il caso di dire che deve comunque essere sempre rispettato un franco di sicurezza sufficiente a evitare qualunque fenomeno di inquinamento.

Per quanto riguarda la capacità di assorbimento del suolo e del sottosuolo è bene ricordare che la formazione affiorante è costituita dal "Calcere di Bari" che presenta una permeabilità per fessurazione e carsismo; poiché la falda è di tipo confinato, è evidente che sono presenti frequenti livelli di calcare compatto, a tratti dolomitico, e livelli argillosi a profondità inferiori a quelle del livello statico della falda.

Il deflusso, dedotto dall'andamento delle isopieze, si esplica in pressione in prevalenza verso N-E e la scarica a mare delle acque di falda avviene sia in forma diffusa che concentrata attraverso le numerose scaturigini sottomarine con un gradiente idraulico piuttosto elevato (0.4 - 0.5%). Tale superficie piezometrica è localmente posta a circa 5 m s.l.m. ed è inclinata verso la linea di costa.

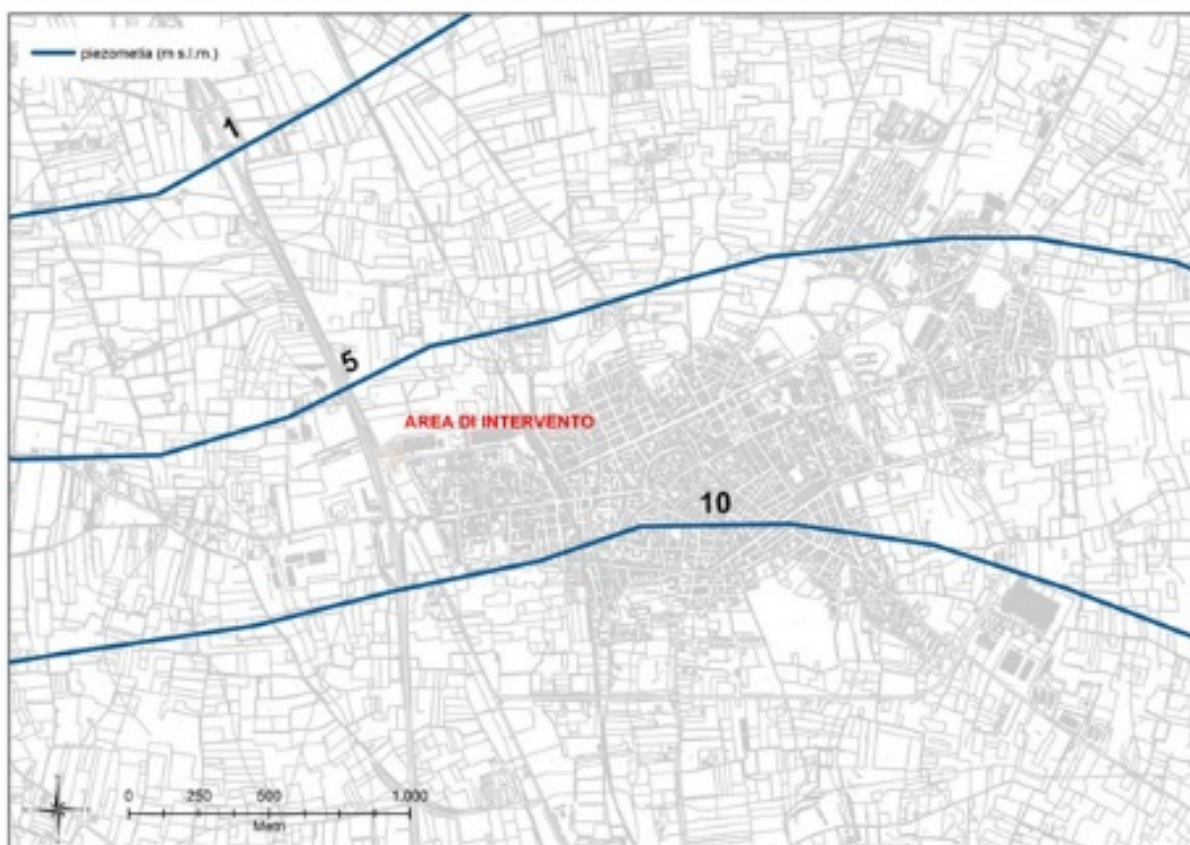


Figura 6 – Estratto piezometria da PTA Puglia (studi idrogeologici V.Specchio e G.Ferrari, SOGESID SpA)

3 CONFORMITÀ DELL'INTERVENTO CON INDIRIZZI, DIRETTIVE ED EVENTUALI PRESCRIZIONI IN CAMPO AMBIENTALE

3.1 Direttive imposte dal PAI

La Legge n. 183/1989 sulla difesa del suolo ha stabilito che il bacino idrografico, inteso come “il territorio dal quale le acque pluviali o di fusione delle nevi e dei ghiacciai, defluendo in superficie, si raccolgono in un determinato corso d’acqua direttamente o a mezzo di affluenti, nonché il territorio che può essere allagato dalle acque del medesimo

corso d'acqua, ivi compresi i suoi rami terminali con le foci in mare ed il litorale marittimo prospiciente”.

Strumento di gestione del bacino idrografico è il Piano di Bacino che si configura quale strumento di carattere “conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, difesa e valorizzazione del suolo e alla corretta utilizzazione delle acque, sulla base delle caratteristiche fisiche ed ambientali del territorio interessato”.

Il Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.) della Regione Puglia è stato adottato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino il 15 dicembre 2004 ed approvato dallo stesso Comitato Istituzionale il 31 novembre 2005.

La determinazione più rilevante ai fini dell'uso del territorio è, senza dubbio, l'individuazione delle aree a pericolosità idraulica e a rischio di allagamento.

Il Piano definisce le aree caratterizzate da un significativo livello di pericolosità idraulica, in funzione della frequenza di accadimento di eventi di piena o comunque di eventi meteorici particolarmente intensi e delle caratteristiche morfologiche del territorio:

- ✓ Aree a alta pericolosità idraulica (AP). Porzione di territorio soggette ad essere allagate con un tempo di ritorno (frequenza) inferiore a 30 anni;
- ✓ Aree a media pericolosità idraulica (MP). Porzione di territorio soggette ad essere allagate con un tempo di ritorno (frequenza) compresa fra 30 anni e 200 anni;
- ✓ Aree a bassa pericolosità idraulica (BP). Porzione di territorio soggette ad essere allagate con un tempo di ritorno (frequenza) compresa fra 200 anni e 500 anni.

Inoltre, sono state individuate, sul territorio, le aree a pericolosità geomorfologica crescente: PG1, PG2 e PG3; la PG3 comprende tutte le aree già coinvolte da un fenomeno di dissesto franoso. Versanti più o meno acclivi (a secondo della litologia affiorante), creste strette ed allungate, solchi di erosione ed in genere tutte quelle situazioni in cui si riscontrano bruschi salti di acclività sono aree PG2. Le aree PG1 si riscontrano in

corrispondenza di depositi alluvionali (terrazzi, letti fluviali, piane di esondazione) o di aree morfologicamente spianate (paleosuperfici).

Il Piano definisce, infine, il Rischio Idraulico (R) come Entità del danno atteso correlato alla probabilità di inondazione (P), alla vulnerabilità del territorio (V), al valore esposto o di esposizione al rischio (E) determinando:

- ✓ Aree a rischio molto elevato - R4;
- ✓ Aree a rischio elevato - R3;
- ✓ Aree a rischio medio/moderato - R2.

La scarsa consistenza dell'assetto idro-geomorfologico e geostrutturale nelle finitime aree di intervento è ulteriormente confermata dalla cartografia del PAI (Piano di Assetto Idrogeologico approvato con deliberazione del Comitato Istituzionale n.39 del 30.11.2009) consultata sul web-gis e dalla Carta Idrogeomorfologica. E' emersa, infatti, l'**assenza** di perimetrazioni e quindi di vincoli rispetto alle aree definite e definibili a rischio Idraulico (Figura 5) e/o Geomorfológico (Figura 6).

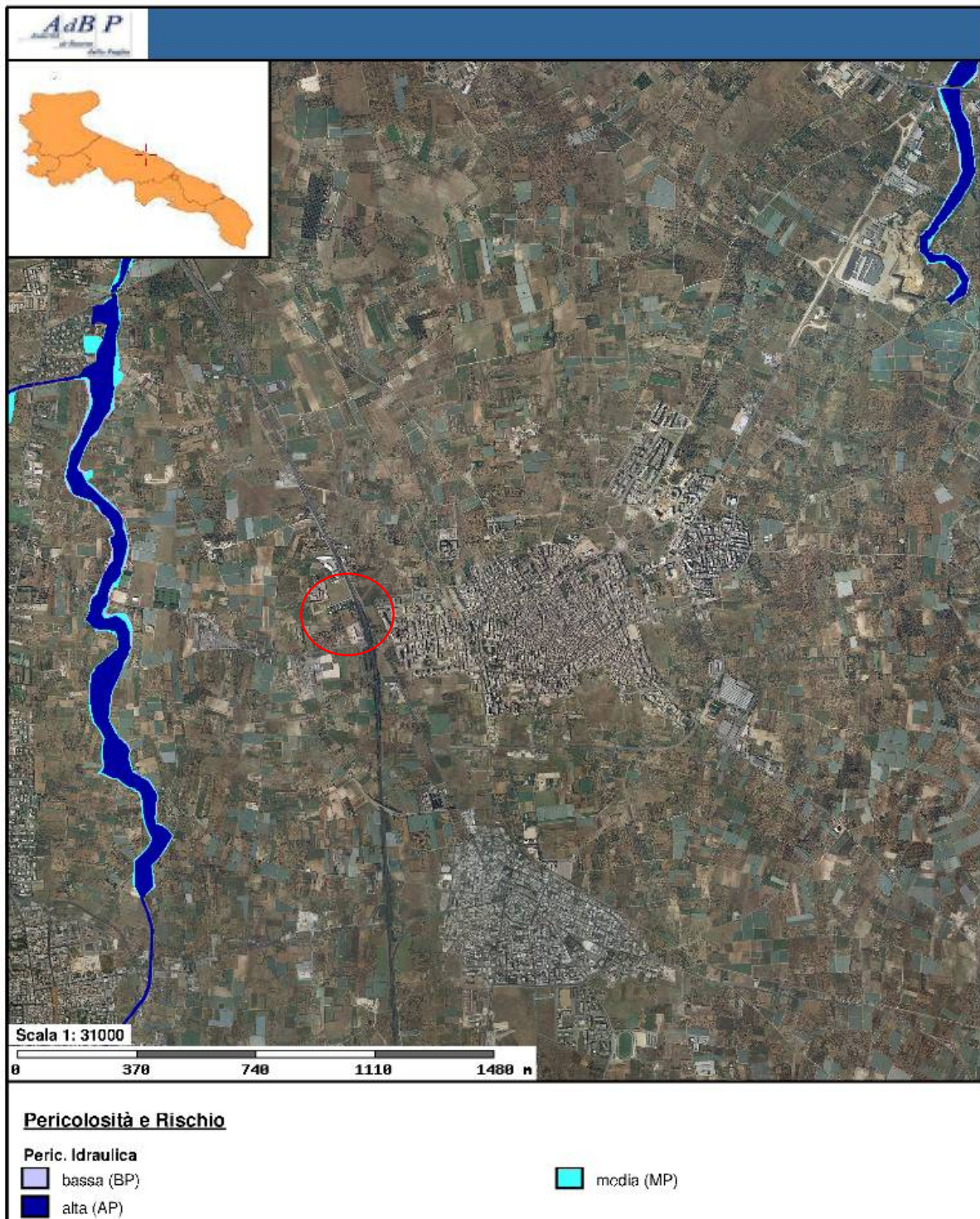


Figura 7 - Pericolosità idraulica PAI Puglia.

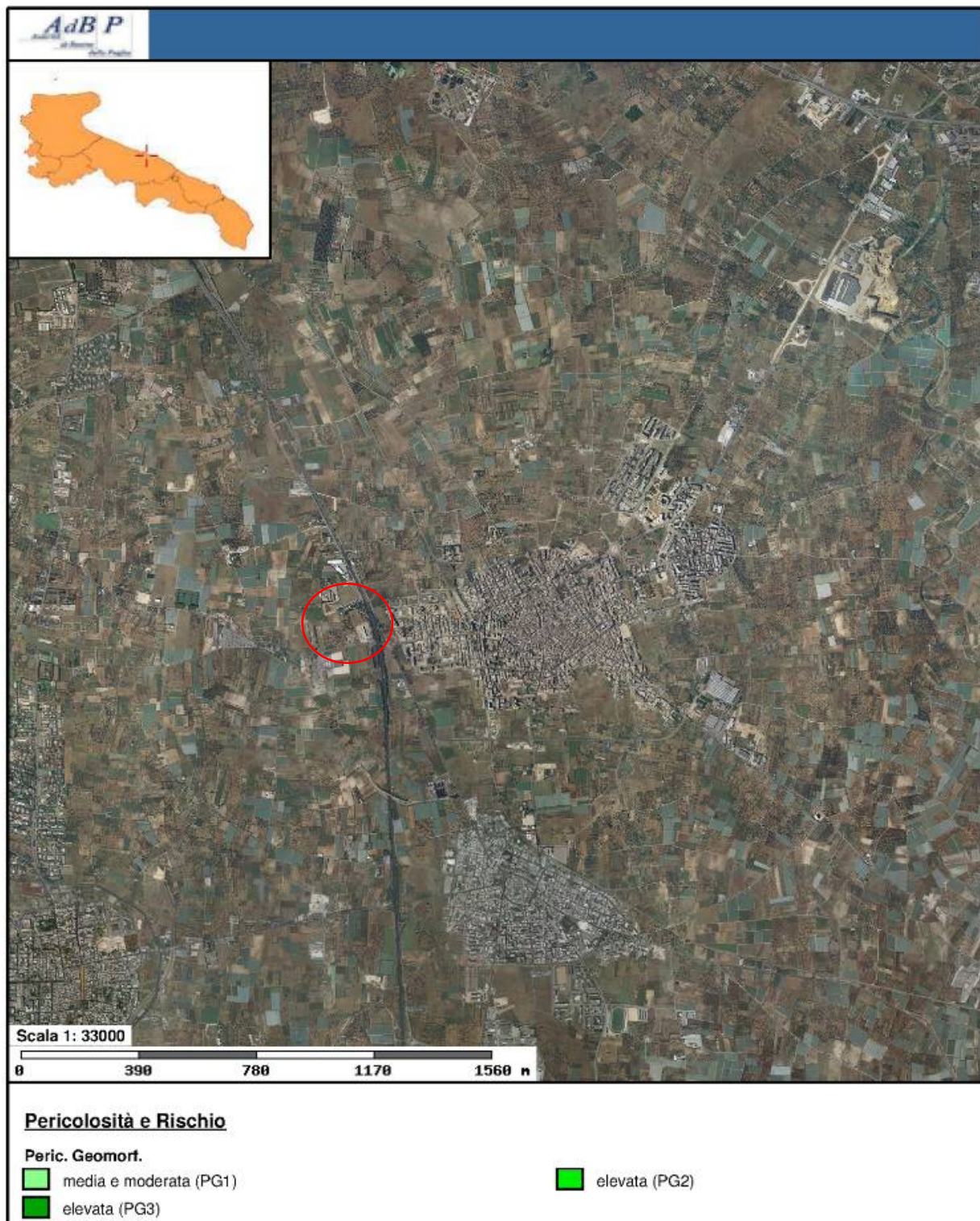


Figura 8 - Pericolosità geomorfologica PAI Puglia.

3.2 *Direttive imposte dal PTA Puglia*

Dalla consultazione della cartografia del PTA Puglia è possibile osservare (Figura 7) come quasi tutta l'estensione territoriale del comune di Triggiano, compresa quindi l'area

di interesse, ricade nella perimetrazione delle aree a contaminazione salina, condizione, questa, in alcun modo ostativa alla realizzazione dell'opera di progetto. Non sono invece presenti "zone di protezione speciale idrogeologica".

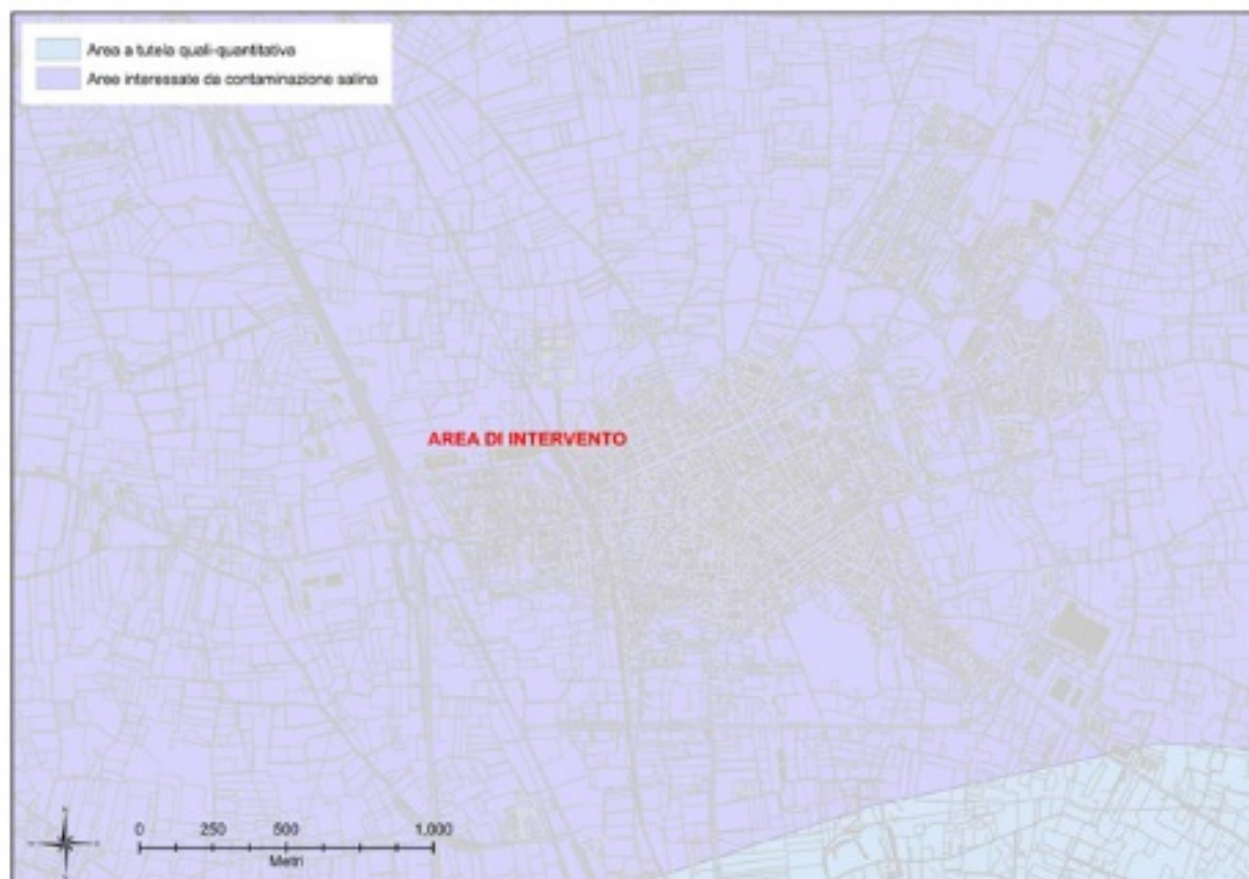


Figura 9 - Aree di vincolo d'uso degli acquiferi PTA Puglia.

3.3 Aree SIC e ZPS (REGIONE PUGLIA)

La Direttiva 79/409/CEE, detta "Direttiva Uccelli Selvatici" e volta alla conservazione degli uccelli selvatici, fissa che gli Stati membri, compatibilmente con le loro esigenze economiche, mantengano in un adeguato livello di conservazione le popolazioni delle specie ornitiche. L'art. 4, in particolare, disciplina la designazione di Zone di Protezione Speciale (ZPS) da parte degli Stati Membri, ovvero dei territori più idonei, in numero e in superficie, alla conservazione delle suddette specie.

La direttiva, infatti, disciplina le procedure per la realizzazione del progetto di rete Natura 2000, i cui aspetti innovativi sono la definizione e la realizzazione di strategie comuni per la tutela dei Siti costituenti la rete (ossia i pSIC e le ZPS). Inoltre agli articoli 6 e 7

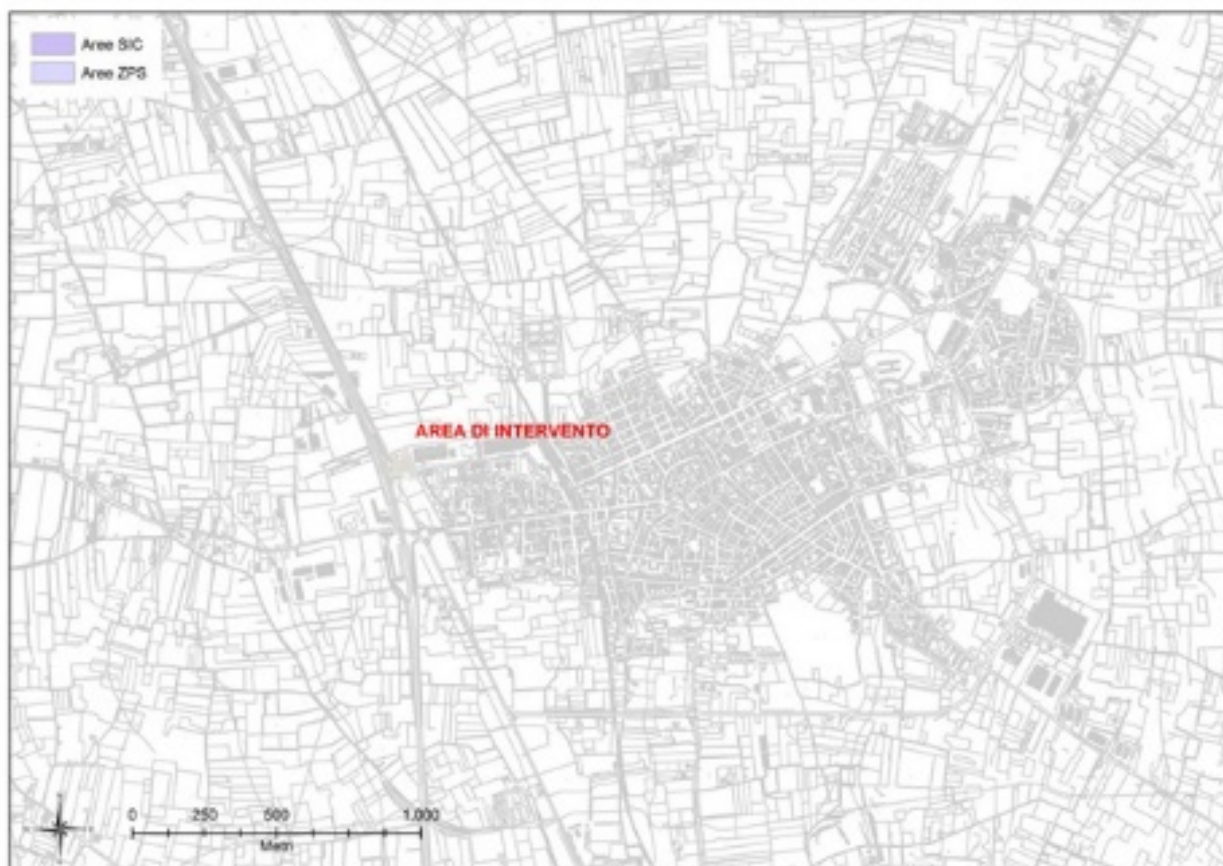
stabilisce che qualsiasi piano o progetto, che possa avere incidenze sui Siti Natura 2000, sia sottoposto ad opportuna Valutazione delle possibili Incidenze rispetto agli obiettivi di conservazione del sito.

Lo stato italiano ha recepito la “Direttiva Habitat” con il D.P.R. n. 357 del 08.09.1997. In seguito a tale atto le Regioni hanno designato le Zone di Protezione Speciale e hanno proposto come Siti di Importanza Comunitaria i siti individuati nel loro territorio sulla scorta degli Allegati A e B dello stesso D.P.R..

La Rete Natura 2000 in Puglia è costituita dai proposti Siti di Importanza Comunitaria (pSIC) e dalle Zone di Protezione Speciale (ZPS), individuati dalla Regione con D.G.R. del 23 luglio 1996, n. 3310. Successivamente con la D.G.R. del 8 agosto 2002, n. 1157 la Regione Puglia ha preso atto della revisione tecnica delle delimitazioni, dei pSIC e ZPS designate, eseguita sulla base di supporti cartografici e numerici più aggiornati.

La consultazione del database cartografico dell’Ufficio Parchi e Riserve Naturali della Regione Puglia ha messo in evidenza, per l’area in oggetto, l’assenza di perimetrazioni relativamente alle aree SIC (Siti di Interesse Comunitario) e ZPS (Zone di Protezione Speciale).

Figura 10 - SIC-ZPS.



4 VALUTAZIONE SULLA CARATTERIZZAZIONE FISICO-ELASTICA DELLA LITOSTRUTTURA IN AFFIORAMENTO

La formazione calcarea è un mezzo anisotropo la cui permeabilità varia puntualmente sia in direzione verticale che orizzontale, per effetto della presenza di fessure, fratture e cavità carsiche. Il valore di permeabilità, per la stima della profondità del pozzo necessario a smaltire le acque meteoriche, è stato preso considerando i valori di bibliografia di aree limitrofe. Le fratture beanti e le cavità aumentano notevolmente i valori di assorbimento portando il valore del coeff. K sull'ordine di 10^{-2} cm/sec (10^{-4} m/sec).

Dalle velocità sismiche, ricavate dall'indagine a rifrazione superficiale classica in onde P ed dalla metodologia Re.Mi. (in corrispondenza dello stendimento sismico BS02), sono stati calcolati alcuni parametri geotecnici.

Assegnando, infatti, la densità in sito, ricavata empiricamente mediante l'equazione di Gardner, che lega la densità alla velocità delle onde longitudinali (V_p), sono stati calcolati il coefficiente di Poisson e alcuni moduli elastici dinamici. Le determinazioni dei moduli elastici, eseguite mediante tali metodologie sismiche, sono riferibili a volumi significativi di terreno in condizioni relativamente indisturbate a differenza delle prove geotecniche di

laboratorio che, pur raggiungendo un elevato grado di sofisticazione ed affidabilità, soffrono della limitazione di essere puntuali cioè relative ad un modesto volume di roccia.

Dai valori di velocità di propagazione delle onde P, è stato possibile ricavare la sismostruttura del sottosuolo in corrispondenza della **Base Sismica BS01, BS02 e BS03**.

Il sottosuolo investigato è stato distinto, per i profili eseguiti, in quattro sismostrati ciascuno caratterizzato da un determinato valore di velocità delle onde di compressione.

Generalmente, data la lunghezza degli stendimenti eseguiti e la natura litologica dei terreni esaminati, è stato possibile investigare il sottosuolo fino ad una profondità compresa tra 12m e 18m a partire dalla superficie topografica.

Di seguito si riportano le risultanze delle basi sismiche eseguite:

✓ BS01 in onde P: si individuano quattro sismo strati

	Velocità Onde P in m/s	Velocità Onde S in m/s	Intervallo di profondità (m)	Descrizione
1	368	-	0,00÷0,80	Terreno vegetale
2	563	-	0,80÷2,10	Calcarenitida da poco cementate
3	1395		2,10÷4,00	Calcareniti cementate
4	2259	-	4,00÷12,00	Calcare fratturato e alterato

✓ BS02 in onde P ed S (mediante Re.Mi.): si individuano quattro sismo strati

	Velocità Onde P in m/s	Velocità Onde S in m/s	Intervallo di profondità (m)	Descrizione
1	357	150	0,00÷1,20	Terreno vegetale e/o riporto
2	648	314	1,20÷2,50	Calcareniti poco cementate
3	1636	827	2,50÷6,00	Calcareniti cementate
4	2180	1200	6,00÷12,00	Calcere fratturato e alterato

✓ BS03 in onde P: si individuano quattro sismo strati

	Velocità Onde P in m/s	Velocità Onde S in m/s	Intervallo di profondità (m)	Descrizione
1	315	-	0,00÷0,50	Terreno vegetale
2	885	-	0,50÷3,00	Calcarenitida mediamente cementate
3	1620	-	3,00÷4,50	Calcareniti cementate
4	2434	-	4,50÷18,00	Calcere fratturato e alterato

	STRATO 1	STRATO 2	STRATO 3	STRATO 4
Velocità onde P (m/s):	357	648	1636	2180
Velocità onde S (m/s):	150	314	827	1200
V_{LAB} = Velocità onde P di laboratorio (m/s):	6000	6000	6000	6000
SPESORE MEDIO STRATO (m)	1,00	2,00	3,00	8,00
Profondità Media Strato (m)	0,50	1,50	3,00	6,50
Modulo di Poisson (ν)	0,39	0,35	0,33	0,28
Densità naturale (γ_{nat} in gr/cm³)	1,35	1,56	1,97	2,12
Porosità % (\emptyset) (correlazione Rzhovsky e Novik (1971))	47,41%	44,69%	35,46%	30,37%

MOD. di YOUNG DINAMICO - (E_{din} in Mpa o Nmm²)	83	407	3508	7662
MOD. di TAGLIO DINAMICO (G_{din} in Mpa o Nmm²) $G_{din} = E_{din}/(2*(1+\nu))$	30	151	1320	2987
MOD. di BULK (K) (Mpa o Nmm²): $K = E_{din}/(3*(1-2*\nu))$	129	442	3406	5875
MOD. di YOUNG STATICO (E_{stat} in Mpa o Nmm²) (Rzhovsky et alii, 1971)	10	49	422	923
MOD. di TAGLIO STATICO (G_{din} in Mpa o Nmm²)	4	18	159	360
MOD. DI COMPRESSIONE EDOMETRICA (M in Kg/cm²) (da velocità onde P e densità) $\gamma*vp^2$ (valido per le terre)	171	656	5269	10051
MOD. DI COMPRESSIONE EDOMETRICA (M in Kg/cm²) $M = E * [(1-\nu) / (1-\nu-2*\nu^2)]$ (relazione di NAVIER)	204	788	6346	12108

Rigidità Sismica ($\gamma*V_p$) (Tonn/m²*sec)	202	490	1628	2538
Frequenza dello Strato	38	39	69	38
Periodo dello Strato	0,03	0,03	0,01	0,03

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DELLE TERRE (NON VALIDO PER LE ROCCE)				
SPT (N) VALUE (Imai and Yoshimura, 1977)	8	RIFIUTO	RIFIUTO	RIFIUTO

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE AMMASSO ROCCIOSO (NON VALIDO PER LE TERRE)				
RMR Bieniawsky (valido solo per le rocce da E statico)	NA	22	59	73
Φ (angolo di attrito in °)	NA	28	30	31
C (coesione in kg/cm²)	NA	1,1	3,0	3,7
Rapporto di velocità VR (utilizzando per il valore delle Vp in laboratorio 6000m/sec)	NA	0,108	0,273	0,363
Rapporto di velocità al quadrato (VR²)	NA	0,012	0,074	0,132
RQD (0,97x(Vp/VLAB)²*100	NA	1,1%	7,2%	12,8%
RQD (relazione empirica sui calcari - F. Zezza 1976	NA	5,5%	19,8%	29,5%
COEFFICIENTE DI SOTTOFONDO				
B (ipotesi dimensione fondazione superficiale in cm)	100	100	100	100
D (ipotesi diametro palo in m)	0,50	0,50	0,50	0,50
K = (Coeff. di Winkler in Kg/cm³--> VESIC 1961) $k = E/[B(1-\nu^2)]$	1,19	5,66	48,29	102,29
K_v (Coeff. di Winkler verticale in Kg/cm³--> $K_v = \alpha^2 * E d/b$ dove $\alpha^2 = 2/\log_e(b+2H)/b$	1,95	11,02	107,26	297,97
K_n (Coeff. di Winkler orizzontale in Kg/cm³ - Chiarugi-Maia)	1,39	16,35	299,44	1226,32

INDICAZIONI SU CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE SUPERFICIALE				
Fs (Fattore di sicurezza= Vp/Vs)	2,4	2,1	2,0	1,8
Q_{ult} (kg/cm²) = $\gamma_{nat} * v_s^*(0,1)$ (Keceli 2012)	2,02	4,90	16,28	25,38
Q_{amm} = Q_{ult}/Fs	NA	2,38	8,23	13,97

Infine per la classificazione geotecnica dell'ammasso, nell'ambito dello stesso foglio di calcolo, attraverso le letture sismiche, sono state determinate indirettamente, i valori di indice di qualità della roccia (RQD), nel caso degli ammassi rocciosi, la coesione dell'ammasso e l'angolo di attrito dello stesso.

Allo stesso tempo, per l'analisi dei pali sottoposti a forze orizzontali e nella verifica a svergolamento è stato determinato, indirettamente, il coefficiente di reazione orizzontale,

K_h . Tale modulo viene determinato dalla formula di Chiarugi Maia secondo la quale è funzione di: modulo edometrico, modulo elastico del palo, diametro del palo, coefficiente di Poisson.

In ultimo per effettuare un'ulteriore verifica sui fattori di deformabilità delle terre, attraverso la relazione di Imai and Yoshimura, del 1977 sono stati determinati i valori di resistenza alla deformabilità del tipo SPT attraverso i valori delle velocità sismiche di taglio.

Di seguito sono riportati i principali moduli elastici dei terreni riguardanti lo sismico svolto; tali valori si riferiscono al deposito pertanto devono essere intesi come valori medi.

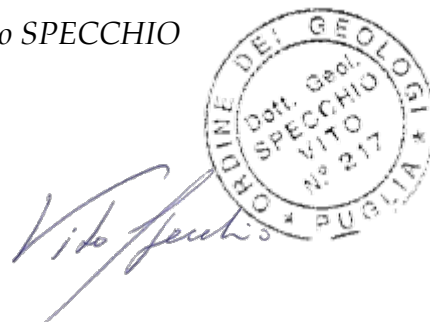
PROFILO RE.MI.	VELOCITA' DI PROPAGAZIONE CALCOLATA DAL PIANO CAMPAGNA (Vs30)	CATEGORIA DI SUOLO
ReMi 01	1109m/s	A

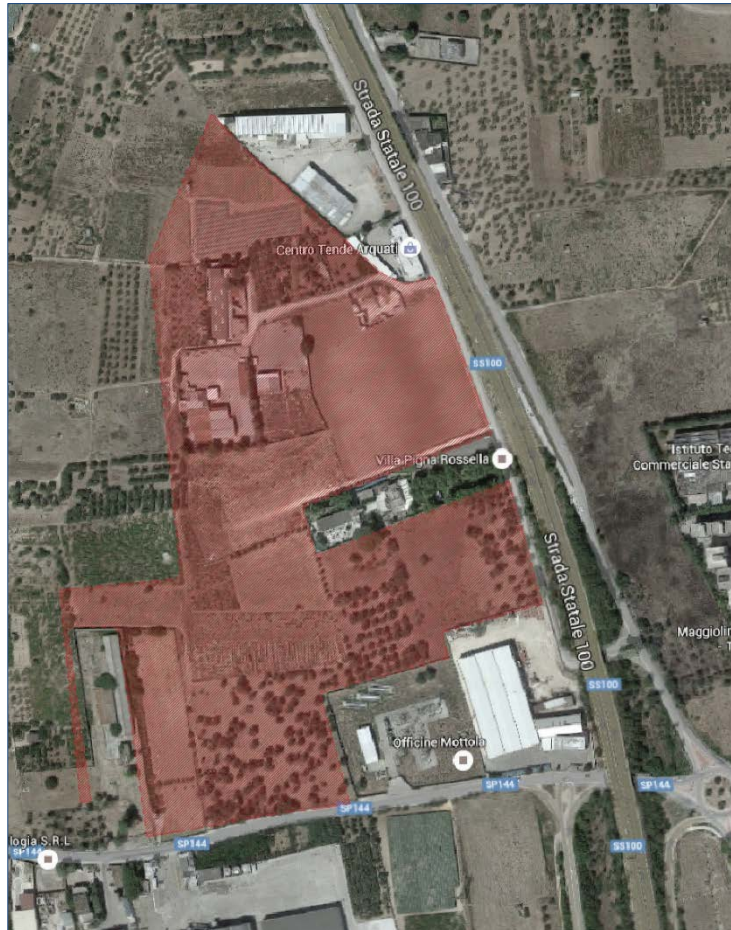
Triggiano aprile 2016

Il Consulente

Geologo

Dott. Geol. Vito SPECCHIO





ALLEGATO A :

RELAZIONE SULLA REGIMAZIONE DELLE ACQUE METEORICHE

Dott. Geol.
SPECCHIO
VITO
n° 217
PUGLIA

Vito Specchio

Il consulente: **Dott. Geol. Vito Specchio**

Bari aprile 2016

INTRODUZIONE AGLI ASPETTI APPLICATIVI DELLA TEMATICA

Il report in progressiva illustrazione è stato redatto con precipue finalità di supporto sia alla progettazione infrastrutturale per le opere impiantistiche di regimazione e regolarizzazione delle piogge zenitali ed alla scala del sottobacino scolante, sia, e soprattutto, di supporto alla valutazione delle soluzioni tecniche adottate ad evidenziazione della salvaguardia ambientale. Per tal ultimo proposito si intende fare riferimento alla predisposizione di un condominio idraulico con realizzazione di una sezione di intercettazione e trattamento per ogni lotto (o lotti accorpabili), collettamento in un asse di drenaggio centralizzato, veicolazione verso un sistema integrato di accumulo, sedimentazione secondaria e riutilizzo come risorsa industriale disponibile (ovvero dotazione di vasca di accumulo e condotta di rilancio per gli usi industriali delle singole attività produttive).

L'area oggetto del presente documento tecnico ricade all'interno del territorio comunale del Comune di Triggiano (BA), in una zona adiacente alla protrusione W-NW del centro abitato del comune (quartiere Casalino). L'area di lottizzazione è, attualmente, accessibile mediante viabilità di gestione provinciale, ovvero la Strada Provinciale che collega il rondò di via Casalino alla complanare della strada di grande comunicazione S. S. 100, nonché, come secondo asse viario, la Triggiano-Carbonara. L'area oggetto di Piano urbanistico attuativo risulta attualmente caratterizzata dalla presenza di alcuni lotti già edificati, in cui sono presenti diverse attività industriali ed artigianali. Il disegno urbanistico proposto pur considerando di stralciare, rispetto alla perimetrazione di intervento, queste aree già edificate, tenta di ricomprenderle in uno schema di funzionamento complessivo. Nello specifico l'area in questione (come ben palesato dalla relazione generale del Progetto di Lottizzazione) sarà interessata dalla realizzazione di superfici a standard realizzate in modo da essere facilmente accessibili e funzionali, infatti, queste aree sono collocate in adiacenza alla viabilità pubblica, sia esistente che di progetto. In particolare le aree destinate a standard per verde e attrezzature sono collocate in adiacenza sia della viabilità pubblica, sia delle aree che risultano già cedute al patrimonio comunale.

Per quanto riguarda le aree destinate a standard per parcheggi, sono stati individuati due grandi ambiti: il primo, con accesso dalla nuova viabilità pubblica di progetto, posizionato in corrispondenza dell'area a standard per verde-attrezzature di maggior estensione; il secondo, con accesso dalla complanare ovest della S.S. 100, risulta collocato in corrispondenza dell'uscita della nuova viabilità pubblica sulla suddetta complanare.

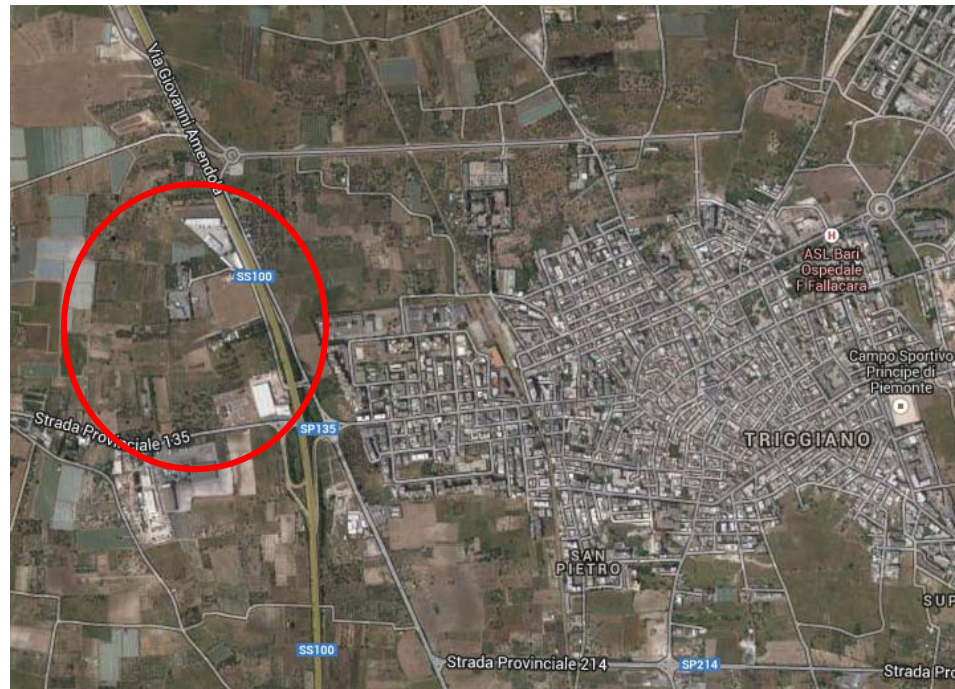


Figura 1 - Ubicazione della sezione di comparto fisico-geografico rispetto al centro abitato



La superficie occupata dalla lottizzazione sarà in parte pavimentata ed impermeabile, comunque opportunamente attrezzata mediante la realizzazione di un sistema drenante e a convogliamento direzionato, con pendenza del 5 per mille in direzione della opere di intercettazione e di raccolta delle acque meteoriche di dilavamento per le quali sarà pertanto realizzato un idoneo sistema di trattamento.

Essendo l'area oggetto di intervento di fatto "ancora una lottizzazione" assimilabile ad aree adibite a "potenziali centri di gestione e trasformazione dei prodotti vari ". Di Talché non che sussista il rischio di "dilavamento di sostanze pericolose o di altre sostanze che possano pregiudicare il conseguimento e/o mantenimento degli obiettivi di qualità dei corpi recettori", ma in questa fase di progettazione, ovvero non a vendite e realizzazioni avvenute, non è possibile aprioristicamente dimensionare il sistema di raccolta e trattamento delle acque di prima pioggia e delle successive acque di dilavamento è stato progettato conformemente a quanto disciplinato dall'art.10 del R.R. n.26/13. Come nel seguito specificato si propende per una articolazione di "condominio idraulico" con diversificazione progettuale e dotazione alla scala del "singolo lotto" per quanto concerne la realizzazione di impianto di trattamento appropriato alla effettiva lavorazione, con o senza stoccaggio esterno.

Il rilascio della portata trattata e depurata sarà condizionata al collettore "interlotto" che recapiterà ad un sistema di "trattamento secondario" e rilascio in vasca di equalizzazione e disponibilità idrica al riutilizzo. Questa ultima fase sarà dotata di collettore principale di rilancio alle propaggine a maggiore quota, fino alla disponibilità in prossimità di ogni lotto (in relazione ad una richiesta specifica). Il sistema può essere controllato da un gestore condominiale dotato di apparecchiature di controllo della portata erogata e dei sistemi di controllo-qualità in uscita dalla vasca di deposito finale e disponibilità idrica.

La gestione, a livello di piano d'ambito della lottizzazione, consente una autogestione del sistema e le entrate economiche di tariffa associata consento di essere regolate dal principio di *safe yield*.

I sistemi di trattamento appropriati per ogni singolo lotto consentono di essere autonomi nella gestione delle acque di prima pioggia: con apertura di apposito registro di collocazione come rifiuto o come dotazione del sistema di trattamento chimico-fisico fino al rilascio nel collettore condominiale (in questo caso si innesta il costo del piano d'ambito al livello di Condominio Idraulico).

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La progettazione del sistema di trattamento "alla scala del singolo lotto" dovrà essere eseguita con riferimento ai criteri previsti dalla normativa nazionale e regionale vigente in materia:

- D.Lgs. n. 152 del 03/04/2006 e ss.mm. e ii.;
- Decreto n. 191 (Piano Direttore) del 13/06/2002 ;
- Decreto del Commissario Delegato per l'Emergenza Ambientale per la Regione Puglia n. 282 del 21/11/2003 (modifica e integra il Piano Direttore);
- LL.RR. nn.24/83, 17/00 e 31/95;
- Regg.Regg. n. 1 del 20/2/88, 4 e 5 del 3/11/89;
- Difesa del suolo e Risorse Naturali - n. 1 del 01/03/2004;
- Regolamento Regionale n.26 del 9.12.2013 "Disciplina delle acque meteoriche di dilavamento e prima pioggia. (attuazione dell'art.113 del DLgs n. 152/2006 e ss.mm. ed ii.).

Prima di procedere nei successivi paragrafi alla descrizione delle opere a progettarsi si ritiene utile chiarire il concetto di acque meteoriche di dilavamento nonché di acque di prima pioggia. La materia ad oggi è regolata dal D.Lgs. 152/06 e s.m.i. recepimento a livello nazionale della Direttiva 91/271/CEE "Concernente il trattamento delle acque reflue urbane". Nello specifico la direttiva affronta il problema delle acque di dilavamento e di quelle di prima pioggia secondo cui:

1. *Ai fini della prevenzione di rischi idraulici ed ambientali, le regioni, previo parere del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio, disciplinano e attuano:*
 - *le forme di controllo degli scarichi di acque meteoriche di dilavamento provenienti da reti fognarie separate;*
 - *i casi in cui può essere richiesto che le immissioni delle acque meteoriche di dilavamento, effettuate tramite altre condotte separate, siano sottoposte a particolari prescrizioni, ivi compresa l'eventuale autorizzazione*
2. *Le acque meteoriche non disciplinate ai sensi del comma 1 non sono soggette a vincoli o prescrizioni derivanti dalla parte terza del presente decreto.*
3. *Le regioni disciplinano altresì i casi in cui può essere richiesto che le acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne siano convogliate e opportunamente trattate in impianti di depurazione per particolari condizioni nelle quali, in relazione alle attività svolte, vi sia il rischio di dilavamento da superfici impermeabili scoperte di sostanze pericolose o di sostanze che creano pregiudizio per il raggiungimento degli obiettivi di qualità dei corpi idrici.*
4. *È comunque vietato lo scarico o l'immissione diretta di acque meteoriche nelle acque sotterranee."*

(tratto dal D.Lgs. 152/06 e s.m.i. Art.113 "Acque meteoriche di dilavamento e acque di prima pioggia)

A livello regionale, quanto sopra esposto è stato recepito dapprima nel "Piano Direttore", approvato dal Commissario Delegato per l'emergenza ambientale in Puglia in data 13 giugno 2002, successivamente nel "Piano di Tutela delle Acque" della Regione Puglia, approvato con D.G.R. nell'ottobre del 2009 ed infine nel Regolamento Regionale n. 26 del 9.12.2013. In essi vengono dettati i criteri per la disciplina delle acque meteoriche di dilavamento e acque di prima pioggia, di cui all'art. 113 del D. Lgs 152/06 e s.m.i.

Secondo la direttiva regionale, le acque meteoriche di dilavamento rappresentano essenzialmente quelle "acque di pioggia che precipitano sull'intera superficie impermeabilizzata scolante afferente allo scarico o all'immissione". Esse sono costituite da due aliquote, la prima assume particolare rilevanza ai fini della tutela dei corpi idrici recettori, trattasi delle acque di prima pioggia ossia:

"le prime acque meteoriche di dilavamento relative ad ogni evento meteorico preceduto da almeno 48 (quarantotto) ore di tempo asciutto, per una altezza di precipitazione uniformemente distribuita:

- *di 5 (cinque) mm per superfici scolanti aventi estensione, valutata al netto delle aree a verde e delle coperture non carrabili che non corrivano sulle superfici scolanti stesse, inferiore o uguale a 10.000 (diecimila) mq;*
- *compresa tra 5 (cinque) e 2,5 (due virgola cinque) mm per le superfici scolanti di estensione rientranti tra 10.000 (diecimila) mq e 50.000 (cinquantamila) mq, valutate al netto delle aree a verde e delle coperture non carrabili che non corrivano sulle superfici scolanti stesse, in funzione dell'estensione dello stesso bacino correlata ai tempi di corrivazione alla vasca di prima pioggia;*
- *di 2,5 (due virgola cinque) mm per superfici scolanti aventi estensione, valutata al netto delle aree a verde e delle coperture non carrabili che non corrivano sulle superfici scolanti stesse, superiori a 50.000 (cinquantamila) mq;*
- *unicamente nel caso di fognature urbane separate, di cui all'art. 4 del presente regolamento, con superfici scolanti aventi estensioni superiori a 50.000 (cinquantamila) mq, in alternativa al calcolo attraverso l'altezza di cui al precedente punto III., le acque di prima pioggia possono essere considerate quelle, relative ad ogni evento meteorico preceduto da almeno 48 (quarantotto) ore di tempo asciutto, che pervengono alla sezione di chiusura del bacino (vasca di prima pioggia) nei primi 15 minuti dall'inizio delle precipitazioni. La portata delle acque di prima pioggia deve essere calcolata con un adeguato studio idrologico, idraulico e pluviometrico e riferita ad eventi con tempi di ritorno non inferiori a 5 (cinque) anni." (tratto da REGOLAMENTO REGIONALE 9 dicembre 2013, n. 26 art.3 "Definizioni")*

La seconda aliquota è costituita dalle acque di seconda pioggia ossia *"la parte delle acque meteoriche di dilavamento eccedente le acque di prima pioggia"*.

Il concetto di acque meteoriche di dilavamento, e quindi di acque di prima pioggia, è stato introdotto ai fini della salvaguardia dei corpi idrici recettori nei quali tali acque vengono sversate. Nell'ambito del processo di dilavamento operato dalle acque meteoriche in ambito urbano, particolare rilevanza assumono le cosiddette acque di prima pioggia, ossia quelle acque che, defluendo nei primi istanti di un evento di precipitazione, risultano caratterizzate da un'elevata concentrazione di sostanze inquinanti. Il carico inquinante da esse veicolato è quindi attribuibile al ruscellamento superficiale attraverso cui tali acque dilavano le sostanze accumulate sulle superfici impermeabili durante il tempo secco antecedente l'evento meteorico considerato. Per tale ragione, la stima dei volumi di acque di prima pioggia da sottoporre ad idoneo trattamento prima dello scarico, tiene unicamente conto dell'estensione della superficie impermeabilizzata al netto delle aree a verde.

NOTE DI RIFERIMENTO PER LE ATTIVITA' CHE DOVESSERO INSORGERE PER LE EVENTUALI AZIENDE AD INSEDIARSI CON NECESSITA' DI STOCCAGGIO ESTERNO DEI RIFIUTI DIFFERENZIATI

Le tipologie di rifiuti stabilite da D.M.A. 8 aprile 2008 e 13 maggio 2009 sono le seguenti:

- imballaggi in carta e cartone (codice CER 15 01 01)
- imballaggi in plastica (codice CER 15 01 02)
- imballaggi in legno (codice CER 15 01 03)
- imballaggi in metallo (codice CER 15 01 04)
- imballaggi in materiali compositi (codice CER 15 01 05)
- imballaggi in materiali misti (codice CER 15 01 06)
- imballaggi in vetro (codice CER 15 01 07)
- imballaggi in materia tessile (codice CER 15 01 09)
- contenitori T/FC (codice CER 15 01 10* e 15 01 11*)
- pneumatici fuori uso (solo se conferiti da utenze domestiche) (codice CER 16 01 03)
- filtri olio (16 01 07*)
- componenti rimossi da apparecchiature fuori uso (limitatamente ai toner e cartucce di stampa provenienti da utenze domestiche) (codice CER 16 02 16)
- gas in contenitori a pressione (limitatamente ad estintori ed aerosol ad uso domestico) (codice CER 16 05 04*; codice CER 16 05 05)
- miscugli o scorie di cemento, mattoni, mattonelle, ceramiche diverse da quelle di cui alla voce 17 01 06* (solo da piccoli interventi di rimozione eseguiti direttamente dal conduttore della civile abitazione) (codice CER 17 01 07)
- rifiuti misti dell'attività di costruzione e demolizione diversi da quelli di cui alle voci 17 09 01*, 17 09 02* e 17 09 03* (solo da piccoli interventi di rimozione eseguiti direttamente dal conduttore della civile abitazione) (codice CER 17 09 04)
- rifiuti di carta e cartone (codice CER 20 01 01)

- rifiuti in vetro (codice CER 20 01 02)
- frazione organica umida (codice CER 20 01 08 e 20 03 02)
- abiti e prodotti tessili (codice CER 20 01 10 e 20 01 11)
- solventi (codice CER 20 01 13*)
- acidi (codice CER 20 01 14*)
- sostanze alcaline (codice CER 20 01 15*)
- prodotti fotochimici (20 01 17*)
- pesticidi (CER 20 01 19*)
- tubi fluorescenti ed altri rifiuti contenenti mercurio (codice CER 20 01 21*)
- rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche (codice CER 20 01 23*, 20 01 35* e 20 01 36)
- oli e grassi commestibili (codice CER 20 01 25)
- oli e grassi diversi da quelli al punto precedente, ad esempio oli minerali esausti (codice CER 20 01 26*)
- vernici, inchiostri, adesivi e resine (codice CER 20 01 27* e 20 01 28)
- detergenti contenenti sostanze pericolose (codice CER 20 01 29*)
- detergenti diversi da quelli al punto precedente (codice CER 20 01 30)
- farmaci (codice CER 20 01 31* e 20 01 32)
- batterie e accumulatori di cui alle voci 16 06 01* 16 06 02* 16 06 03* (provenienti da utenze domestiche) (codice CER 20 01 33*)
- batterie ed accumulatori diversi da quelli di cui alla voce 20 01 33* (codice CER 20 01 34)
- rifiuti legnosi (codice CER 20 01 37* e 20 01 38)
- rifiuti plastici (codice CER 20 01 39)
- rifiuti metallici (codice CER 20 01 40)
- rifiuti prodotti dalla pulizia di camini (solo se provenienti da utenze domestiche) (codice CER 20 01 41)
- sfalci e potature (codice CER 20 02 01)
- terra e roccia (codice CER 20 02 02)
- altri rifiuti non biodegradabili (codice CER 20 02 03)
- ingombranti (codice CER 20 03 07)
- cartucce toner esaurite (20 03 99)

- rifiuti assimilati ai rifiuti urbani sulla base dei regolamenti comunali, fermo restando il disposto di cui all'articolo 195, comma 2, lettera e), del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, e successive modifiche.

In caso di Società acquirente, dopo la realizzazione delle opere di lottizzazione, o di interposizione in affitto, con evidenza di attività produttiva che necessita di stoccaggio o uso esterno delle superfici, la medesima superficie esterna dovrà essere interamente pavimentata ed impermeabile come prescritto dal D.M.A. 8 aprile 2008 mediante la realizzazione di un massetto cementizio armato. Talchè dovrà essere realizzato un idoneo sistema di raccolta e trattamento delle acque meteoriche, descritto ai successivi paragrafi.

Il perimetro sarà dotato di recinzione con un'altezza pari a 2 mt e di una barriera vegetale per la mitigazione dell'impatto visivo ed odorigeno.

ANALISI IDROLOGICA

Allo scopo di effettuare la progettazione delle opere predisposte per la raccolta e lo scarico delle acque meteoriche di dilavamento delle superfici interessate dalla realizzazione delle opere in progetto, risulta necessario effettuare il calcolo delle portate cui le precipitazioni danno luogo. Queste vengono determinate valutando, attraverso un'attenta analisi idrologica dei dati di pioggia a disposizione, il valore dell'intensità di pioggia corrispondente alla durata cosiddetta "critica", in grado cioè di dar luogo al massimo valore della portata, in corrispondenza della sezione oggetto di studio, con riferimento ad un prefissato tempo di ritorno che, come già detto in premessa, risulta pari a 5 anni.

Esistono diverse procedure, tutte su base statistica, di valutazione delle precipitazioni, alcune delle quali si basano sull'analisi delle serie storiche dei dati di precipitazione registrate nelle stazioni di misura pluviometrica dislocate sul territorio. In assenza di serie storiche quindi di bacini strumentati si può ricorrere alle procedure di analisi regionale che consentono la valutazione delle altezze di precipitazione anche in aree dove i dati misurati risultano insufficienti.

Nel caso in esame è stata analizzata la serie storica dei massimi annuali registrati nella stazione di misura di Bari Idrografico in un intervallo temporale pari a 57 anni (1938- 2010), con particolare riferimento alle precipitazioni dette "brevi" ossia quelle precipitazioni di breve durata e forte intensità in grado di mettere in crisi il sistema di drenaggio urbano.

BARI (Servizio Idrografico)

latitudine				longitudine 16° 52' 55,21" E																					
ANNO	Max intensità			1 ORA		3 ORE		6 ORE		12 ORE		24 ORE													
	mm	data	minuti	mm	data	mm	data	mm	data	mm	data	mm	data												
1938	>>	>>	>>	60.6	15-ago	62.2	15-ago	62.2	15-ago	62.2	15-ago	62.2	15-ago												
1939	>>	>>	>>	17.2	8-mag	21.0	8-mag	29.6	8-mag	49.2	20-mar	66.4	20-mar												
1940	>>	>>	>>	27.6	23-nov	34.2	23-nov	35.6	23-nov	38.2	22-ott	60.0	23-nov												
1941	>>	>>	>>	18.6	16-set	26.2	16-set	35.2	17-set	49.4	18-set	76.0	17-set												
1942	18.4	22-ago	30	26.8	22-ago	36.6	22-ago	36.6	22-ago	44.0	30-mar	62.6	30-mar												
1951	6.6	26-set	4	22.0	24-ago	29.8	24-ago	35.4	24-ago	37.2	24-ago	37.2	24-ago												
1952	13.4	20-dic	50	17.6	20-dic	21.4	20-dic	28.0	20-dic	39.8	20-nov	49.6	19-dic												
1955	40.0	1-ott	30	44.8	13-ott	47.6	13-ott	51.4	12-ott	65.2	12-ott	65.6	12-ott												
1958	>>	>>	>>	26.0	30-mar	27.6	30-mar	31.8	30-mar	32.6	26-feb	44.6	27-feb												
1960	8.0	30-glu	5	18.0	9-set	22.0	9-set	30.8	9-set	43.4	9-set	46.0	9-set												
1964	30.0	17-giu	20	40.0	17-giu	61.6	17-giu	61.6	17-giu	61.6	17-giu	61.6	17-giu												
1965	26.6	23-set	20	27.0	23-set	26.6	23-set	26.6	23-set	46.6	11-dic	67.0	11-dic												
1966	12.4	20-set	15	20.8	19-set	32.4	20-set	33.6	19-set	36.4	19-set	65.8	19-set												
1967	17.0	11-lug	15	18.8	14-ago	18.8	14-ago	25.0	11-lug	32.4	10-lug	37.6	10-lug												
1968	21.4	24-ago	30	24.4	12-ago	34.0	24-ago	37.4	24-ago	46.8	9-nov	68.0	24-ago												
1969	44.0	1-ago	30	46.0	1-ago	46.4	10-set	64.2	10-set	67.2	10-set	92.0	10-set												
1970	12.8	23-set	15	16.0	1-ott	16.2	1-ott	19.0	1-ott	23.2	1-ott	24.2	1-ott												
1971	>>	>>	>>	76.4	30-set	105.2	30-set	111.4	30-set	123.2	30-set	137.6	30-set												
1972	34.2	15-ott	30	47.2	15-ott	64.2	15-ott	69.4	15-ott	71.2	15-ott	75.4	14-ott												
1973	47.4	1-set	50	50.8	1-set	51.6	1-set	56.8	1-set	57.4	1-set	65.2	1-set												
1974	13.2	30-ago	30	18.4	30-ago	22.8	24-ago	26.0	5-ott	35.6	5-apr	54.4	5-apr												
1975	20.4	26-mag	20	20.4	26-mag	26.0	12-dic	36.0	12-dic	46.4	12-dic	67.0	12-dic												
1976	>>	>>	>>	>>	>>	>>	>>	>>	>>	75.4	21-ott	75.4	21-ott												
1977	13.4	27-mag	15	19.4	27-mag	23.8	27-mag	24.4	9-dic	47.4	9-dic	48.2	9-dic												
1978	66.4	11-ago	40	67.0	11-ago	73.6	11-ago	73.6	11-ago	73.6	11-ago	73.6	11-ago												
1979	31.8	21-ago	40	33.2	21-ago	35.2	21-ago	35.2	21-ago	36.4	21-ago	42.2	20-nov												
1980	12.0	9-nov	10	20.0	9-nov	23.0	9-nov	36.0	15-mar	50.4	15-mar	56.4	15-mar												
1981	10.0	6-nov	10	22.6	6-set	25.8	6-set	27.6	6-set	34.0	26-feb	40.2	6-set												
1982	40.0	10-ago	40	41.6	10-ago	50.0	10-ago	54.0	10-ago	54.0	10-ago	96.4	10-ago												
1983	14.8	19-ago	25	21.4	18-set	24.6	18-set	24.6	1-set	33.6	2-mar	46.0	2-mar												
1984	9.6	25-set	12	11.8	12-apr	20.2	11-gen	33.8	11-gen	62.2	11-gen	64.8	10-gen												
1985	10.2	2-ago	15	17.6	2-ago	19.8	18-nov	26.4	18-nov	32.2	18-nov	37.8	16-apr												
1986	11.0	30-mag	9	19.0	11-set	22.6	30-mag	24.6	27-set	34.0	22-feb	36.2	22-feb												
1987	14.0	6-ott	10	21.0	3-nov	36.4	3-nov	39.6	3-nov	39.6	3-nov	46.0	3-nov												
1988	10.0	21-ott	15	22.0	21-ott	27.8	21-ott	28.4	21-ott	>>	>>	>>	>>												
1989	12.0	15-lug	5	25.0	15-lug	25.0	15-lug	25.0	15-lug	25.0	15-lug	25.0	15-lug												
1990	13.0	17-nov	5	35.4	17-nov	37.2	17-nov	53.0	1-dic	63.2	1-dic	73.2	15-nov												
1991	>>	>>	>>	18.8	23-set	27.6	23-set	39.2	21-ott	49.4	21-ott	53.2	21-ott												
1992	10.4	7-lug	5	21.2	4-ott	26.2	16-giu	30.8	31-dic	52.6	31-dic	66.0	31-dic												
1993	>>	>>	>>	>>	>>	>>	>>	31.0	21-feb	41.0	21-feb	56.8	1-gen												
1994	8.0	20-gen	30	14.0	20-gen	25.2	20-gen	29.0	20-gen	32.6	14-feb	40.8	16-feb												
1995	30.0	29-lug	15	46.0	29-lug	46.2	29-lug	46.2	29-lug	46.6	29-lug	46.6	29-lug												
1996	21.4	4-set	15	21.4	4-set	21.4	4-set	26.4	7-feb	40.0	7-feb	50.6	7-feb												
1997	21.4	4-set	30	>>	>>	>>	>>	38.6	2-giu	42.0	13-nov	54.2	23-set												
1998	8.8	20-ott	5	40.6	16-set	57.6	16-set	67.2	16-set	67.2	16-set	67.6	22-nov												
1999	21.8	20-ott	15	28.2	20-ott	30	21.2	6-set	27.2	10-apr	27.8	10-apr	33.2	31-gen											
2000	14.6	16-giu	15	16.6	6-set	30	9.6	1-ott	5	25.8	1-ott	30.8	19-nov	36.0	1-ott	43.6	1-ott	69.4	1-ott						
2001	20.6	1-ott	15	25.8	1-ott	30	10.6	26-ott	5	71.8	26-ott	75.4	26-ott	76.2	26-ott	76.6	26-ott	92.2	26-ott						
2002	28.6	26-ott	15	48.4	26-ott	30	6.4	2-set	5	19.4	1-dic	33.2	1-dic	51.8	1-dic	60.4	1-dic	95.2	1-dic						
2003	11.0	2-set	15	15.2	29-ago	30	9.8	29-giu	5	43.2	22-mag	67.0	27-ago	73.2	27-ago	73.6	26-ago	76.0	26-ago						
2004	26.2	22-mag	30	5.6	13-ott	5	14.6	13-ott	15	16.4	13-ott	30	10.6	30-set	5	22.8	30-set	23.0	30-set	24.0	22-nov	35.6	22-nov	53.2	22-nov
2005	19.0	30-set	15	21.8	30-set	30	6.8	20-set	5	16.0	26-set	37.4	26-set	57.6	26-set	64.2	26-set	92.8	26-set						
2006	11.2	20-set	15	11.8	20-set	30	10.8	27-ott	5	36.2	26-ott	54.8	26-ott	55.0	26-ott	55.4	26-ott	55.8	26-ott						
2007	26.0	27-ott	15	34.6	26-ott	30	8.4	17-nov	5	14.0	15-nov	17.6	15-nov	26.4	4-dic	40.8	3-dic	44.4	3-dic						
2008	10.0	4-giu	15	12.0	4-giu	30	16.0	21-giu	5	29.4	16-set	45.6	10-ott	56.2	10-ott	69.8	9-ott	71.8	9-ott						
2009	24.0	21-giu	15	27.6	16-set	30	10.8	6-ago	5	26.6	13-ott	34.8	2-nov	45.2	2-nov	45.4	2-nov	45.4	2-nov						
2010	18.6	6-ago	15	18.6	13-ott	30																			

Sulla base statistica delle precipitazioni sono state ricostruite le curve di possibilità pluviometrica per diversi tempi di ritorno (5, 10, 20, 30, 50, 75, 100, 200 e 500 anni)

Nella formulazione classica le curve di possibilità pluviometrica sono calcolate per mezzo di formule monomie del tipo:

$$h = at^n$$

i cui parametri possono essere stimati sulla base di una semplice regressione lineare in campo logaritmico. Detta relazione però presenta lo svantaggio di essere fisicamente inconsistente per durate di precipitazione tendenti allo zero a cui corrisponderebbe una intensità di pioggia infinita; pertanto, per risalire ai parametri della curva non è possibile adottare le consuete metodologie utilizzata per le piogge orarie, ma occorre riferirsi a procedure differenti. A tal proposito si adotta la procedura indicata dal Consiglio Nazionale delle Ricerche nell'ambito degli studi per la "Valutazione delle Piene in Campania" (F. Rossi, P. Villani, Salerno 1994). Nel campo delle formule a due parametri che eliminano l'inconsistenza fisica anzi accennata, sono quindi adottate espressioni, per la stima delle curve di possibilità pluviometrica, di tipo iperbolico quale:

$$\mu(h_d) = \frac{\mu(I_0)d}{(1+d/d_c)^\beta} \quad (a)$$

in cui:

$\mu(I_0)$ rappresenta il limite dell'intensità di pioggia per d che tende a zero

d è la durata di precipitazione che da luogo ad un'altezza d'acqua media pari a hd ;

β è un parametro compreso tra 0 e 1.

Numerosi ricercatori hanno dimostrato che, avvalendosi anche dei massimi annui di pioggia per durate $d < 1$ ora, la relazione (a) interpola meglio le misurazioni empiriche.

La stima dei parametri della (a) per ogni fissato valore di d_c , avviene secondo le usuali formule di regressione lineare multipla.

Sulla base dei massimi annuali delle piogge brevi e intense di cui alla tabella 1 sono state effettuate quindi le regressioni multiple per il calcolo dei parametri della (a), fissando dei valori di d_c di tentativo, variabili fra 40 e 3 minuti.

I valori medi considerati (tabella 1), con riferimento ai dati osservati, sono quelli relativi alle durate di 5, 10, 15, 20, 30 e 40 minuti, ed 1, 3, 6, 12 e 24 ore.

MEDIE PRECIPITAZIONI	
BARI SERVIZIO IDROGRAFICO	
durata (min)	h (mm)
5	9.71
10	12.00
15	17.34
20	25.67
30	24.80
40	45.73
60	29.12
180	36.36
360	41.51
720	49.99
1440	60.59

Tabella 1 Valori medi delle precipitazioni registrate per diverse durate nella stazione di misura di Bari Servizio Idrografico.

Secondo la procedura suggerita dal Vapi Campania, le condizioni che devono essere accertate per l'applicabilità del metodo, con riferimento ai dati di ogni stazione, sono le seguenti:

1. in ogni anno, il valore dell'altezza di pioggia relativo ad una durata superiore, deve sempre essere non inferiore a quello relativo alla durata immediatamente inferiore.
2. le medie calcolate da serie di questo tipo devono assumere un andamento regolare con la durata ed in particolare senza salti in corrispondenza delle durate $d=1$ ora, a partire dalla quale, i dati sono certificati essere massimi annuali.

Come si evince dalla tabella, i dati disponibili non sembrano verificare la prima delle condizioni; infatti per durate di 30 e 40 min l'altezza di precipitazione risulta essere maggiore rispetto a quella registrata per durata di un'ora. Per ovviare a tale inconveniente è stata effettuata una regolarizzazione dei dati assegnando alla durata superiore, il valore relativo alla durata immediatamente inferiore. Si è quindi proceduto alla stima dei parametri della relazione (a).

Per le stazione di Bari Servizio Idrografico, la regressione lineare multipla ha fornito i seguenti parametri:

$$\mu(I_0) = 154.882 \text{ mm}$$

$$dc = 10 \text{ minuti}$$

$$\beta = 0.842$$

La determinazione dei parametri della (a), consente, pertanto, di disporre di una legge di variazione dei valori medi delle altezze di pioggia dei massimi annuali in funzione delle diverse durate.

Ai valori così ottenuti vanno applicati coefficienti moltiplicativi relativamente al fattore di crescita KT (funzione del tempo di ritorno dell'evento di progetto, espresso in anni), al fine di considerare le diverse probabilità di accadimento dell'evento meteorico.

Servendosi dei risultati relativi all'analisi regionale delle precipitazioni in Puglia, il valore di KT può essere calcolato in funzione del tempo di ritorno T attraverso una approssimazione asintotica della curva di crescita (Rossi e Villani, 1995):

$$KT = a + b \ln T$$

per la Puglia Centro -Meridionale (cfr. lo studio "Regionalizzazione degli eventi idrologici

- applicazione TCEV" (Convenzione "Piani di Bacino Regionali", Dipartimento di Ingegneria delle Acque, Politecnico di Bari e Regione Puglia, responsabile scientifico prof. Antonio Castorani, 2000), i valori di a e b da adottare sono rispettivamente 0.1599 e 0.5166.

Di seguito si riportano le curve di possibilità pluviometrica ricostruite per i diversi tempi di ritorno applicando la relazione (a).

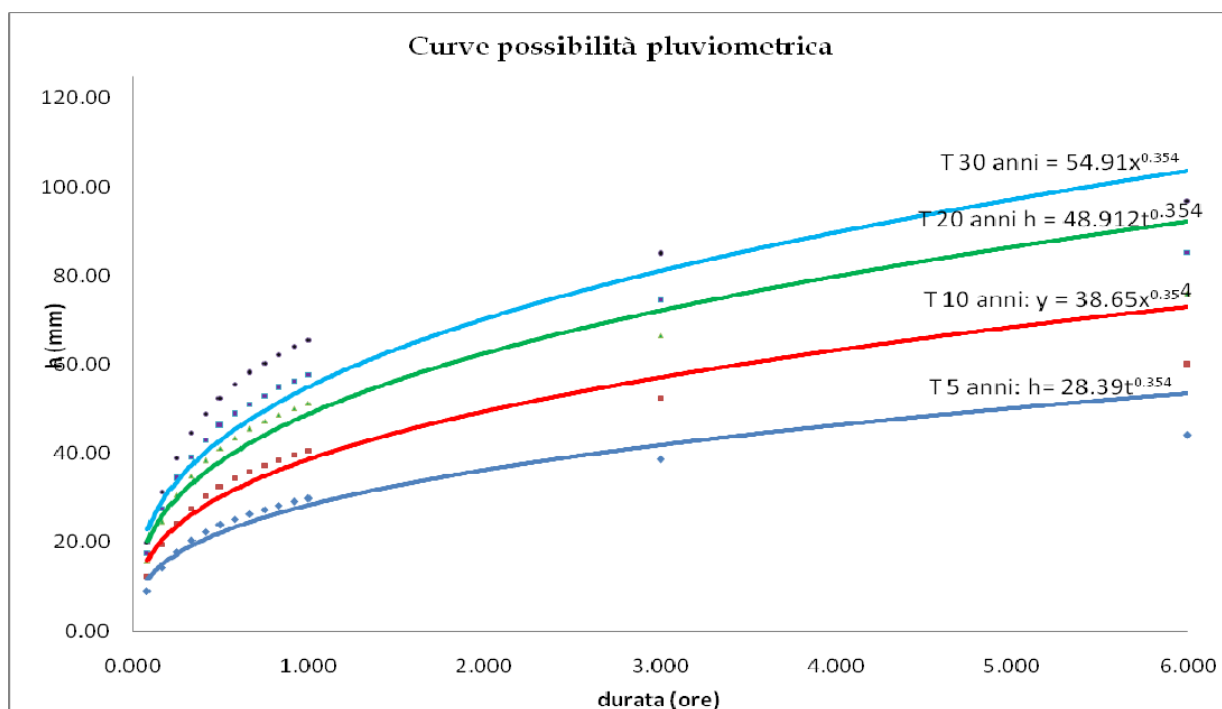


Figura 2 Curve di possibilità pluviometrica per diversi tempi di ritorno. Con riferimento a quanto detto, ossia considerando l'evento critico per tempo di ritorno pari a 5 anni, la curva di possibilità climatica per la stazione di Bari Servizio Idrografico risulta avere la seguente espressione:

$$h = 28.39t^{0.354}$$

2 SISTEMA DI SMALTIMENTO DELLE ACQUE METEORICHE

Nell'ipotesi peggiorativa dell'insediamento (tra le società a co-insediarsi) nei lotti acquistati/affittati da aziende di produzione o trattamento speciali, l'area oggetto di

intervento potrà essere assimilabile ad aree adibite a "*Depositi di rifiuti, centri di raccolta e/o gestione e trasformazione degli stessi*" sussiste il rischio di "*dilavamento di sostanze pericolose o di altre sostanze che possano pregiudicare il conseguimento e/o mantenimento degli obiettivi di qualità dei corpi recettori*" e pertanto il trattamento delle acque di prima pioggia è disciplinato dall'art.10 del R.R. n.26/13:

"1. Le acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne, provenienti dalle superfici e pertinenze di edifici, installazioni e/o attività di cui all'art. 8 della presente disciplina, sono sottoposte, entro 48 ore dal termine dell'evento meteorico, ad un trattamento depurativo appropriato in loco tale da conseguire:

Il rispetto dei valori limite di emissione previsti dalla Tabella 3, di cui all'allegato5 alla Parte Terza del Dl.gs. 152/06 e ss.mm. ed ii., per le immissioni in fogna nera e gli scarichi nelle acque superficiali, compresi i corpi idrici artificiali;

Il rispetto dei valori limite di emissione previsti dalla Tabella 4, di cui all'allegato5 alla Parte Terza del Dl.gs. 152/06 e ss.mm. ed ii., nel caso di scarico nei corsi d'acqua episodici, naturali ed artificiali, sul suolo e negli strati superficiali del sottosuolo.

2. È facoltà del titolare avviare le acque di cui al comma 1 del presente articolo ad un impianto di trattamento gestito da terzi con le modalità proprie dei rifiuti liquidi.

3. L'immissione delle acque trattate in fognatura nera, come previsto al comma 1 lett. a) del presente articolo, è consentito purché sia verificata l'idoneità del sistema fognario/depurativo a ricevere tali acque sia dal punto di vista qualitativo che quantitativo.

4. Le acque di dilavamento successive a quelle di prima pioggia, che provengono dalle superfici e pertinenze di edifici, installazioni e/o attività di cui all'art. 8 della presente disciplina e che non recapitano in fognatura separata, sono sottoposte, prima del loro versamento, ad un trattamento di grigliatura, dissabbiatura e disoleazione. Se recapitano in fognatura separata sono soggette alle prescrizioni del Soggetto Gestore della fognatura. Comunque lo scarico e l'immissione di dette acque deve essere autorizzato e non deve pregiudicare il

raggiungimento/mantenimento degli obiettivi di qualità ambientale.

5. Qualora il dilavamento di sostanze pericolose dalle superfici scoperte di edifici, installazioni e/o attività di cui all'art.8 della presente disciplina, in relazione alle attività che in esse si svolgono o agli usi previsti, non si esaurisce con le acque di prima pioggia, bensì si protrae nell'arco di tempo dell'evento meteorico, anche le acque di seconda pioggia sono sottoposte alla stessa disciplina delle acque di prima pioggia. Al fine di contenere il quantitativo di acque da sottoporre a trattamento, nonché limitare il carico inquinante, è consentito il frazionamento delle reti di raccolta e l'adozione di misure atte a prevenire il dilavamento.

... omissis

7. Per le acque di prima pioggia e di lavaggio provenienti dalle superfici scolanti di attività di cui all'art. 8, comma 2, lettera r) della presente disciplina si applicano, per tutti i tipi di recapito, le disposizioni di cui all'art.108 commi 1 e 2 del D. Lgs.152/06 e ss. mm. ed ii. ed il rispetto dei valori limite di emissione è accertato sui campioni prelevati all'uscita del relativo impianto di trattamento.

8. Resta fermo il divieto di scarico sul suolo e negli strati superficiali del sottosuolo delle acque meteoriche di dilavamento contenenti le sostanze previste al punto 2.1 dell'Allegato 5 alla parte III del D. Lgs. n.152/06 e ss. mm. ed ii.

9. E' fatto divieto di immettere nella fogna nera le acque meteoriche di dilavamento di cui al comma 4 del presente articolo.

10. Durante le precipitazioni atmosferiche non possono essere scaricate le acque di prima pioggia trattate in qualsiasi recapito finale."

(tratto da REGOLAMENTO REGIONALE 9 dicembre 2013,n. 26art.10 "Disciplina e trattamento delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterni")

Nell'ambito della presente progettazione conformemente a quanto stabilito dalla vigente normativa, è stato progettato il sistema di raccolta e trattamento delle acque meteoriche, distintamente per prima e seconda pioggia, insistenti sul piazzale da pavimentare.

Il sistema di trattamento da adottare sarà così composto:

- Collettamento generale delle acque meteoriche mediante canaline con griglia che consentiranno il trattamento di grigliatura;
- Ripartizione portata (separazione acque di prima pioggia/di dilavamento successive);
- Accumulo acque di prima pioggia;
- Trattamento acque di prima pioggia dopo 24 ore l'evento piovoso a mezzo di un impianto monoblocco fuori terra;
- Dissabbiatura e disoleazione acque di seconda pioggia;
- Accumulo delle acque di prima pioggia trattate ai fini del riuso;
- Accumulo delle acque di seconda pioggia trattate ai fini del riuso;
- Scarico del troppo pieno negli strati superficiali del suolo per mezzo di pozzo anidro.

Le acque di pioggia, che raggiungono per libero deflusso le caditoie grigliate di raccolta del piazzale, saranno convogliate in un pozzetto ripartitore. Tale pozzetto permetterà di incanalare la prima acqua (acqua di prima pioggia) in una vasca di accumulo (di volume utile almeno 8,50 mc), dove sono alloggiati due galleggianti (rispettivamente di massimo e minimo) che consentiranno l'avviamento (ritardato) della pompa dell'impianto di depurazione. Infatti, le acque di prima pioggia verranno sollevate con pompa di ripresa temporizzata (attivata dai galleggianti e messa in funzione dopo circa 24 h l'inizio dell'evento piovoso) per essere sottoposte al processo depurativo descritto nel seguito. Le acque depurate saranno convogliate ad una vasca di accumulo per il successivo riutilizzo.

Al riempimento della vasca di accumulo delle acque di prima pioggia, con l'aumentare del livello liquido nel pozzetto ripartitore, la successiva acqua affluente (acqua di seconda pioggia) sarà inviata al trattamento di dissabbiatura e disoleazione a mezzo di un impianto costituito da una vasca in CAV interrata monoblocco carrabile. Successivamente tali acque saranno convogliate ad una vasca di accumulo per il successivo riutilizzo. Il troppo pieno sarà smaltito negli strati superficiali del sottosuolo mediante la realizzazione di un pozzo anidro in conformità alla normativa vigente (Figura 3).

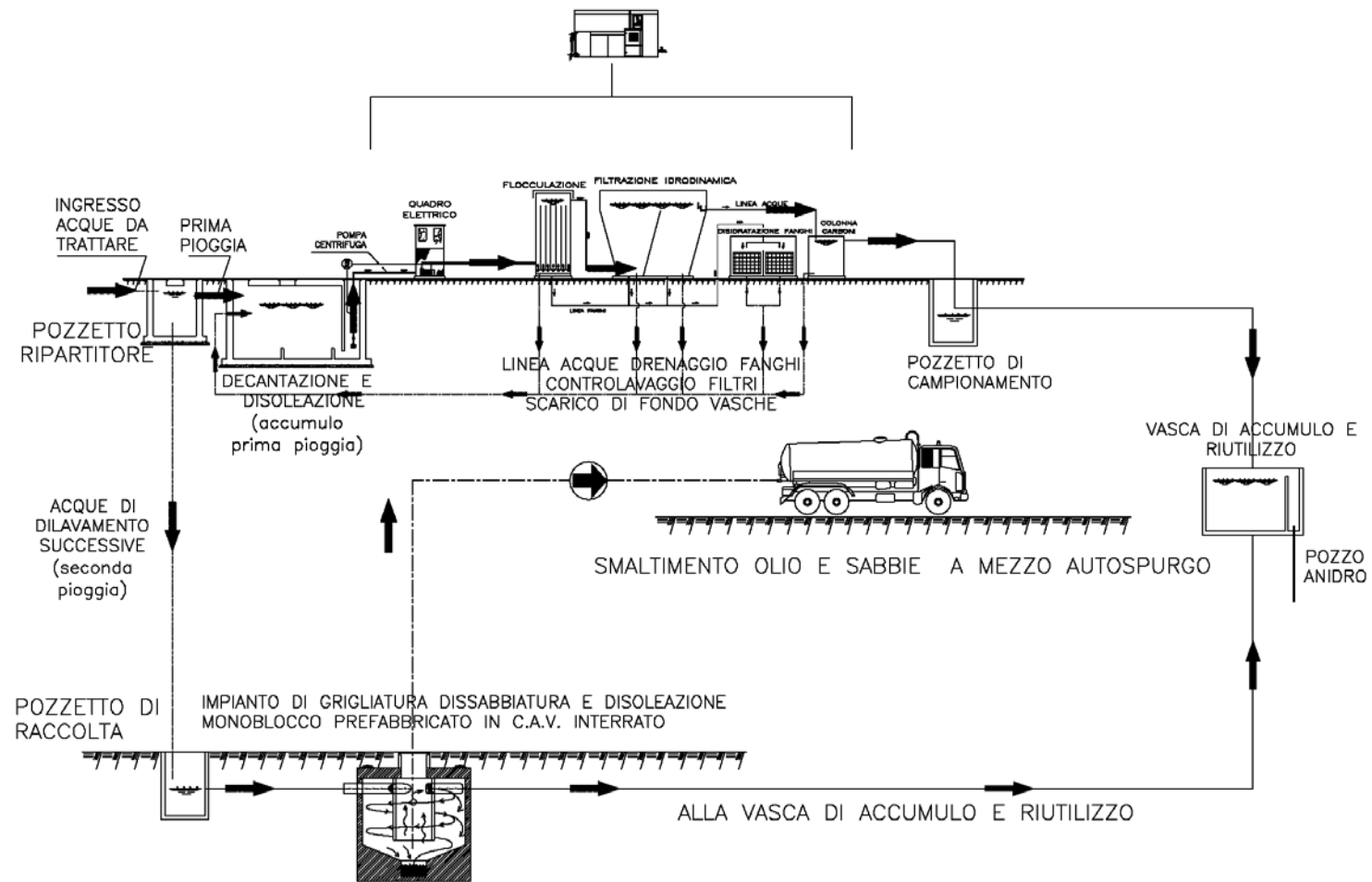


Figura 3 - Schema di flusso impianto di trattamento acque meteoriche di dilavamento

4.1 VALUTAZIONE DELLA PORTATA DI PIENA

La superficie occupata dal CCR sarà interamente pavimentata ed impermeabile come prescritto dal D.M.A. 8 aprile 2008 mediante la realizzazione di un massetto cementizio armato con pendenza del 5 per mille in direzione della canalina di raccolta delle acque meteoriche di dilavamento per le quali sarà pertanto realizzato un idoneo sistema di trattamento.

Per il calcolo delle portate, relative a ciascun tronco della rete, si è proceduto con il metodo cinematico o metodo della corrivazione, secondo la formula:

$$QM = \varphi i S / 360$$

in cui:

QM = portata al colmo di piena (mc/s);

φ = valore del coefficiente d'afflusso medio del bacino;

i = intensità di pioggia pari al tempo di concentrazione t_c (mm/h); S = superficie del bacino (ha).

Il tempo di concentrazione è stato calcolato utilizzando una delle formule empiriche proposte nel testo pubblicato dal Centro Studi Deflussi Urbani “Sistemi di Fognatura Manuale di Progettazione” edizione Hoepli. Il tempo di concentrazione può essere determinato facendo riferimento al percorso idraulico più lungo della rete fino alla sezione di chiusura. In particolare, individuata la rete e i sottobacini relativi a ciascun tronco, il tempo t_c è dato dalla somma: $t_c = t_a + t_r$

in cui t_a è il tempo di accesso alla rete e relativo al sottobacino drenato dal condotto posto all'estremità di monte del percorso idraulico più lungo e t_r è il tempo di rete, ovvero il tempo che impiega la massima portata a percorrere la canalizzazione, nelle condizioni di moto uniforme, per giungere alle sezioni di interesse.

Il tempo di accesso della rete è di incerta determinazione, variando con la pendenza media del bacino, la natura dello stesso e il livello di realizzazione dei drenaggi minori, nonché dell'altezza della pioggia precedente l'evento critico di progetto.

Il tempo di accesso e quello di rete sono stati calcolati utilizzando le seguenti espressioni:

$$t_a = \left(\frac{3600^{\frac{n-1}{4}} 120 S_i^{0.3}}{s_i^{0.375} (a \varphi_i S_i)^{0.25}} \right)^{\frac{4}{n+3}}$$

$$t_r = \sum_i \frac{L_i}{V_{ui}}$$

dove:

n , a sono i parametri della curva di possibilità climatica, con a espresso in mm/h ed n numero puro;

l_i è la massima lunghezza del flusso superficiale dell' i -esimo sottobacino ed è espresso in metri;

s_i è la pendenza media dell' i -esimo sottobacino;

S_i è la superficie dell' i -esimo sottobacino, espressa in ha;

ϕ_i è il coefficiente di deflusso dell' i -esimo sottobacino;

L_i è la lunghezza del tratto di rete preso in considerazione ed è espresso in metri;

V_{u_i} è la velocità di moto uniforme che assume la portata di piena in ogni singola canalizzazione, espressa in m/s.

I valori dei parametri della curva di possibilità climatica sono quelli ricavati attraverso lo studio idrologico, precedentemente descritto, con riferimento ad un tempo di ritorno di 5 anni.

I valori assegnati ai coefficienti di deflusso ϕ_i sono stati valutati in relazione alle caratteristiche delle aree su cui verrà realizzato il CCR. Nello specifico si è scelto di utilizzare un coefficiente di deflusso pari a 1.00, così come suggerito dalla letteratura tecnica.

Per quanto concerne il valore di V_{ui} si è fatto riferimento ai valori ottenuti per il moto uniforme con la formula di Chèzy, utilizzando per il coefficiente di attrito l'espressione di Gauckler- Strickler con $k_s = 80 \text{ (m}^{1/3}\text{s}^{-1}\text{)}$ e per il parametro L_i la lunghezza del tronco di raccolta delle acque meteoriche.

Nella tabella seguente si riportano i risultati delle elaborazioni di cui sopra:

AREA TOTALE BACINO	<i>A</i>	0.17	ha
LUNGHEZZA DEFLUSSO	<i>L</i>	48.50	m
PENDENZA BACINO	<i>i</i>	0.005	m/m
TEMPO ACCESSO ALLA RETE	<i>ta</i>	0.06	h
TEMPO DI RETE	<i>tr</i>	0.01	h
TEMPO CORRIVAZIONE	<i>tc</i>	0.07	h
PARAMETRI CPP	<i>a</i>	28.39	
	<i>n</i>	0.35	
VELOCITA'	<i>v</i>	1.00	m/s
COEFFICIENTE DI DEFLUSSO	<i>C</i>	1.00	
PORTATA IDROLOGICA	<i>Q</i>	0.07	mc/sec
VOLUME TOTALE DI PIOGGIA	<i>V_t</i>	19.37	mc
VOLUME TOTALE DI PIOGGIA	<i>H_{pp}</i>	5.00	mm
VOLUME PRIMA PIOGGIA	<i>V_{vp}</i>	8.54	mc

4.2 RETE DI RACCOLTA ACQUE METEORICHE

Le acque meteoriche afferenti all'isola ecologica ed in particolare alla quota parte del piazzale pavimentato e quindi impermeabile verranno drenate mediante canaletta carrabile in calcestruzzo di dimensioni pari a 36 x 40 x H36 cm. La canaletta, posizionata secondo un'unica linea di drenaggio ortogonale alla direzione di scorrimento delle acque sul piazzale, recapiterà nel sistema di trattamento e raccolta delle acque descritto al paragrafo successivo.

Si prevede l'utilizzo di canalette carrabili in conformità alla Norma UNI EN 1433, trattandosi di un'area soggetta a forti carichi.

4.3 IMPIANTO DI TRATTAMENTO DELLE ACQUE DI PRIMA PIOGGIA

Nel presente paragrafo viene descritto il sistema di trattamento delle acque di prima pioggia insistenti sull'area da impermeabilizzare. La progettazione del sistema di trattamento è stata eseguita con riferimento ai criteri previsti dalla normativa nazionale e regionale vigente in materia di cui al paragrafo 1.

L'impianto compatto sarà realizzato in struttura portante monoblocco (Figura 4).

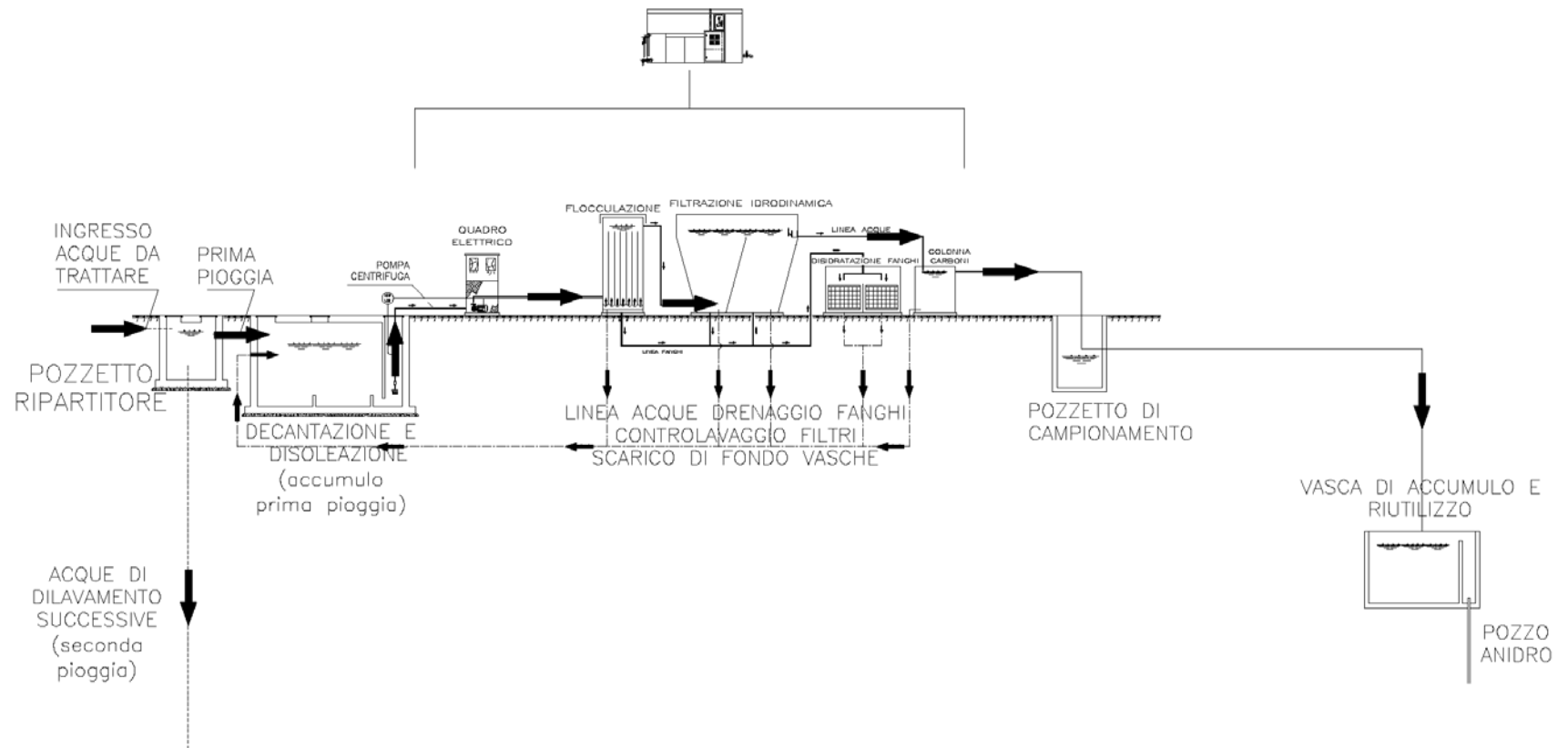


Figura 4 - Schema di flusso - trattamento acque di prima pioggia

L'acqua da trattare sarà prelevata dalla vasca di accumulo a mezzo di una elettropompa, in esecuzione speciale per acque con contenuto di idrocarburi, comandata automaticamente da una coppia di regolatori di livello.

L'ingresso dell'acqua da trattare sarà situato nella parte inferiore del primo scomparto (cella elettrolitica), nella quale saranno alloggiati, verticalmente, speciali elettrodi: anodi "sacrificali" e catodi "permanenti", disposti alternativamente. Gli anodi "sacrificali" saranno di una particolare lega di alluminio, ad elevato potere antipassivante, la quale consente una dissoluzione pressoché totale. I catodi "permanenti" saranno invece realizzati in lamierino di acciaio. La tensione applicata alla cella elettrolitica varierà con continuità tra un valore minimo ed uno massimo (pari a 24 Volts), in funzione della conducibilità dell'acqua in fase di trattamento. Al processo di coagulazione e flocculazione si associa, inoltre, un'azione di filtrazione idrodinamica del flocculato in un secondo scomparto, assicurata dalla particolare geometria interna.

L'effluente, depurato e chiarificato, subirà, prima della sua immissione in vasca di accumulo e riutilizzo, un trattamento finale mediante il passaggio, dal basso verso l'alto, in una colonna filtrante a carboni attivi vegetali opportunamente dimensionata in relazione alla portata dell'impianto.

Periodicamente si provvederà allo scarico del sedimentato, operazione che si eseguirà con la semplice apertura e chiusura di alcune valvole poste su un collettore collegato, a mezzo di apposita tubazione, alla vasca disidratazione fanghi. In questa saranno alloggiati sacchi in speciale tessuto filtrante. Sopra ciascuno dei due scomparti sarà sistemata una tubazione forata, corredata di valvola a volantino; a periodi alterni, generalmente di settimana in settimana, si effettuerà lo scarico del sedimentato in uno degli scomparti, agendo sulla corrispondente valvola.

Il sedimentato sarà così raccolto nei sacchi filtranti, il cui tessuto consentirà il drenaggio dell'acqua la quale sarà immessa nuovamente, a gravità, nella vasca di decantazione mediante apposita tubazione.

A disidratazione avvenuta, nei sacchi filtranti rimarranno i fanghi residuati dal processo di depurazione, i quali si presenteranno aspetto gelatinoso e risulteranno facilmente asportabili (detti fanghi saranno gestiti e smaltiti nel rispetto delle norme vigenti sui rifiuti).

L'impianto sarà quindi costituito da:

- una vasca di accumulo interrata;
- una stazione di sollevamento;
- un comparto di chiariflocculazione, elemento principale dell'impianto, costituito da: cella elettrolitica, sedimentatore, stadio di filtrazione colonna filtrante verticale riempita con carbone attivo vegetale), disidratatore fanghi e valvole a sfera per le operazioni di drenaggio e di svuotamento dell'impianto.

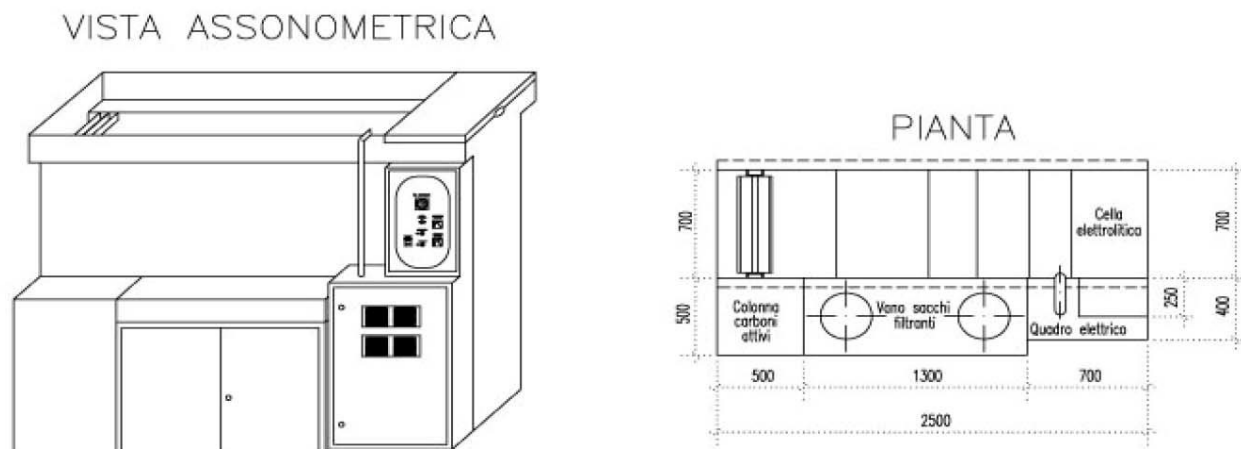


Figura 5 Schema impianto di trattamento delle acque meteoriche di prima pioggia

Il volume trattato sarà quindi convogliato in una vasca di accumulo e riutilizzo di dimensioni interne 4.00x2.00xH3.00 che consentirà anche l'accumulo delle acque di seconda pioggia trattate separatamente.

4.4 IMPIANTO DI TRATTAMENTO DELLE ACQUE DI SECONDA PIOGGIA

L'impianto proposto per il trattamento delle acque di dilavamento successive (seconda pioggia) provenienti dalle superfici impermeabili (Figura 7) è costituito dalle seguenti stazioni operative di trattamento:

- grigliatura (a monte dell'impianto mediante griglie carrabili);
- dissabbiatura;

- disoleazione

Durante l'evento piovoso le acque meteoriche provenienti dalle superfici impermeabili saranno sottoposte a grigliatura tramite la griglia a copertura della canaletta carrabile presente sul piazzale. Le acque saranno quindi convogliate in un pozzetto ripartitore, il quale incanalerà la prima acqua (acqua di prima pioggia) verso la vasca di accumulo per il trattamento chimico-fisico a condizionamento elettrolitico descritto in precedenza.

Le acque di seconda pioggia saranno inviate all'impianto di trattamento in CAV prefabbricato capace di trattare al massimo 70 l/s (portata totale acque di dilavamento). Questo sarà formato da 3 scomparti: il primo di scorrimento tangenziale nel quale sabbie e olii si separano e dove questi ultimi rimarranno intrappolati sul pelo libero. Il secondo costituito da un vano di raccolta delle sabbie sedimentate e un terzo costituito da una zona di calma dove l'acqua assumerà una velocità ascensionale tale da impedire il trascinarsi delle particelle di sabbia depositate sul fondo.

I sistemi centrifughi saranno costituiti da una vasca di forma cilindrico-conica. Il flusso verrà immesso tangenzialmente, per creare un moto circolare: le sabbie, avendo un peso specifico e dimensioni superiori ai solidi sospesi, tenderanno a separarsi da questi per forza centrifuga, mentre le particelle oleose rimarranno attestate sul pelo libero nel canale circolare. Una volta raggiunte le pareti della vasca, la sabbia verrà frenata e si raccoglierà sul fondo da dove verrà estratta periodicamente.

Il sistema risulterà privo di organi meccanici (ciclone) e la velocità del moto rotatorio sarà fornita dall'energia cinetica della corrente in ingresso.

Il fondo del canale sarà sagomato per raccogliere il materiale sedimentato, e in maniera da facilitare le operazioni di asportazione della sabbia.

La pulizia periodica sarà di tipo manuale, e verrà effettuata a mezzo di Ditte autorizzate. I materiali di risulta saranno gestiti e smaltiti nel rispetto delle norme vigenti sui rifiuti.

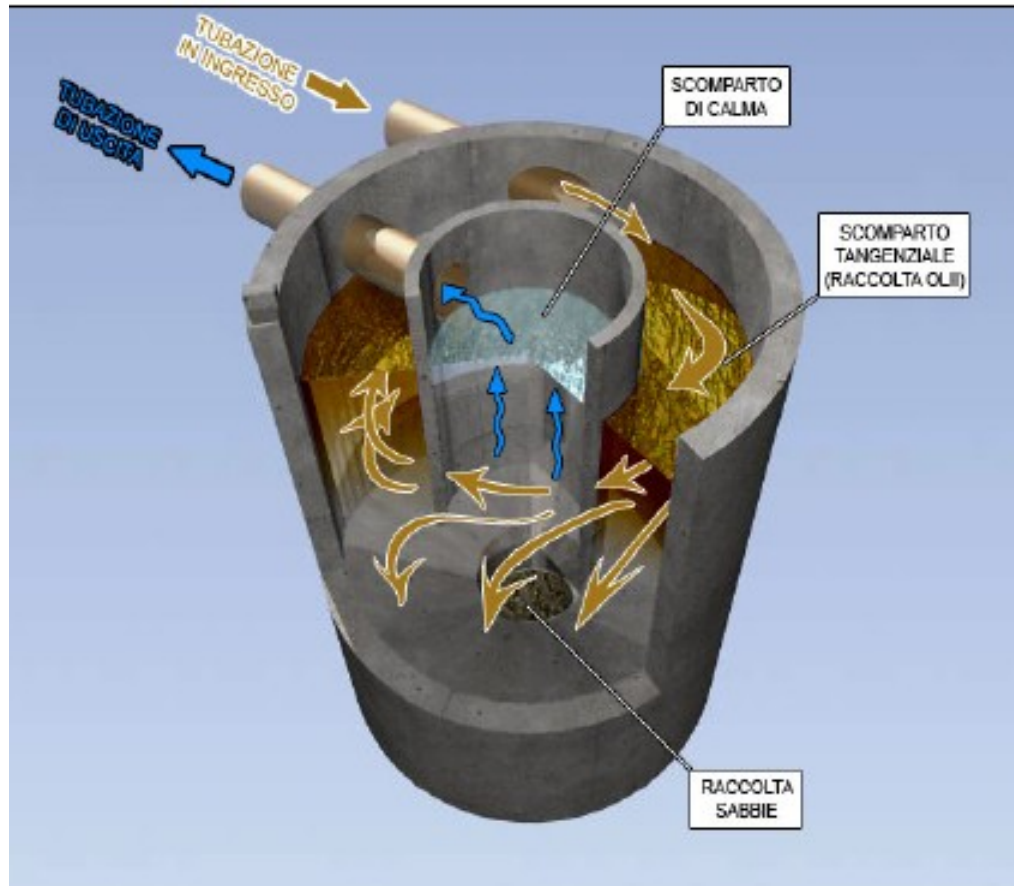


Figura 6 - Schema di funzionamento impianto acque di seconda pioggia

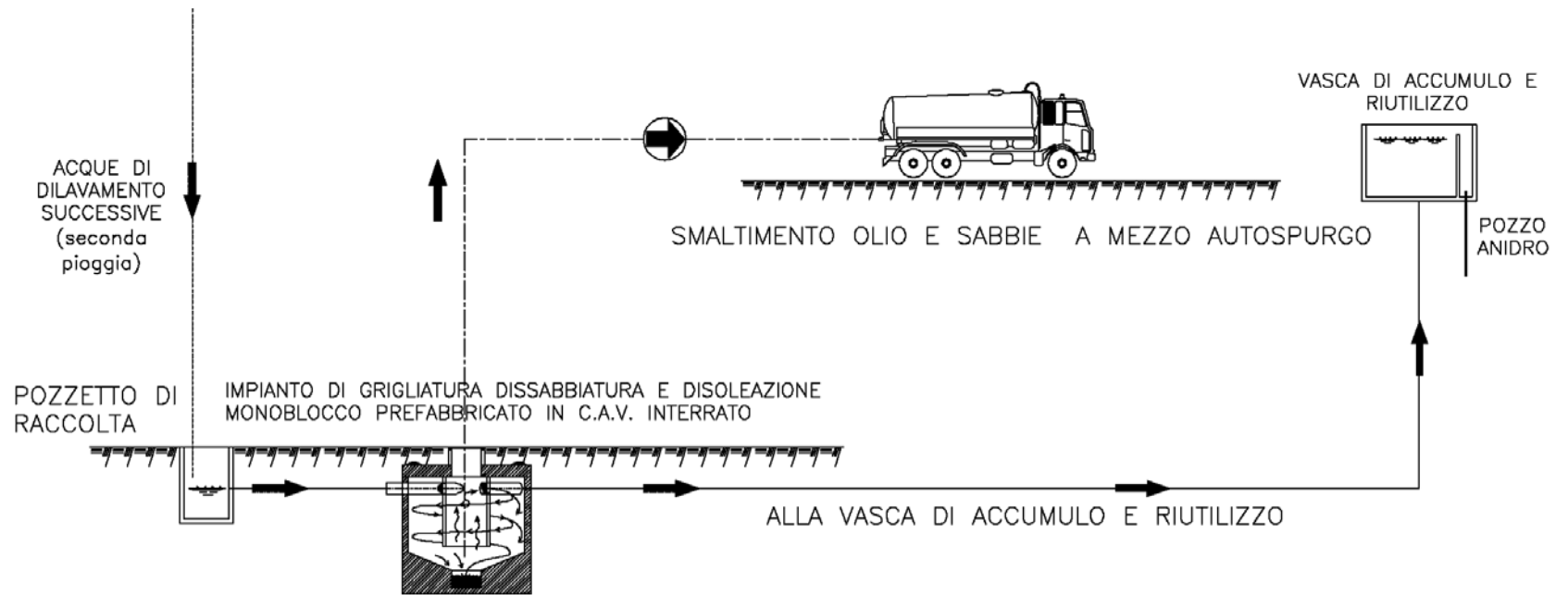


Figura 7 - Schema di flusso - trattamento acque di seconda pioggia

4.5 VASCA DI ACCUMULO ACQUE METEORICHE TRATTATE

La vasca di accumulo, di dimensioni interne 4.00x2.00xH3.00, consentirà quindi lo stoccaggio delle acque trattate ai fini del riutilizzo per le attività previste nell'isola ecologica. Nello specifico parte delle acque saranno riutilizzate per l'irrigazione delle aree a verde, parte per il lavaggio dei piazzali.

La vasca presenterà inoltre un setto interno di altezza pari a 2.5 m che consentirà da una parte l'accumulo per il riuso di cui sopra e dall'altra lo smaltimento del troppo pieno negli strati superficiali del sottosuolo mediante la realizzazione di un pozzo anidro. In virtù delle caratteristiche delle formazioni litologiche caratterizzanti il sito di interesse, e delle portate da smaltire, la profondità del pozzo si spingerà fino ad un massimo di 35 metri dal p.c.. La perforazione andrà eseguita a rotazione e distruzione di nucleo con circolazione diretta dei fluidi; la stessa andrà eseguita con diametro di 203 mm, fino alla profondità di circa 4 - 5 m (rinvenimento calcarenite) dal piano campagna. Tale tratto di perforo dovrà essere rivestito con tubazione metallica di diametro nominale 168 mm e spessore 4 mm. L'intercapedine tra la tubazione di rivestimento ed il perforo dovrà essere, adeguatamente cementata, al fine di evitare infiltrazioni in profondità di acque presenti nei primi strati del sottosuolo. La perforazione sarà quindi proseguita con diametro 156 mm fino alla massima profondità prevista DN200 e profondità pari a 35 m. Si rimanda alla Relazione Geologica ed Idrogeologica per i maggiori dettagli.

La vasca sarà costituita da una serie di elementi prefabbricati in calcestruzzo armato vibrato, da installare entro terra, ispezionabili dall'alto attraverso fori d'ispezione. I chiusini carrabili consentiranno oltre che l'ispezione anche il campionamento in conformità a quanto previsto dall'art. 20 del R.R. n.26.

I trattamenti precedentemente descritti garantiranno il rispetto dei limiti di emissione previsti dalla Tabella 4, di cui all'allegato 5 alla Parte Terza del Dl.gs. 152/06

4.1 CONCLUSIONI

Per quanto estesamente trattato in questo specifico report, non essendo possibile in questa fase dettagliare la tipologia di forzante antropica, connessa alle diverse attività produttive che potrebbero insediarsi dopo la lottizzazione, propenderemo per una progettazione che prevede di metter a disposizione del Consorzio-Comitato del Condominio Idraulico, delle lienne guida d'intervento. Sicché, essendo l'area oggetto di intervento assimilabile ad aree adibite a "*Depositi di rifiuti, e/o gestione e trasformazione degli stessi*" potrebbe sussistere il rischio di "*dilavamento di sostanze pericolose o di altre sostanze che possano pregiudicare il conseguimento e/o mantenimento degli obiettivi di qualità dei corpi recettori*" e pertanto è stato dimensionato un sistema di trattamento delle acque meteoriche ai sensi del R.R. n.26/13.

Il progetto prevede quindi la realizzazione di un sistema di raccolta e trattamento delle acque meteoriche, distintamente per prima e seconda pioggia, insistenti sul piazzale da pavimentare.

Il sistema di trattamento da adottare sarà così composto:

- Collettamento generale delle acque meteoriche mediante canaline con griglia che consentiranno il trattamento di grigliatura;
- Ripartizione portata (separazione acque di prima pioggia/ di dilavamento successive);
- Accumulo acque di prima pioggia;
- Trattamento acque di prima pioggia dopo 24 ore l'evento piovoso a mezzo di un impianto monoblocco fuori terra;
- Dissabbiatura e disoleazione acque di seconda pioggia;
- Accumulo delle acque di prima pioggia trattate ai fini del riuso;
- Accumulo delle acque di seconda pioggia trattate ai fini del riuso;
- Scarico del troppo pieno negli strati superficiali del suolo per mezzo di pozzo anidro.

Nello specifico, le acque di pioggia che raggiungono per libero deflusso la canalina grigliata di raccolta del piazzale, verranno convogliate in un pozzetto ripartitore. Tale pozzetto incanalerà la prima acqua (acqua di prima pioggia) in una vasca di accumulo e quindi, attraverso una pompa, all'impianto di depurazione che, attraverso una serie di trattamenti. (cella elettrolitica, sedimentatore, filtro a carbone attivi, disidratatore fanghi) consentirà il raggiungimento dei limiti allo scarico imposti dal R.R. n.26/2013.

Al riempimento della vasca di accumulo delle acque di prima pioggia, con l'aumentare del livello liquido nel pozzetto ripartitore, la successiva acqua affluente (acqua di seconda pioggia) verrà avviata al trattamento di dissabbiatura e disoleazione a mezzo di un impianto costituito da una vasca in CAV interrata monoblocco carrabile.

Il volume trattato sarà quindi convogliato in una vasca di accumulo che consentirà lo stoccaggio delle acque trattate ai fini del riutilizzo per le attività previste nell'isola ecologica. La vasca presenterà inoltre un setto interno di altezza pari a 2.5 m che consentirà da una parte l'accumulo per il riuso di cui sopra e dall'altra lo smaltimento del troppo pieno negli strati superficiali del sottosuolo mediante la realizzazione di un pozzo anidro. La profondità stimata del pozzo sarà tale da garantire sia la mitigazione di fenomeni di allagamento e conseguente rischio idrogeologico, sia un franco di sicurezza dal livello statico della falda profonda di 18 m.

Per quanto attiene l'organizzazione dei lotti edificabili al fine di garantire la massima autonomia possibile dei soggetti chiamati alla realizzazione del comparto, il progetto urbanistico adotta una suddivisione dell'intera area edificatoria in sette macro lotti.

Tali macro lotti rispondono ad una logica di raggruppamento dei terreni in base all'estensione delle singole proprietà. All'interno dei macro lotti - con una logica di tipo condominiale- il progetto definitivo preciserà la viabilità privata, gli spazi verdi, i percorsi pedonali e carrabili, le aree di manovra per la movimentazione delle merci.

REGOLAMENTO PER L'ALLACCIAMENTO ALLA RETE DI FOGNA BIANCA A SERVIZIO DEL CONDOMINIO (INSEDIAMENTO MISOSTA)

Oggetto:Decreto n. 282/CD/A del 21 novembre 2003 avente ad oggetto: Acque meteoriche di prima pioggia e di lavaggio di aree esterne di cui all'art. n.113 comma 1, lett. a) e art. 103 comma c) ed e) del D.Lgs. n.°152/06 e s. m. ed i., combinati disposti.

Regolamento interno per l'allacciamento alla rete di fogna separata a servizio del condominio..... di TRIGGIANO - LOTTIZZAZIONE MISOSTA sito in

I titolari degli insediamenti che insistono all'interno del Condominio....., dovranno rispettare il seguente regolamento, e correlarsi ad una delle seguenti tipologie di smaltimento delle acque meteoriche, di seguito riportate.

- in qualità di titolare dell'immissione delle acque meteoriche di dilavamento di cui all'art. 113 del D.Lgs. n. 152/06 e s. m. ed i., provenienti da superfici di raccolta superiore a 2000 mq, lo stesso insediamento che insiste all'interno del condominio....., prima di allacciarsi alla rete di fogna bianca dinamica a servizio del ridetto condominio, dovrà provvedere obbligatoriamente e a proprie spese, al trattamento delle acque di dilavamento rivenienti dalle coperture e superfici scoperte, previa grigliatura, dissabbiatura e disoleazione, di tutte le acque meteoriche e la predisposizione di pozzetti di controllo;
- in qualità di titolare dello scarico di acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne che dilavano da pertinenze che possono dar luogo a rilascio di sostanze di cui alle tab. 3/A e 5 del D.Lgs. n. 152/06 e s. m. ed i., ed indipendentemente dalla grandezza delle superfici che dilavano dall'insediamento,, prima di allacciarsi alla rete di fogna bianca dinamica a servizio del ridetto condominio, dovrà provvedere obbligatoriamente e a proprie spese, al trattamento delle acque di dilavamento rivenienti dalle coperture e superfici scoperte. Suddetto trattamento sarà così costituito:
 - Separazione delle acque di prima pioggia - *acque meteoriche che dilavano sulle superfici scoperte e coperture, fino ad una altezza di 5*

mm, relative ad ogni evento meteorico preceduto da almeno 48 h di tempo asciutto, uniformemente distribuite sull'intera superficie scolante

5 - DALLE SUCCESSIVE DI DILAVAMENTO;

- **Le acque di prima pioggia** dovranno subire un processo di depurazione corrispondente alla tipologia di materiale inquinante identificato nelle tabb.3/a e 5 dell'all. n. 5 del D.Lgs. n.152/06 e s. m. ed i., prima dell'allaccio alla rete dinamica a servizio del condominio, con l'obbligo della predisposizioni di pozzetti di controllo e la produzione di analisi semestrali, da inviare all'Amministratore del condominio, in ordine al rispetto dei parametri di cui alla tab. 4 dell' all. n.5 del D.lgs. n.152/06 e s. m. ed i.. E' facoltà del titolare di suddette acque di scarico conferire le acque di prima pioggia a ditte terze autorizzate.
- **Le acque di seconda pioggia**, opportunamente separate dalle prime dovranno subire un processo di grigliatura, dissabbiatura e disoleazione, prima dell'allaccio finale, con predisposizione di pozzetti di controllo;
- in qualità di titolare dell'immissione delle acque meteoriche di dilavamento di cui all'art. 113 del D.Lgs. n. 152/06 e s. m. ed i., provenienti da superfici di raccolta inferiore a 2000 mq, lo stesso insediamento che insiste all'interno del Condominio....., prima di allacciarsi alla rete di fogna bianca dinamica a servizio del ridetto condominio, dovrà provvedere obbligatoriamente e a proprie spese, al trattamento delle acque di dilavamento rivenienti dalle coperture e superfici scoperte, previa grigliatura e dissabbiatura, di tutte le acque meteoriche con la predisposizione di pozzetti di controllo;

I titolari delle acque che dilavano dagli insediamenti, dovranno produrre preventivamente, all'Amministrazione di questo Condominio, la seguente documentazione, onde poterli identificare nelle suddette tipologie di scarico e/o immissioni.

- 1) **autocertificazione** attestante che nell'insediamento non si movimentano sostanze di cui alle tabb. 3/A e 5 dell'All.5 al D.Lgs. n. 152/06 e s. m. ed i.;
- 2) **certificato d'iscrizione alla C.C.I.A.A.** (aggiornato) comprensivo di dati fallimentari e antimafia o dichiarazione sostitutiva di atto di notorietà ex art.47

del D.P.R. n. 445/28.12.2000;

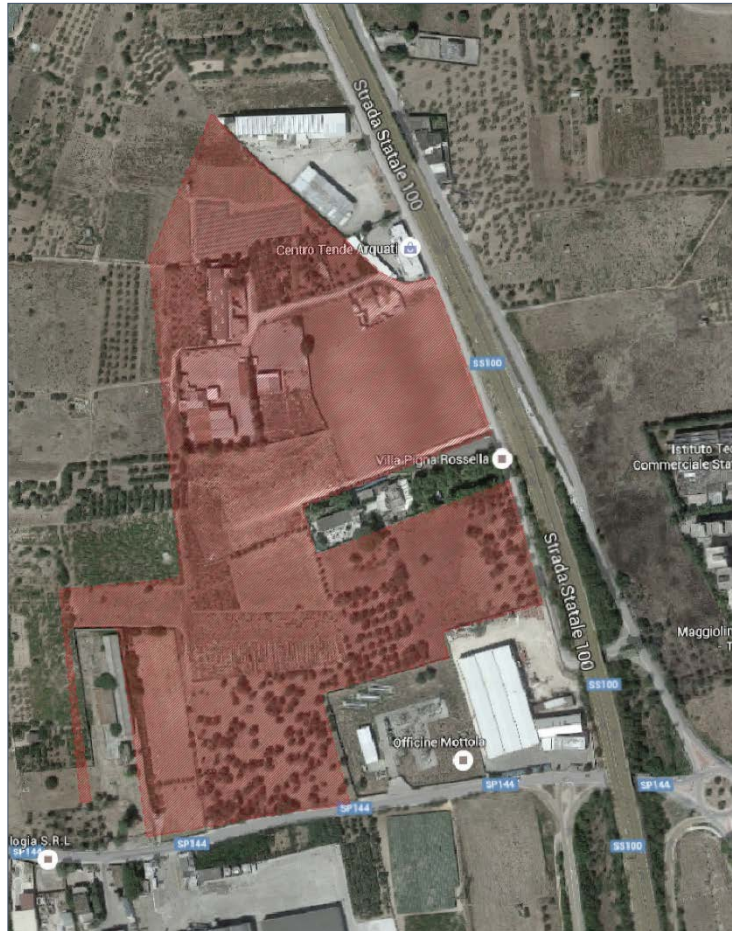
- 3) **descrizione dettagliata dell'attività svolta** dalla ditta nell'insediamento in oggetto, corredato da schema blocchi;

Triggiano aprile 2016

Il Consulente
Geologo

Dott. Geol. Vito SPECCHIO

A handwritten signature in black ink, reading "Vito Specchio". The signature is written in a cursive style with a large, sweeping initial "V".




ALLEGATO B :

RELAZIONE GEOFISICA SULLE RISULTANZE DELLE ATTIVITÀ DI
PROSPEZIONE GEOFISICA ESPERITE

Bari aprile 2016

Il consulente: **Dott. Geol. Vito Specchio**

Vito Specchio




SOMMARIO

1	PREMESSA	3
2	PROSPEZIONE GEOELETRICA	4
2.1	Configurazioni elettrodiche	4
2.2	Strumentazione utilizzata.....	5
2.3	Resistività apparente	7
2.4	Modalità esecutive	8
2.5	Elaborazione dei dati.....	8
2.6	Interpretazione dei dati.....	9
3	PROSPEZIONI SISMICHE	10
3.1	Prospezioni sismiche a rifrazione di superficie in onde P	10
3.1.1	Descrizione del metodo e della strumentazione	10
3.1.2	Acquisizione dei dati.....	10
3.1.3	Elaborazione dei dati	10
3.1.4	Rappresentazione dei dati.....	11
3.1.5	Interpretazione dei risultati.....	11
3.2	Prospezione sismica per la stima del VS30	13
3.2.1	RE.MI. (Refraction Microtremors) - Descrizione del metodo e della strumentazione	13
3.2.2	RE.MI.- Acquisizione dei dati	13
3.2.3	RE.MI.- Elaborazione dei dati	13
3.2.4	RE.MI. - Rappresentazione dei risultati	13
3.2.5	RE.MI. – Interpretazione dei risultati	14
4	STIMA DEI MODULI DINAMICI	15

1 PREMESSA

In corrispondenza di un'area posta ad ovest della città di Triggiano (Ba) destinata ad un Piano di Lottizzazione in zona D1 del vigente P.R.G. denominato "Misosta", è stata eseguita un'indagine geognostica a carattere geofisico.

L'indagine è stata finalizzata ad accertare le condizioni del sottosuolo in esame, in particolare alla verifica:

- ✓ della locale struttura di resistività del sottosuolo;
- ✓ della locale sismo stratigrafia del sottosuolo;
- ✓ dello spessore e caratteristiche geomeccaniche dei sismo strati riconosciuti;
- ✓ del valore del V_{S30} per l'attribuzione della categoria del sottosuolo secondo quanto è richiesto dall'O.P.C.M. n. 3274 del 20/03/2003 e successive modifiche ed integrazioni dell' O.P.C.M. n. 3519 del 28/04/2006, "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento delle medesime zone" G.U. n.108 del 11/05/2006, poi recepite nelle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/1/2008).

Il piano d'indagine previsto al fine di investigare adeguatamente il sottosuolo in esame in funzione anche dell'opera da realizzarsi è consistito nella esecuzione di:

1. n. 1 prospezione geoelettrica 2D, **T.E.01**, di lunghezza pari a 69m, per la quale è stata impiegata la configurazione dipolo-dipolo e Wenner;
2. n. 3 prospezioni sismiche a rifrazione in onde P, **BS01÷BS03**, di cui la BS01 e BS02 di lunghezza pari a 75m mentre la BS03 di lunghezza pari a 125m;
3. n. 1 prospezione di sismica passiva, eseguita con tecnica RE.MI., **RE.MI.01**, ubicato in corrispondenza della base sismica BS02, al fine di stimare il valore delle V_{S30} e quindi attribuire al sottosuolo in esame una delle categorie di suolo di fondazione contemplata dalle Norme Tecniche delle Costruzioni 2008.

2 PROSPEZIONE GEOELETTRICA

Il metodo elettrico, in generale, consente di caratterizzare il sottosuolo attraverso la determinazione delle proprietà elettriche e ottenere informazioni per la ricostruzione del modello geostrutturale individuando anomalie stratigrafiche e tettoniche (cavità, terra rossa, faglie e fratture) o zone maggiormente conduttive per la presenza di acquiferi sotterranei. Il parametro fisico determinato per mezzo delle suddette indagini è la resistività apparente (ρ_a) che dipende dalla composizione mineralogica, dalla granulometria e dal contenuto in acqua della roccia.

2.1 Configurazioni elettrodiche

Le configurazioni elettrodiche da utilizzare sono varie e dipendono dal contesto geologico in cui ricade l'area e dalla natura del *target* dell'indagine. Gli array più utilizzati sono il Dipolo-Dipolo, Polo-Dipolo, Wenner e Wenner-Schlumberger:

- la configurazione del Dipolo-Dipolo assiale ha una maggiore risoluzione nel definire la distribuzione delle resistività apparenti nel sottosuolo lungo direzioni laterali;
- la configurazione Wenner evidenzia meglio le variazioni di resistività in un sottosuolo stratificato orizzontalmente;
- la configurazione del Polo-Dipolo consente di accertare la raggiungere profondità di investigazione maggiori;
- la configurazione Wenner-Schlumberger rappresenta spesso un buon compromesso fra i vari array per evidenziare sia le variazioni laterali che verticali.

Il metodo elettrico consiste nell'immettere corrente nel terreno attraverso un dipolo energizzante (AB) e di misurare la differenza di potenziale (d.d.p.) indotta nel terreno tramite un dipolo di misura (MN); in tutte le configurazioni i dati sono acquisiti variando le posizioni degli elettrodi con tutte le combinazioni al fine di creare una griglia di punti sufficientemente densa (elaborazione tomografica).

La geometria del metodo elettrico consente di investigare l'area dalla superficie fino a una profondità massima nel punto centrale dello stendimento pari a circa $0.2 L$, dove L è la distanza massima fra i centri dei dipoli AB ed MN.

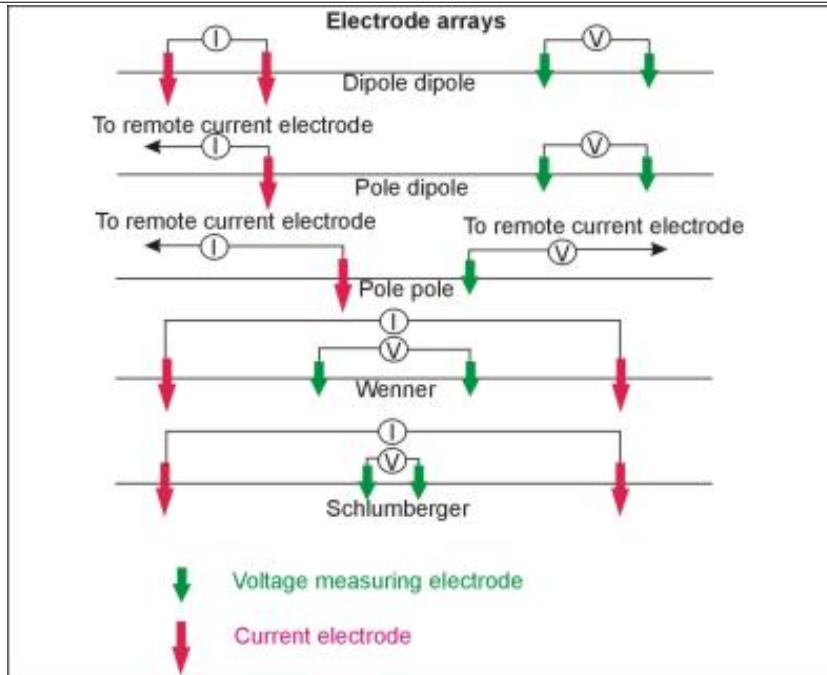
Noti i valori di corrente immessi nel terreno tramite il dipolo AB e noti i valori di d.d.p. generati nei vari punti, si può calcolare la resistività apparente secondo la seguente formula:

$$\rho_a = K \cdot \frac{\Delta V}{I}$$

dove:

- K = fattore geometrico del dispositivo; dipende dalla geometria del dispositivo e varia al variare delle distanze fra i dipoli;
- ΔV = differenza di potenziale, misurata in milliVolts, creata sul dipolo MN;
- I = intensità di corrente, misurata in milliAmpere, generata dal dipolo AB.

L'immagine seguente riporta gli schemi di posizionamento degli elettrodi di corrente e di potenziale per le varie configurazioni.



Nell'area oggetto dell'indagine sono state utilizzate le configurazioni dipolari dipolo-dipolo e Wenner.

2.2 Strumentazione utilizzata

La strumentazione utilizzata è costituita da un georesistivimetro Syscal Pro Switch 96 composto da:

- n. 2 batterie per l'invio di corrente elettrica;
- un trasformatore che consente uscite di corrente variabile da 120 Volt a 800 Volt;
- un sistema automatico di registrazione dati;
- **n. 24 elettrodi** in acciaio inox connessi mediante cavi elettrici per l'invio della corrente e la misura dei potenziali.

Il sistema SYSCAL R10 a 96 elettrodi consente di eseguire misure geoelettriche secondo tutte le metodologie conosciute ed in particolare è possibile eseguire, laddove ci sono gli spazi necessari, anche tomografie elettriche con profondità di indagine che possono raggiungere i 100 metri. Inoltre è possibile realizzare una griglia sul terreno ed eseguire acquisizioni tridimensionali.

I tempi di acquisizione per ogni singola misura di resistività possono variare da 250ms a 1000ms.

Si riportano di seguito alcuni screenshots delle caratteristiche strumentali:



SYSCAL Pro

resistivity & IP equipment

for SOUNDING, IMAGING and MONITORING

SYSCAL Pro Switch MAIN FEATURES

- The SYSCAL Pro Switch is a versatile electrical resistivitymeter which combines a transmitter, a receiver and a switching unit in one single casing. It is supplied by a 12V battery.
- The measurements are carried out automatically (output voltage, stacking number, quality factor) after selection of limit values by the operator, and are stored in the internal memory.
- The output specifications are 800V (switch mode), 1 000V (manual mode) for the voltage, 2.5A for the current and 250W for the power using the internal DC/DC converter and the battery.
- The SYSCAL Pro Switch uses multi-core cables for controlling a set of electrodes connected in a line or in several lines. The standard number of electrodes: 24, 48, 72, 96, 120, can be increased through Switch Pro units for 2D or 3D ground images.
- The ten channels of the system permit to carry out up to 10 readings at the same time for a high efficiency.
- The Induced Polarisation chargeability (IP) is also measured through 20 windows for a detailed analysis of the decaying curves displayed on the graphic LCD screen.
- The SYSCAL Pro Switch unit can be operated with cables in boreholes, or cables pulled on the ground by a vehicle or on the surface of the water by a boat for continuous acquisition surveys.
- The SYSCAL can be used for time lapse readings (monitoring)

1D, 2D, 3D, 4D

RESISTIVITY INVESTIGATIONS

for characterizing underground structures:

- ENVIRONMENT
- CIVIL ENGINEERING
- GROUNDWATER
- ARCHAEOLOGY
- MINING EXPLORATION

TEN SIMULTANEOUS CHANNELS:

for high speed data acquisition, up to 1 000 rdgs/mn

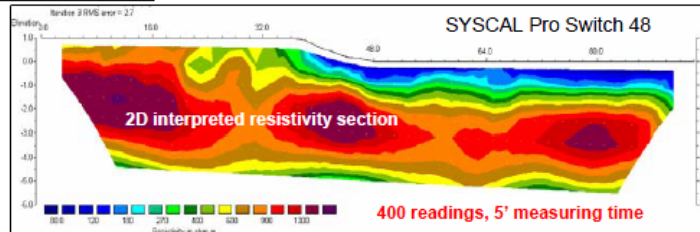
UP TO 800 - 1 000V, 2.5A OUTPUTS:
for penetration & data quality

AUTOMATIC SWITCHING CAPABILITY:
for 24, 48, 72, 96, 120, up to 1 300 electrodes

RESISTIVITY & INDUCED POLARIZATION:
twenty IP chargeability windows

PC SOFTWARE:

- ELECTRE Pro: sequence management
 - PROSYS II: data transfer, process, display
 - COMSYPro: control of SYSCAL by PC
 - SYSMAR: continuous acquisition
 - PROCESSING: x2ipi (w/seq manag.)
 - INTERPRETE: ERTLab (w/seq manag.)
- Res2/3Dinv, IX1D, Winseq



SYSCAL Pro SPECIFICATIONS

TRANSMITTER

- Max voltage: 800V in switch mode
- Max voltage: 1 000V in manual mode
- Max current: 2.5A, typ. accuracy 0.2%
- Max power: 250W with internal DC/DC converter and 12V external battery; 1200W with external AC/DC and Motor Gene.
- Option 25mA max for readings on samples
- Pulse duration: 0.2s, 0.5s, 1s, 2s, 4s, 8s
- Internal 12V, 7Ah battery, plug for ext. batt.

RECEIVER

- Automatic ranging, 10 input channels
- Input impedance: 100 Mohm
- Max voltage channel 1: 15V
- Max voltage sum of channel 2 to 10: 15V
- Protection up to 1 000V
- Typ accuracy: 0.2%, resolution: 1 microV
- 50 to 60Hz power line frequency rejection
- Stacking process, SP linear drift correction
- Reading of current, voltage, standard dev., 20 IP windows (preset or selectable),
- Internal 12V, 7Ah battery

GENERAL

- Memory: 21 000 readings
- USB & SD card link
- GPS input for coordinates
- Fiber glass casing, weather proof
- Temperature range: -20 to +70°C
- SYSCAL Pro Switch 48: 31x23x36cm,
- Weight: 13kg, Cable w/ 24 take-out: 23kg

2.3 Resistività apparente

La resistività delle terre e delle rocce variano di diversi ordini di grandezze e dipende generalmente dal tipo di roccia, dalla porosità, dal collegamento fra i pori, dalla presenza o meno di fluidi, dalla presenza di materiale metallico nella matrice solida.

La maggior parte delle rocce sono costituite da minerali silicei che generalmente hanno una bassa conducibilità elettrica. I minerali più conduttivi sono rappresentati da magnetite, ematite, carbone, grafite, pirite e pirrotite. La porosità delle rocce incide significativamente sulla resistività. La presenza di acqua o fluidi nei pori fa generalmente abbassare i valori di resistività delle rocce.

Ai fini dell'interpretazione dei risultati delle indagini geofisiche è fondamentale la conoscenza del modello geologico di partenza dell'area, del target dell'indagine e la taratura delle prospezioni geofisiche con indagini di tipo diretto.

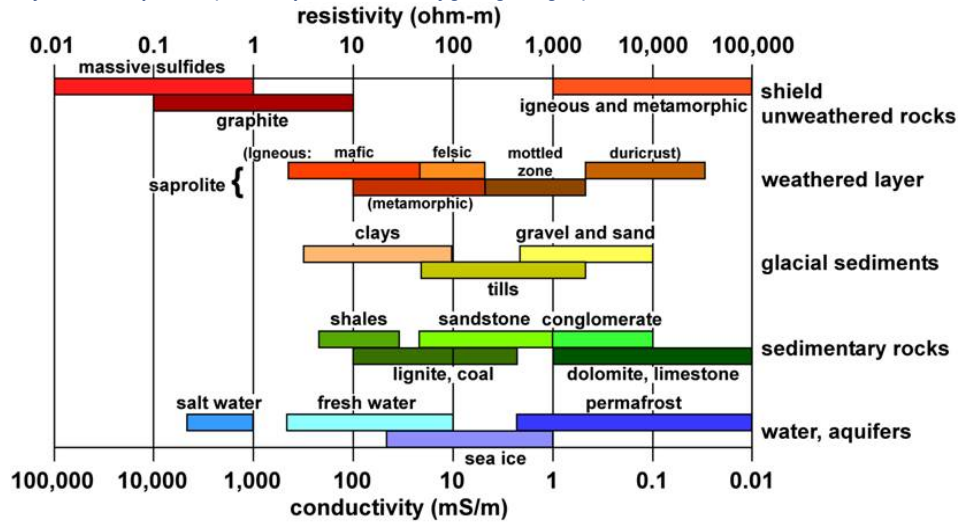
Infatti è possibile che rocce diverse siano caratterizzate dalla stessa resistività. Inoltre i ranges di resistività delle varie formazioni sono variabili, in funzione delle condizioni locali, della porosità, del grado di saturazione, del grado di alterazione ecc. In aggiunta nelle prospezioni geoelettriche, come negli altri metodi geofisici vale il principio di equivalenza, ovvero la possibilità che è più modelli di sottosuolo possono produrre lo stesso modello di resistività. L'acquisizione di dati 2D riduce notevolmente il problema legato a tale principio.

Nella tabella e nel grafico di Palacky, riportati di seguito, sono indicati i ranges tipici dei valori di resistività di alcuni tra i terreni costituenti il sottosuolo.

Tabella – Resistività delle rocce (da “Le indagini geofisiche per lo studio del sottosuolo” di Carrara – Rapolla – Roberti e da “La prospezione Geofisica in campo ambientale” della Provincia di Milano).

LITOTIPO	RESISTIVITA' (Ohm x m)
Acqua di mare	2-3
Acqua	10
Argille, marne, grasse	3-30
Argille, marne magre	10-40
Rifiuti domestici	12-30
Suolo di copertura	10-200
Argille sabbiose, silt	25-105
Fanghi industriali	40-200
Sabbie con argille	50-300
Detrito alluvionale	50-1000
Olio esausto	150-700
Tufi	150-900
Sabbia, ghiaia in falda	200-400
Arenaria	300-3000
Calcere, dolomie, gesso	500-10000
Sabbia, ghiaia asciutta	800-5000
Gneiss	400-6000
Granito	2000-10000

Grafico di Palacky 1987 – (Resistivity characteristics of geologic targets)



(from Palacky, 1988)

2.4 Modalità esecutive

In questa campagna di indagine è stato eseguito n. 1 profilo elettrico, **T.E.01**, secondo la configurazione “dipolo-dipolo assiale” e “Wenner”, di lunghezza pari a 69m con spaziatura elettroica pari a 3.0m per il quale sono stati utilizzati n. 24 picchetti.

Il profilo elettrico è stato ubicato così come mostrato nelle planimetrie in **Allegato 01**.

L’acquisizione ha consentito di elaborare i dati secondo una modellazione bidimensionale (profilo) dello spazio investigato, valutando quantitativamente i volumi di aree elettricamente omogenee.

I dati sono stati interpolati ed elaborati con il Software RES2DINV.

La profondità massima d’investigazione, letta nel punto centrale della pseudosezione, è pari a circa 14m, nel caso della configurazione dipolo-dipolo e a 9m nel caso della configurazione Wenner.

2.5 Elaborazione dei dati

I valori di resistività apparente calcolati sono stati riportati su una griglia il cui asse orizzontale indica la direzione dello stendimento e l’asse verticale indica la profondità. Fissati i valori di resistività apparente per i punti della maglia nella sezione stabilita, mediante un opportuno *countouring* si ottengono delle sezioni che consentono di dare un’interpretazione qualitativa circa la presenza di anomalie nell’ambito degli spessori di terreno investigati.

Per il caso in esame mediante il software RES2DINV sono state ottenute le sezioni di iso-resistività (pseudosezione) secondo le configurazioni Dipolo-Dipolo e Wenner che consentono di dare una interpretazione qualitativa circa la presenza di anomalie nell’ambito degli spessori di terreno investigati, suddivisi in blocchi rettangolari di dimensione e posizione regolare generate automaticamente dal programma.

Un avanzato sottoprogramma di modellazione è stato usato per calcolare i valori di resistività, e una tecnica di ottimizzazione non lineare dei minimi quadrati, è stata impiegata per il programma d’inversione (De Groot-Hedlin e Constable 1990, Loke e Barker 1996), sino ad ottenere la Sezione di Resistività basata sul metodo dell’inversione (Inverse Model Resistivity Section).

I risultati ottenuti con la campagna eseguita nell’area d’intervento, sono riportati di seguito in **Allegato 02**.

2.6 Interpretazione dei dati

Il contesto geologico in cui sono previste le realizzazioni delle opere, ha permesso di interpretare i risultati dell'indagine geoelettrica attribuendo le diverse tonalità di colore che scaturiscono dall'elaborazione (pseudosezione), alle varie classi di resistività.

In linea generale è possibile asserire che le zone più conduttive (**gradazioni del colore blu**) sono riconducibili alla presenza di terreno vegetale e/o materiale terroso come riporto mentre le zone più resistive (**gradazioni del colore rosso**) sono correlabili alla presenza di porzioni delle calcareniti ben cementate.

Dall'analisi delle pseudosezioni ricavate dall'indagine geoelettrica, nonostante l'eterogeneità dei materiali presenti che comportano la presenza di variazioni laterali di resistività, è stato possibile ricostruire la struttura di resistività del sottosuolo secondo un modello semplificato, a quattro elettrostrati, di seguito descritti nel dettaglio:

T.E.01: in base ai valori di resistività registrati il sottosuolo sotteso da questo profilo geoelettrico è distinguibile in quattro elettrostrati. A partire dalla superficie si individua un primo elettrostrato entro il primo metro e mezzo di profondità, discontinuo e conduttivo, caratterizzato da valori di resistività però piuttosto omogenei e dunque correlabile a terreno vegetale frammisto a riporto di natura terrosa. Al di sotto di tale copertura, i valori della resistività cominciano a crescere gradualmente e individuano in un intervallo di resistività compreso tra $50\text{Ohm}\cdot\text{m}$ e $250\text{Ohm}\cdot\text{m}$ un secondo elettrostrato, relativamente conduttivo, correlabile ai depositi calcarenitici poco cementati, il quale è stato rilevato, nella prima metà dello stendimento a partire da circa 1.5m di profondità fino a circa 4.5m mentre nella seconda metà dello stendimento si incontra a partire dalla superficie fino a circa 4.0m di profondità. A tale profondità sono stati rilevati i maggiori valori di resistività, i quali individuano fino a circa 10m, il terzo elettrostrato, correlabili presumibilmente alla presenza di calcare mediamente fratturato e alterato. Infine, con un decremento dei valori di resistività si individua un quarto elettrostrato, relativamente resistivo, correlabile probabilmente all'ammasso calcareo molto fratturato e alterato con possibili inclusioni terrose il quale è stato rilevato fino alla massima profondità investigata (**AII_02**).

3 PROSPEZIONI SISMICHE

3.1 Prospezioni sismiche a rifrazione di superficie in onde P

3.1.1 Descrizione del metodo e della strumentazione

L'indagine geosismica del tipo a rifrazione di superficie, come tutti i metodi d'indagine indiretta del sottosuolo, permette di investigare un certo volume di sottosuolo variabile a seconda sia della lunghezza dei profili eseguiti ma anche della natura litologica del sito.

Il metodo consiste nell'inviare nel terreno un impulso sismico, tramite un'opportuna sorgente a impatto o esplosiva e nel rilevare il primo arrivo di energia, costituito da un'onda elastica diretta e da una rifratta. L'onda rifratta, emergente in superficie, è generata da interfacce rifrangenti che separano mezzi a differente velocità sismica (sismostrati), generalmente, crescente con la profondità.

I primi arrivi, individuati su sismogrammi rilevati dai geofoni e registrati tramite un sismografo, sono riportati su grafici tempo-distanza (dromocrone), in seguito interpretati per ottenere informazioni sismostratigrafiche.

Per il caso in esame, la strumentazione utilizzata è consistita in un sismografo a 24 canali, della "MAE" modello A6000/S con acquisizione computerizzata dei dati e in una sorgente del tipo ad impatto verticale per la generazione di onde rilevate da 24 geofoni rispettivamente di frequenza pari a 14Hz per le onde P.

3.1.2 Acquisizione dei dati

Nell'ambito del presente studio, sono state eseguite n. 3 prospezioni sismiche a rifrazione, in onde P (**BS01÷BS03**), di cui la BS01 e BS02 di lunghezza pari a 75m mentre la BS03 di lunghezza pari a 125m, per ciascuna delle quali sono stati effettuati cinque scoppi e utilizzati 24 geofoni.

Infatti, per quanto riguarda la geometria adottata in riferimento alle basi sismiche BS01 e BS02, i 24 geofoni sono stati disposti sul terreno con una spaziatura di 3.0m, i punti di scoppio A e B sono a 3.0m rispettivamente dal 1° e dal 24° geofono, in posizione esterna allo stendimento geofonico, lo scoppio C è posto al centro dello stendimento stesso (fra il 12° e il 13° geofono), mentre gli altri due scoppi intermedi D ed E rispettivamente tra 6° e 7° geofono e tra il 18° e il 19° geofono, quindi in questo caso l'intero stendimento per ciascuna base risulta di 75m.

Per quanto riguarda la geometria adottata in riferimento alla base sismica BS03, i 24 geofoni sono stati disposti sul terreno con una spaziatura di 5.0m, i punti di scoppio A e B sono a 5.0m rispettivamente dal 1° e dal 24° geofono, in posizione esterna allo stendimento geofonico, lo scoppio C è posto al centro dello stendimento stesso (fra il 12° e il 13° geofono), mentre gli altri due scoppi intermedi D ed E rispettivamente tra 6° e 7° geofono e tra il 18° e il 19° geofono, quindi in questo caso l'intero stendimento per questa base risulta di 125m.

L'ubicazione dei profili sismici è mostrata nell'**Allegato 01**.

3.1.3 Elaborazione dei dati

L'elaborazione dei dati è stata eseguita secondo la procedura descritta schematicamente di seguito:

- ✓ Inserimento delle geometrie mediante il software Pickwin (distanze fra geofoni e posizioni dei punti di scoppio);
- ✓ Applicazione dei filtri "low-pass" e "high-pass" per la lettura ottimale dei primi arrivi eliminando le frequenze di disturbo;
- ✓ Picking dei primi arrivi;
- ✓ Export delle dromocrone;
- ✓ Inversione tomografica dei dati attraverso l'applicativo Plotrefa;
- ✓ Definizione del modello sismostratigrafico.

3.1.4 Rappresentazione dei dati

I dati elaborati sono stati esportati e restituiti come di seguito riportato:

- ✓ In **allegato 03A** sono riportati, per ciascuna base sismica, i sismogrammi relativi ai cinque punti di scoppio, le dromocrone, le sezioni tomografiche e i modelli sismostratigrafici. In particolare l'elaborazione tomografica rappresenta l'andamento dei sismostrati, lungo la sezione corrispondente al profilo in superficie, ottenuta dalla elaborazione ed inversione dei dati sismici; il modello sismostratigrafico rappresenta invece l'interpretazione degli stessi sismostrati in funzione della geologia del sito, ottenuto correlando le velocità medie di ciascun sismostrato con i dati geologici noti e le loro velocità sismiche caratteristiche

3.1.5 Interpretazione dei risultati

Ai fini della corretta interpretazione dei risultati dell'indagine sismica è importante precisare che generalmente:

- a) i sismostrati non sono necessariamente associabili a litotipi ben definiti, ma sono rappresentativi di livelli con simili caratteristiche elastiche, in cui le onde sismiche si propagano con la stessa velocità;
- b) la risoluzione del metodo è funzione della profondità di indagine e la risoluzione diminuisce con la profondità: considerato uno strato di spessore h ubicato a profondità z dal piano campagna, in generale non è possibile individuare sismostrati in cui $h < 0.25 * z$.
- c) nelle indagini superficiali, le onde di taglio, meno veloci, arrivano in un tempo successivo, per cui il segnale registrato sarà la risultante delle onde S con le onde P e quindi la lettura dei tempi di arrivo delle onde S può risultare meno precisa della lettura dei tempi di arrivo delle onde P;
- d) i terreni esaminati possono ricoprire un ampio campo delle velocità sismiche, in relazione alla presenza di materiale di riporto, di terreno vegetale e di acqua di falda nonché ai vari gradi di stratificazione, carsificazione e di fratturazione dell'ammasso roccioso.

Riguardo al punto d) (vedi Zezza1-1976), possono essere distinti 5 differenti gradi di carsificazione ai quali corrispondono le seguenti caratteristiche dell'ammasso roccioso carsificato:

- grado V: $V_p = 0,7-1,0$ km/sec. Sono cancellati i caratteri tessiturali della roccia in posto i cui relitti si trovano inglobati in abbondanti terre rosse;
- grado IV: $V_p = 1,1-1,9$ km/sec. Sono conservati i caratteri tessiturali della roccia in posto attraversata in ogni senso da cavità carsiche attive e fossili;
- grado III: $V_p = 2,0-3,0$ km/sec. Diffusa presenza di cavità collegate ai processi di dissoluzione carsica;
- grado II: $V_p = 3,1- 4,5$ km/sec. Giunti di fessurazione interessati solo parzialmente da manifestazioni carsiche;
- grado I: $V_p > 4,5$ km/sec. Assenza completa di manifestazioni carsiche; giunti di fessurazione radi e bancate compatte.

Di seguito sono stati riportati, in tabella, i valori di velocità delle onde sismiche di compressione tipici di ogni litotipo.

Tabella 1.1 – Valori di velocità per le onde di compressione (da “Le indagini geofisiche per lo studio del sottosuolo” di Carrara – Rapolla – Roberti, “Il manuale del geologo” di Cassadio – Elmi).

LITOTIPO	V_p (m/sec)
Areato superficiale	300-800
Argille	1100-2900
Sabbia asciutta	200-1000

¹ Valutazione geologica-tecnica degli ammassi rocciosi carsificati con particolare riferimento alle aree carsiche pugliesi. Mem. Soc. Geol. It., 14,1976.

Sabbie umida	600-1800
Terreni alluvionali sciolti	400-2100
Acqua	1400-1500
Calcere fratturato	700-4200
Calcere compatto	2800-6400
Calcere cristallino	5700-6400
Piroclastiti coerenti (tufo)	750-2450
Piroclastiti incoerenti (pozzolana)	350-1000
Arenaria	1400-4500
Granito, Monzonite, Granodiorite, Gabbro, Diabase, Basalto	4000-6000
Anidride	3500-5500
Gesso	1800-4000
Gneiss e scisti	3500-7500

Dai valori di velocità di propagazione delle onde P, è stato possibile ricavare la sismostruttura del sottosuolo in corrispondenza della **Base Sismica BS01, BS02 e BS03**.

Il sottosuolo investigato è stato distinto, per i profili eseguiti, in quattro sismostrati ciascuno caratterizzato da un determinato valore di velocità delle onde di compressione.

Generalmente, data la lunghezza degli stendimenti eseguiti e la natura litologica dei terreni esaminati, è stato possibile investigare il sottosuolo fino ad una profondità compresa tra 12m e 18m a partire dalla superficie topografica.

Di seguito si riportano le risultanze delle basi sismiche eseguite:

✓ BS01 in onde P: si individuano quattro sismo strati

	Velocità Onde P in m/s	Velocità Onde S in m/s	Intervallo di profondità (m)	Descrizione
1	368	-	0,00÷0,80	Terreno vegetale
2	563	-	0,80÷2,10	Calcarenitida da poco cementate
3	1395	-	2,10÷4,00	Calcareniti cementate
4	2259	-	4,00÷12,00	Calcere fratturato e alterato

✓ BS02 in onde P ed S (mediante Re.Mi.): si individuano quattro sismo strati

	Velocità Onde P in m/s	Velocità Onde S in m/s	Intervallo di profondità (m)	Descrizione
1	357	150	0,00÷1,20	Terreno vegetale e/o riporto
2	648	314	1,20÷2,50	Calcareniti poco cementate
3	1636	827	2,50÷6,00	Calcareniti cementate
4	2180	1200	6,00÷12,00	Calcere fratturato e alterato

✓ BS03 in onde P: si individuano quattro sismo strati

	Velocità Onde P in m/s	Velocità Onde S in m/s	Intervallo di profondità (m)	Descrizione
1	315	-	0,00÷0,50	Terreno vegetale
2	885	-	0,50÷3,00	Calcarenitida mediamente cementate
3	1620	-	3,00÷4,50	Calcareniti cementate
4	2434	-	4,50÷18,00	Calcere fratturato e alterato

3.2 *Prospezione sismica per la stima del VS30*

3.2.1 *RE.MI. (Refraction Microtremors) - Descrizione del metodo e della strumentazione*

Al fine di calcolare il valore di velocità delle onde di taglio (S) fino alla profondità di 30 metri (VS30) e determinare la classe di appartenenza del terreno di fondazione, secondo quanto è richiesto dalle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni DM 14/1/2008 (G.U. 4 febbraio 2008, n.29 – s.o. n.30), è stato eseguito n.1 profilo Re.Mi. (**RE.MI.01**) ubicato in corrispondenza della base sismica BS02, come mostrato nell'**Allegato 1**.

La tecnica utilizzata consente una stima accurata dell'andamento delle velocità di propagazione delle onde S nel sottosuolo; ciò avviene registrando semplicemente il rumore di fondo ed elaborando il segnale con un opportuno software.

A rigore, quella che è misurata è la velocità delle onde superficiali (Onde di Rayleigh), ma essa è praticamente uguale alla velocità delle Onde S ($95 \div 97\%$). È così possibile definire, con un'approssimazione valutabile tra il 5% e il 15%, il profilo "VS30".

Per il caso in esame, la strumentazione utilizzata è consistita in 24 geofoni verticali a 4.5Hz, in un sismografo a 24 canali della "MAE" modello A6000/S con acquisizione computerizzata dei dati.

3.2.2 *RE.MI.- Acquisizione dei dati*

Le fasi operative possono essere così schematizzate:

- predisposizione dello stendimento, cioè una serie di 24 geofoni regolarmente spazati e in linea retta, di lunghezza pari a 69 metri (**RE.MI.01**);
- esecuzione di 20 registrazioni della durata di 30 sec del rumore ambientale;
- controllo dei dati raccolti con prima elaborazione in situ del profilo, in modo da verificare la coerenza del segnale, l'effettivo raggiungimento della profondità d'investigazione richiesta ed eventualmente apportare le necessarie variazioni dei parametri d'acquisizione prima di ripetere la registrazione;
- i dati raccolti sono registrati nell'hd dell'A6000/S.

3.2.3 *RE.MI.- Elaborazione dei dati*

L'analisi prevede la formattazione dei files dati, l'analisi spettrale con l'individuazione della curva di dispersione e la modellazione del profilo.

E' importante rilevare che il profilo di ciascun stendimento è stato ottenuto coinvolgendo nelle misurazioni un'estesa porzione del sito da investigare, esso quindi, pur non avendo la risoluzione di un profilo ottenuto ad es. con la tecnica down-hole, è più rappresentativo a larga scala rispetto a quelli ottenibili da un rilievo puntuale.

I dati sono stati interpolati ed elaborati con i Software SWAN prodotto dalla Geostudi Astier.

3.2.4 *RE.MI. - Rappresentazione dei risultati*

Nell'**Allegato 03B** sono stati rappresentati, in tre grafici, le elaborazioni dei dati acquisiti con il metodo RE.MI. e il sismogramma medio di tutte le interazioni, dello stendimento svolto.

Il primo grafico, a partire dallo spettro P-F, mette in relazione le frequenze contenute nel segnale registrato con il reciproco della velocità di fase e il rapporto spettrale: permette di riconoscere l'energia delle Onde di Rayleigh e fissare i punti che rappresentano l'andamento della curva di dispersione, funzione della distribuzione della velocità negli strati del sottosuolo. Nel grafico successivo, invece, è riportata la curva calcolata tramite l'inversione di un modello di sottosuolo, ottenuto per "aggiustamenti" successivi da un modello iniziale, cercando ovviamente di trovare la migliore corrispondenza con i punti prima individuati.

La grafico successivo riporta il modello del sottosuolo in termini di strati con diversa velocità di propagazione delle Onde S.

3.2.5 RE.MI. – Interpretazione dei risultati

Sulla base delle indagini sismiche eseguite e applicando l'espressione riportata nel DM 14/01/2008:

$$V_{s,30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{s,i}}}$$

nel punto di investigazione è stato possibile calcolare il parametro Vs30, a cui è poi stata associata la relativa categoria di suolo di fondazione secondo quanto indicato nella Nuova Normativa Sismica, come di seguito sintetizzato nella tabella, precisando che il calcolo è stato effettuato a partire dal piano campagna:

PROFILO RE.MI.	VELOCITA' DI PROPAGAZIONE CALCOLATA DAL PIANO CAMPAGNA (Vs30)	CATEGORIA DI SUOLO
ReMi 01	1109m/s	A

E' opportuno precisare che dal profilo REMI si ricavano i valori di velocità delle onde S lungo la verticale a circa metà della lunghezza dello stendimento fino a una profondità mutevole in funzione della variazione delle frequenze; generalmente, se non ci sono particolari "accidenti", la profondità d'investigazione è pari alla lunghezza dello stendimento; in questo caso per lo stendimento re.mi. eseguito, il modello sismostratigrafico riporta una profondità dei sismostrati superiore ai 30m, calcolandoli a partire dal piano d'indagine.

Come indicato nella tabella, sopra riportata, il profilo RE.MI. eseguito, ha consentito di stimare un valore di $V_{s30} > 800$ m/s da cui scaturisce che il sottosuolo investigato rientra nella categoria di suolo di fondazione di classe "A". La categoria di suolo stimata nel contesto dell'area di studio è di seguito definito come dalla Norme Tecniche delle Costruzioni 2008.

Categoria	Descrizione
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori 800 m/s eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, 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 $V_{s,30}$ 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)
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 $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30}$ KPa nei terreni a grana fina)
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 $V_{s,30}$ 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)
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_{s,30} > 800$ m/s)
Categorie aggiuntive	Descrizione
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ KPa), che includono uno strato di almeno 8 metri di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

4 STIMA DEI MODULI DINAMICI

Dalle velocità sismiche, ricavate dall'indagine a rifrazione superficiale classica in onde P ed dalla metodologia Re.Mi. (in corrispondenza dello stendimento sismico BS02), sono stati calcolati alcuni parametri geotecnici. Assegnando, infatti, la densità in sito, ricavata empiricamente mediante l'equazione di Gardner, che lega la densità alla velocità delle onde longitudinali (V_p), sono stati calcolati il *coefficiente di Poisson* e alcuni moduli elastici dinamici. Le determinazioni dei moduli elastici, eseguite mediante tali metodologie sismiche, sono riferibili a volumi significativi di terreno in condizioni relativamente indisturbate a differenza delle prove geotecniche di laboratorio che, pur raggiungendo un elevato grado di sofisticazione ed affidabilità, soffrono della limitazione di essere puntuali cioè relative ad un modesto volume di roccia.

I moduli elastici sismici possono essere correlati ai normali moduli statici attraverso un fattore di riduzione (*Rzhevsky et alii, 1971*) semplicemente evidenziando che si riferiscono, in virtù delle energie movimentate dall'indagine e del conseguente basso livello di deformazione raggiunto, ad un modulo statico tangente iniziale.

$$E_{din} = 8.3E_{stat} + 0,97$$

Inoltre, con i dati ottenuti dall'indagine eseguita è possibile calcolare il coefficiente di reazione del terreno K_s (Kg/cm^3) attraverso la relazione di Vesic (1961):

$$K_s = E_s/B(1 - \nu^2)$$

dove

B = larghezza della fondazione;

E = modulo di elasticità del terreno;

ν = coefficiente di Poisson.

Infine per la classificazione geotecnica dell'ammasso, nell'ambito dello stesso foglio di calcolo, attraverso le letture sismiche, sono state determinate indirettamente, i valori di indice di qualità della roccia (RQD), nel caso degli ammassi rocciosi, la coesione dell'ammasso e l'angolo di attrito dello stesso.

Allo stesso tempo, per l'analisi dei pali sottoposti a forze orizzontali e nella verifica a svergolamento è stato determinato, indirettamente, il coefficiente di reazione orizzontale, K_h . Tale modulo viene determinato dalla formula di Chiarugi Maia secondo la quale è funzione di: modulo edometrico, modulo elastico del palo, diametro del palo, coefficiente di Poisson.

In ultimo per effettuare un'ulteriore verifica sui fattori di deformabilità delle terre, attraverso la relazione di Imai and Yoshimura, del 1977 sono stati determinati i valori di resistenza alla deformabilità del tipo SPT attraverso i valori delle velocità sismiche di taglio.

Di seguito sono riportati i principali moduli elastici dei terreni riguardanti lo stendimento sismico svolto; tali valori si riferiscono al deposito pertanto devono essere intesi come valori medi.

BASE SISMICA 02 - STIMA DEI MODULI DINAMICI

	STRATO 1	STRATO 2	STRATO 3	STRATO 4
Velocità onde P (m/s):	357	648	1636	2180
Velocità onde S (m/s):	150	314	827	1200
V_{LAB} = Velocità onde P di laboratorio (m/s):	6000	6000	6000	6000
SPESSORE MEDIO STRATO (m)	1,00	2,00	3,00	8,00
Profondità Media Strato (m)	0,50	1,50	3,00	6,50
Modulo di Poisson (ν)	0,39	0,35	0,33	0,28
Densità naturale (γ_{nat} in gr/cm³)	1,35	1,56	1,97	2,12
Porosità % (\emptyset) (correlazione Rzheshky e Novik (1971))	47,41%	44,69%	35,46%	30,37%

MOD. di YOUNG DINAMICO - (E_{din} in Mpa o Nmm²)	83	407	3508	7662
MOD. di TAGLIO DINAMICO (G_{din} in Mpa o Nmm²) $G_{din} = E_{din}/(2*(1+\nu))$	30	151	1320	2987
MOD. di BULK (K) (Mpa o Nmm²): $K = E_{din}/(3*(1-2*\nu))$	129	442	3406	5875
MOD. di YOUNG STATICO (E_{stat} in Mpa o Nmm²) (Rzheshky et alii, 1971)	10	49	422	923
MOD. di TAGLIO STATICO (G_{din} in Mpa o Nmm²)	4	18	159	360
MOD. DI COMPRESSIONE EDOMETRICA (M in Kg/cm²) (da velocità onde P e densità) $\gamma*vp^2$ (valido per le terre)	171	656	5269	10051
MOD. DI COMPRESSIONE EDOMETRICA (M in Kg/cm²) $M = E * [(1-\nu) / (1-\nu-2*\nu^2)]$ (relazione di NAVIER)	204	788	6346	12108

Rigidità Sismica ($\gamma*V_p$) (Tonn/m²*sec)	202	490	1628	2538
Frequenza dello Strato	38	39	69	38
Periodo dello Strato	0,03	0,03	0,01	0,03

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DELLE TERRE (NON VALIDO PER LE ROCCE)				
SPT (N) VALUE (Imai and Yoshimura, 1977)	8	RIFIUTO	RIFIUTO	RIFIUTO

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE AMMASSO ROCCIOSO (NON VALIDO PER LE TERRE)				
RMR Bieniawsky (valido solo per le rocce da E statico)	NA	22	59	73
Φ (angolo di attrito in °)	NA	28	30	31
C (coesione in kg/cm²)	NA	1,1	3,0	3,7
Rapporto di velocità VR (utilizzando per il valore delle Vp in laboratorio 6000m/sec)	NA	0,108	0,273	0,363
Rapporto di velocità al quadrato (VR²)	NA	0,012	0,074	0,132
RQD (0,97x(Vp/VLAB)2*100)	NA	1,1%	7,2%	12,8%
RQD (relazione empirica sui calcari - F. Zezza 1976)	NA	5,5%	19,8%	29,5%

COEFFICIENTE DI SOTTOFONDO				
B (ipotesi dimensione fondazione superficiale in cm)	100	100	100	100
D (ipotesi diametro palo in m)	0,50	0,50	0,50	0,50
K = (Coeff. di Winkler in Kg/cm³ --> VESIC 1961) $k = E/[B(1-\nu^2)]$	1,19	5,66	48,29	102,29
K_v (Coeff. di Winkler verticale in Kg/cm³ --> $K_v = \alpha 2*Ed/b$) dove $\alpha 2 = 2/\log_e(b+2H)/b$	1,95	11,02	107,26	297,97
K_h (Coeff. di Winkler orizzontale in Kg/cm³ - Chiarugi-Maia)	1,39	16,35	299,44	1226,32

INDICAZIONI SU CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE SUPERFICIALE				
Fs (Fattore di sicurezza = Vp/Vs)	2,4	2,1	2,0	1,8
Q_{ult} (kg/cm²) = $\gamma_{nat} * v_s * (0,1)$ (Keceli 2012)	2,02	4,90	16,28	25,38
Q_{amm} = Q_{ult}/Fs	NA	2,38	8,23	13,97

ALLEGATI 01 - PLANIMETRIA

-
- UBICAZIONE DI DETTAGLIO DELLA PROSPEZIONE GEOELETRICA
 - UBICAZIONE DI DETTAGLIO DELLE PROSPEZIONI SISMICHE A RIFRAZIONE DI SUPERFICIE IN ONDE P
 - UBICAZIONE DI DETTAGLIO DELL' INDAGINE SISMICA CON TECNICA RE.MI.
-



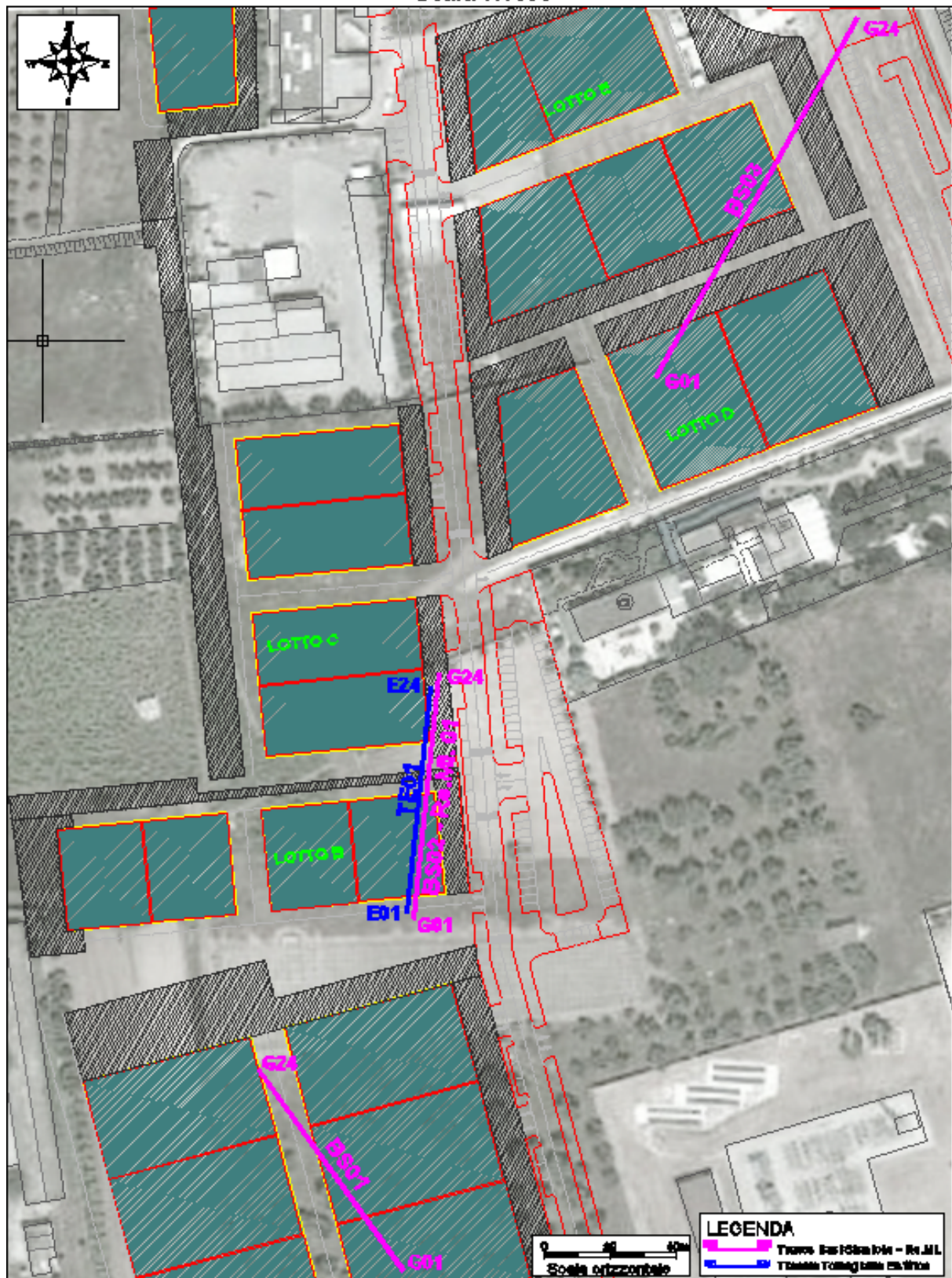
Cat. OS20A Class. I
Cat. OS20B Class. II



Azienda certificata



ALLEGATO 01 - PLANIMETRIA CON UBICAZIONE DELLE INDAGINI GEOFISICHE
Scala 1:1000





Cat. OS20A Class. I
Cat. OS20B Class. II



Azienda certificata





Cat. OS20A Class. I
Cat. OS20B Class. II



Azienda certificata



ALLEGATO 02 - PROSPEZIONE GEOELETTRICA

-
- PSEUDOSEZIONE E MODELLIZZAZIONE
-



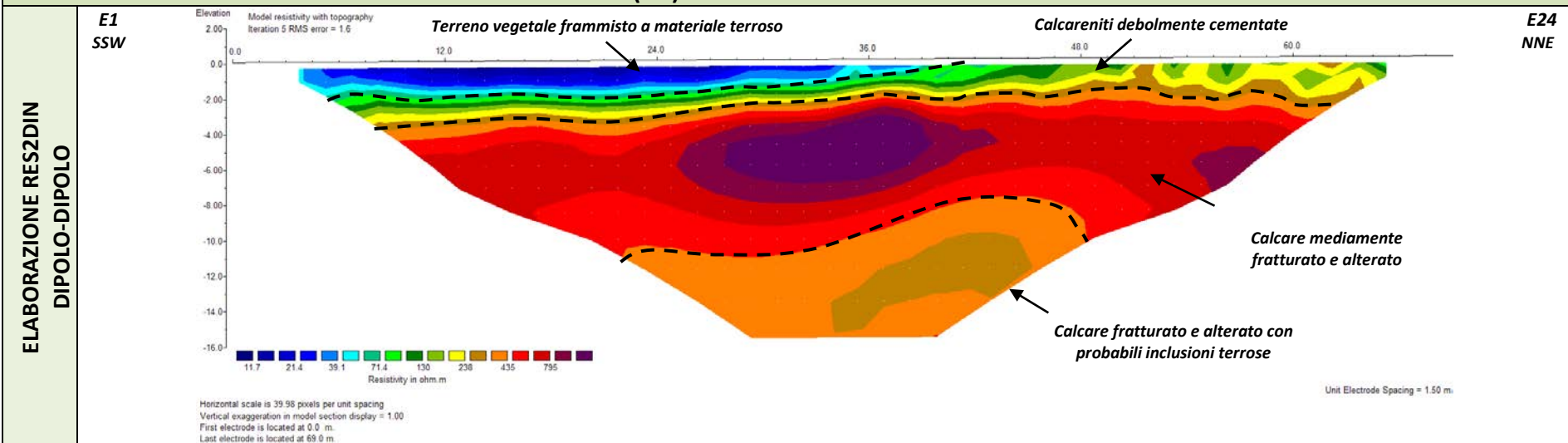
Cat. OS20A Class. I
Cat. OS20B Class. II



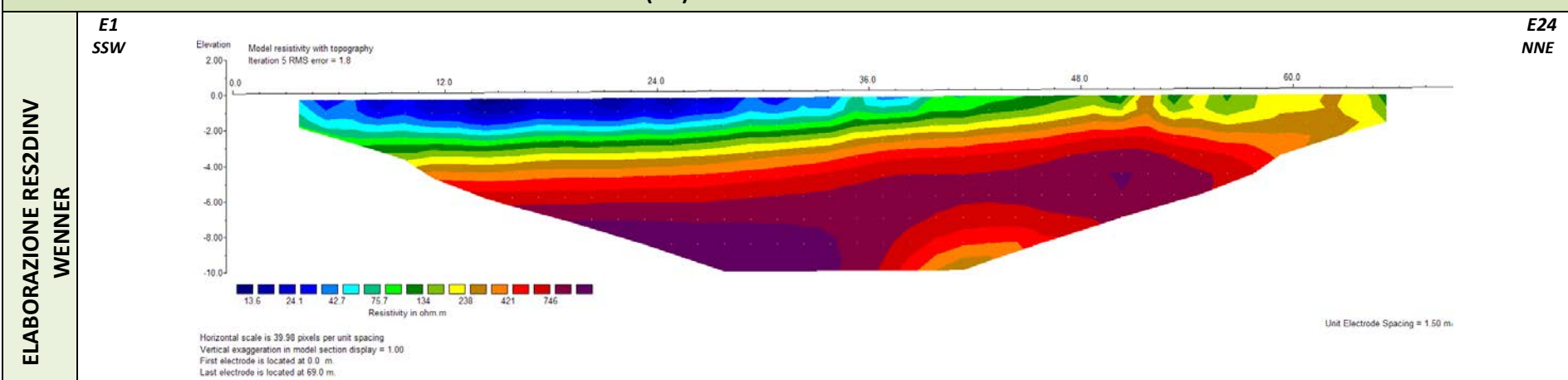
Azienda certificata



LOCALITA' "TRIGGIANO (BA) - T.E.01 - PSEUDOSEZIONE E MODELLIZZAZIONE



LOCALITA' "TRIGGIANO (BA) - T.E.01 - PSEUDOSEZIONE E MODELLIZZAZIONE



NB. I commenti interpretativi sono stati riportati unicamente nella pseudosezione ottenuta mediante l'utilizzo della configurazione dipolo-dipolo assiale. La distribuzione delle variazioni di resistività apparente nelle 2 elaborazioni ha un andamento analogo mentre sono diverse le profondità di investigazione.



Cat. OS20A Class. I
Cat. OS20B Class. II



Azienda certificata



ALLEGATO 03A - PROSPEZIONI SISMICHE

-
- SISMOGRAMMI ONDE P
 - DROMOCRONE ONDE P
 - SEZIONI TOMOGRAFICHE E MODELLI SISMOSTRATIGRAFICHE
-



Cat. OS20A Class. I
Cat. OS20B Class. II

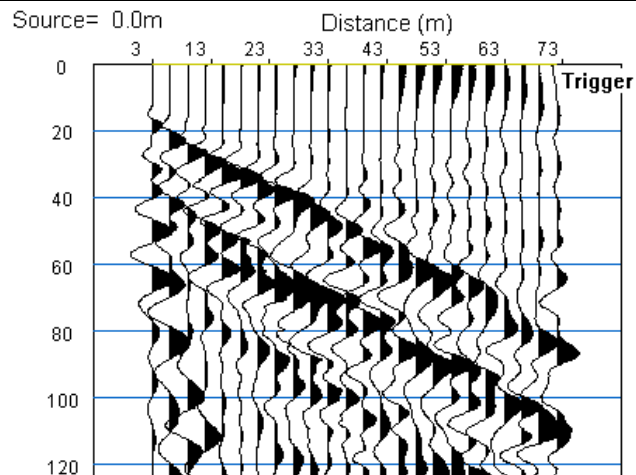


Azienda certificata

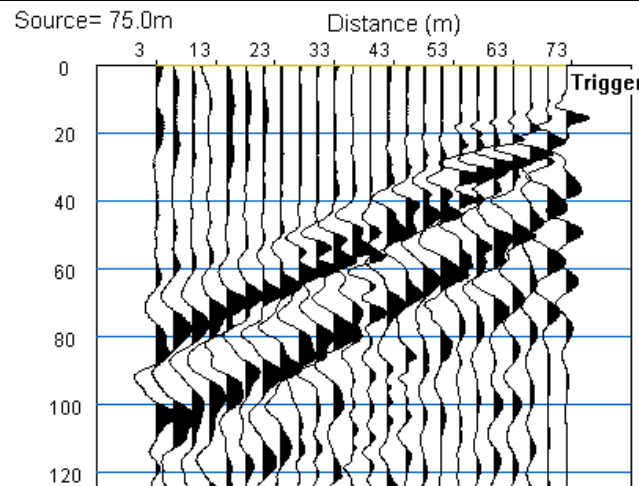


“LOCALITA’ “TRIGGIANO (BA)” - BASE SISMICA BS01 – ONDE P

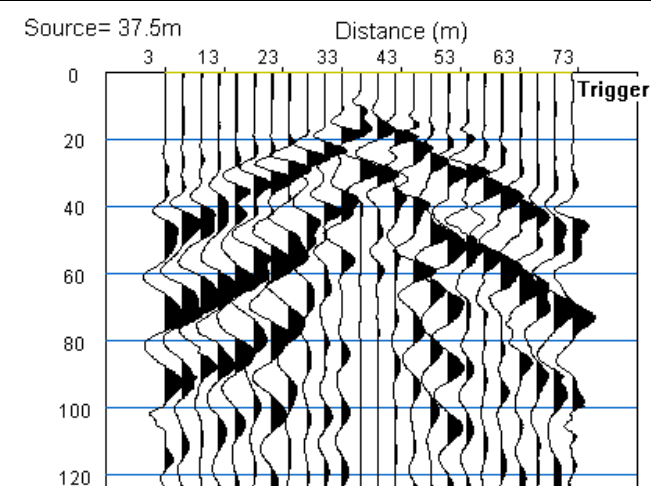
Sismogramma scoppio A



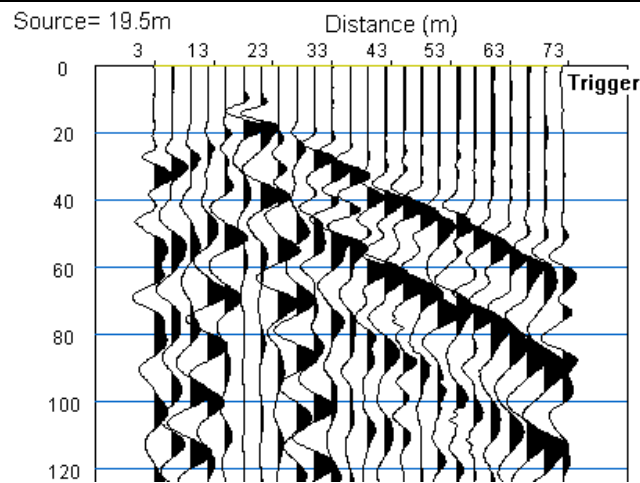
Sismogramma scoppio B



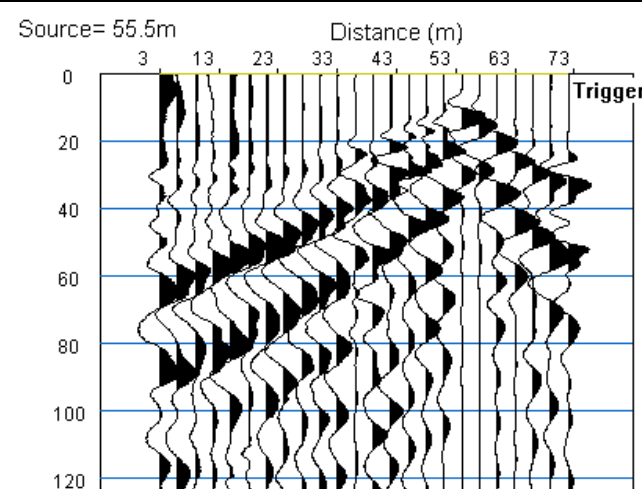
Sismogramma scoppio C



Sismogramma scoppio D



Sismogramma scoppio E

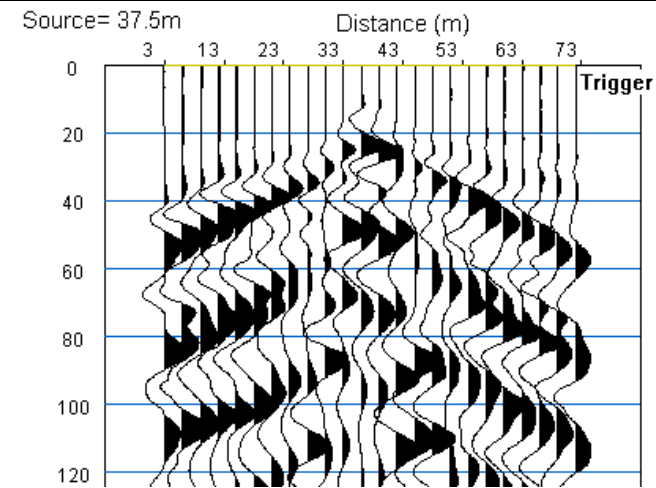
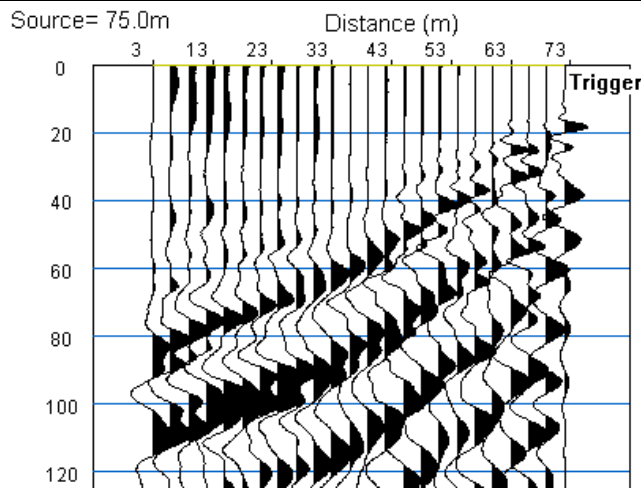
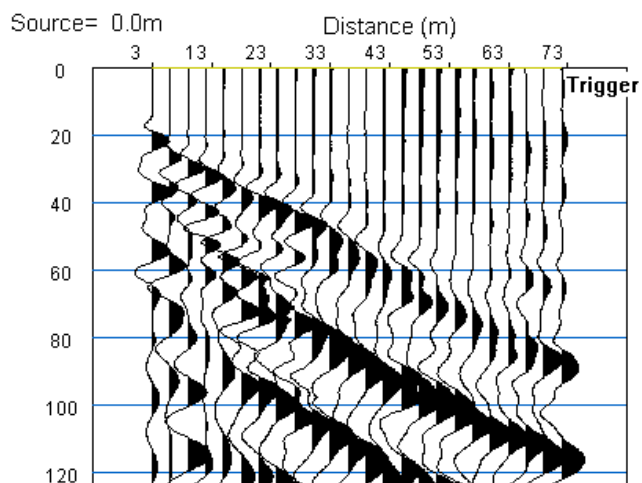


“LOCALITA’ “TRIGGIANO (BA)” - BASE SISMICA BS02 – ONDE P

Sismogramma scoppio A

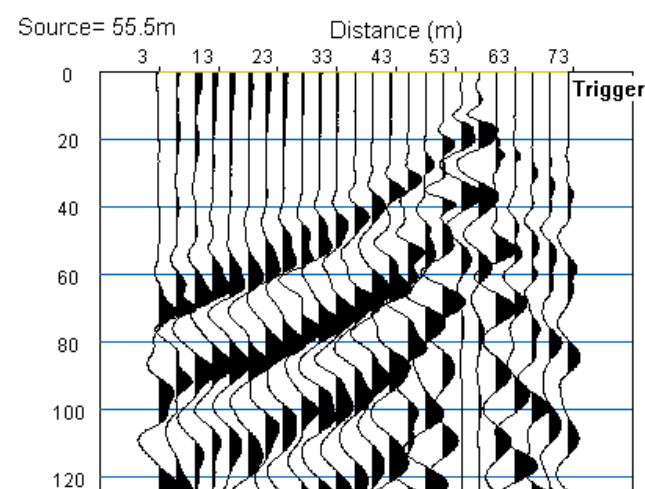
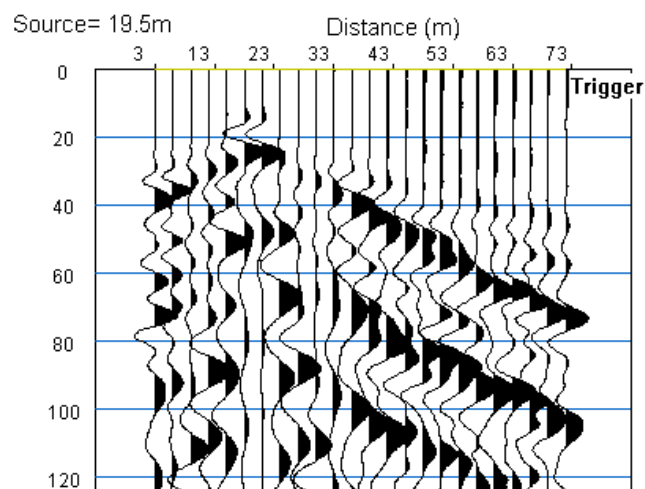
Sismogramma scoppio B

Sismogramma scoppio C



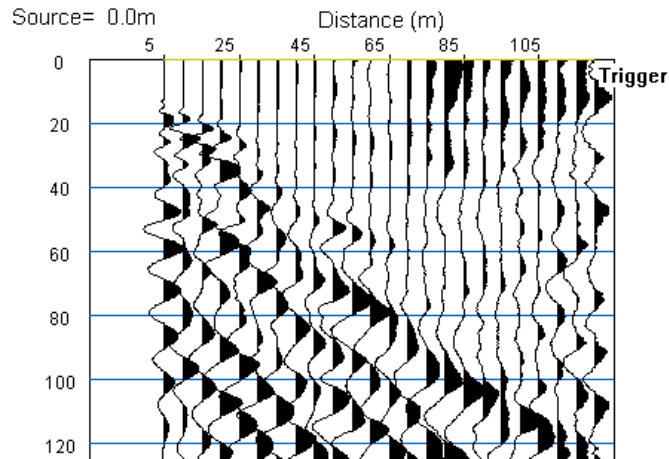
Sismogramma scoppio D

Sismogramma scoppio E

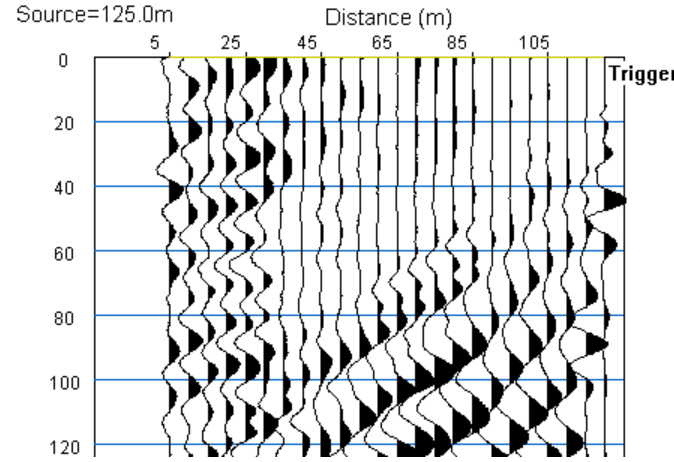


“LOCALITA’ “TRIGGIANO (BA)” - BASE SISMICA BS03 – ONDE P

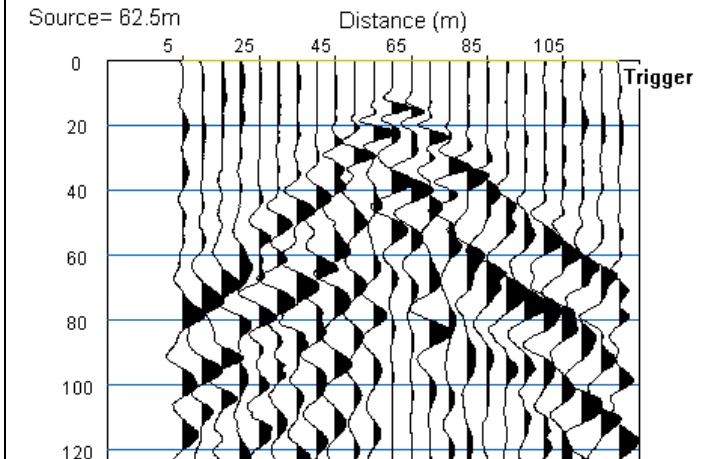
Sismogramma scoppio A



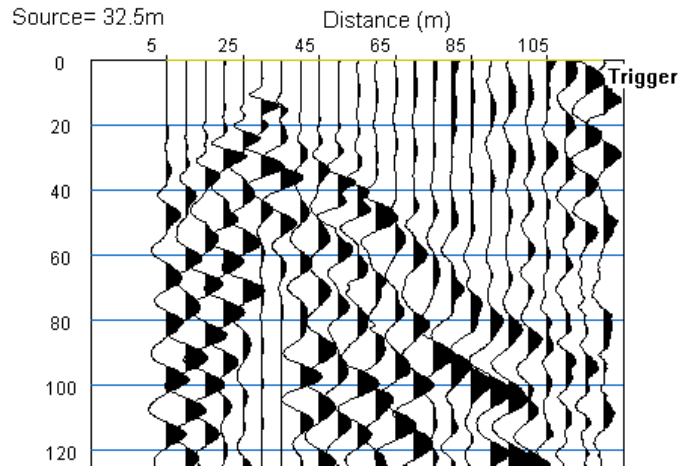
Sismogramma scoppio B



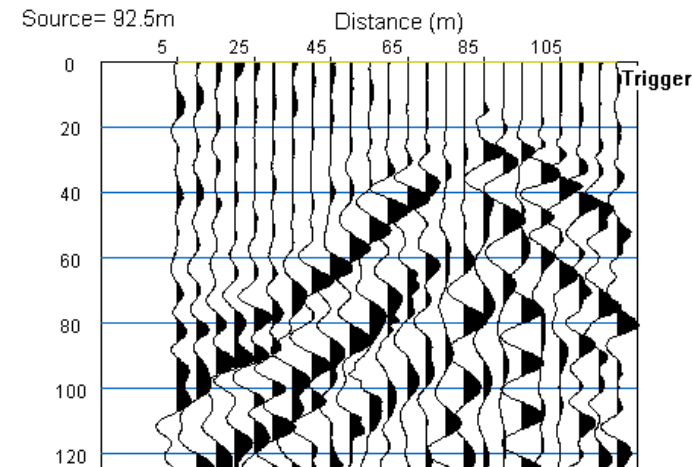
Sismogramma scoppio C



Sismogramma scoppio D



Sismogramma scoppio E





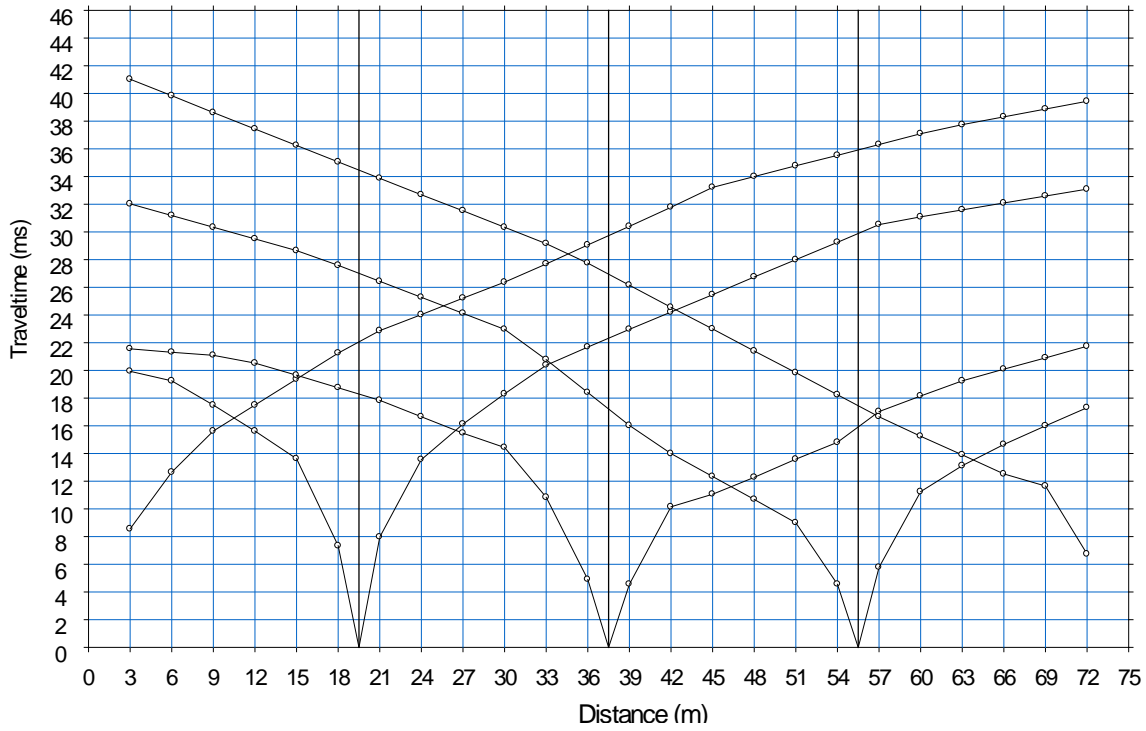
Cat. OS20A Class. I
Cat. OS20B Class. II



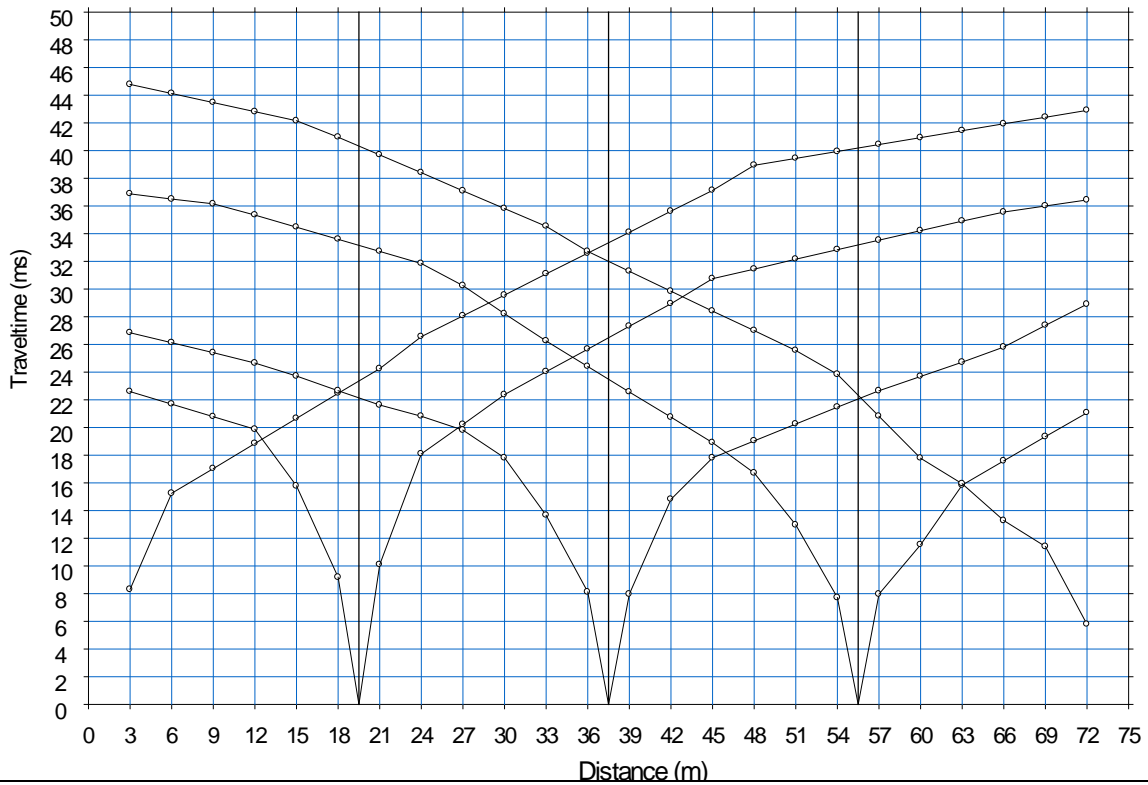
Azienda certificata



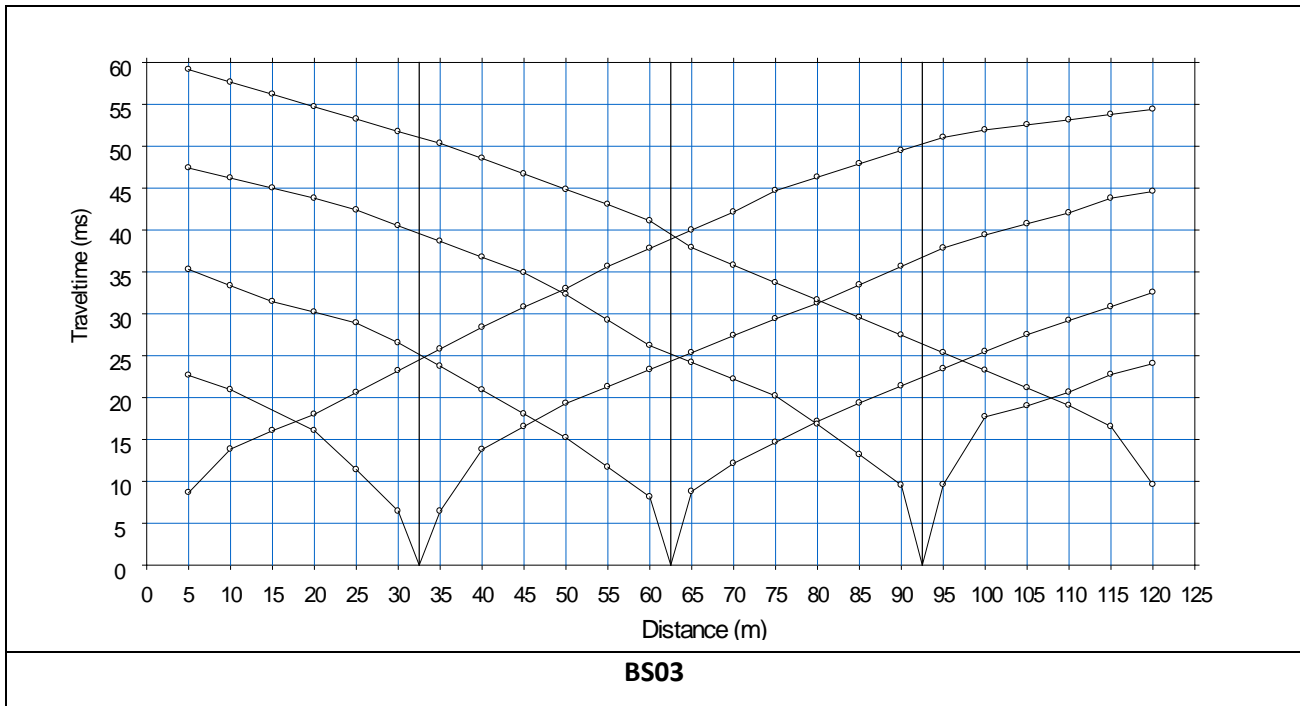
DROMOCRONE BS01÷BS03 – ONDE P - LOCALITA' "TRIGGIANO (BA)"



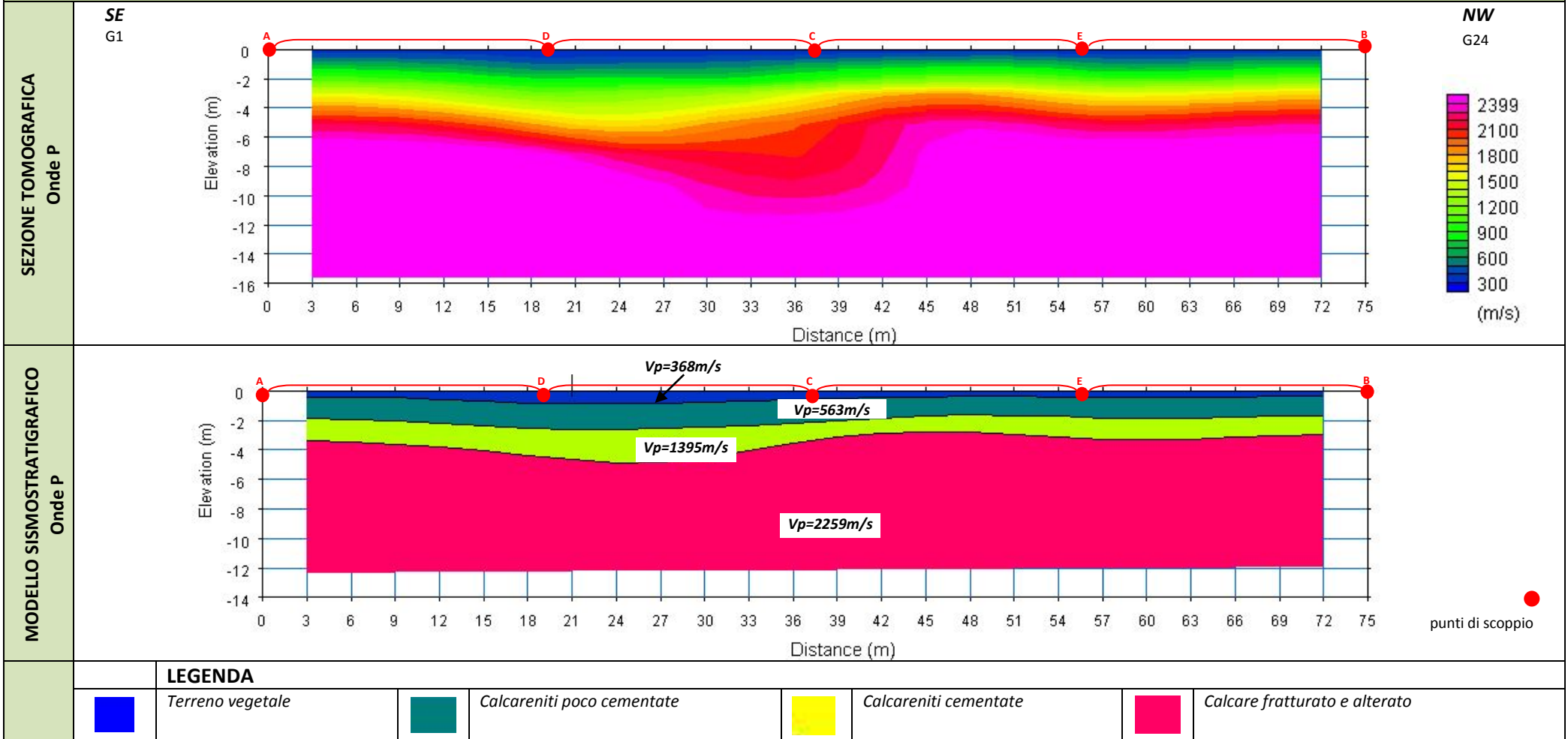
BS01



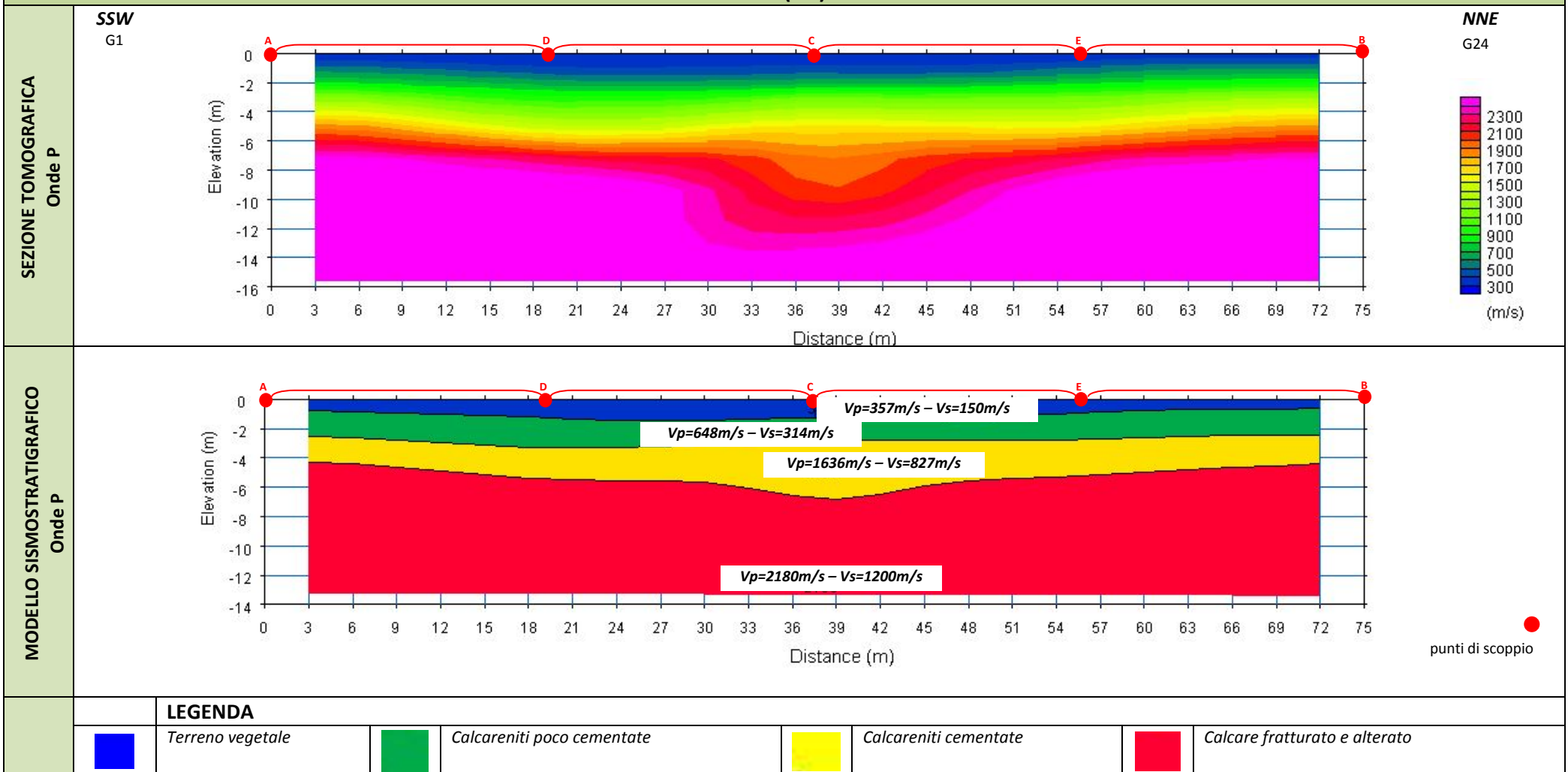
BS02



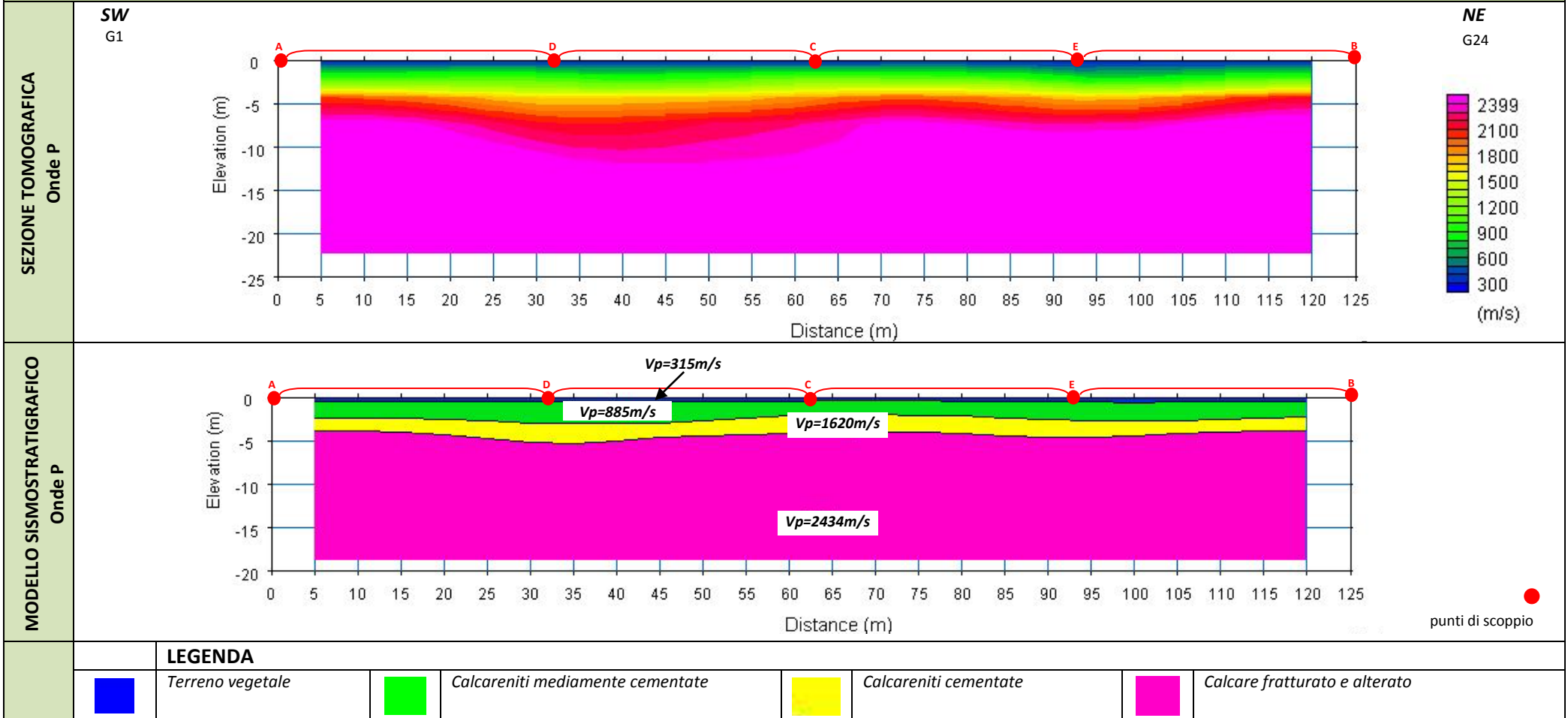
LOCALITA' "TRIGGIANO (BA)" - BASE SISMICA 01



LOCALITA' "TRIGGIANO (BA)" - BASE SISMICA 02



LOCALITA' "TRIGGIANO (BA)" - BASE SISMICA 03





Cat. OS20A Class. I
Cat. OS20B Class. II



Azienda certificata



ALLEGATO 03B – PROSPEZIONI SISMICHE PER LA STIMA DEL Vs30

-
- ELABORATI INDAGINI RE.MI.
 - SISMOGRAMMI MEDI
 - SPETTRI DELLE FREQUENZE
 - CURVE DI DISPERSIONE
 - PROFILI VS
-



Cat. OS20A Class. I
Cat. OS20B Class. II



Azienda certificata



ELABORATI INDAGINE RE.MI.: RE.MI.1

Località "TRIGGIANO (BA)" - RE.MI. 1 - BASE SISMICA BS2

SISMOGRAMMA MEDIO - RE. MI. 1

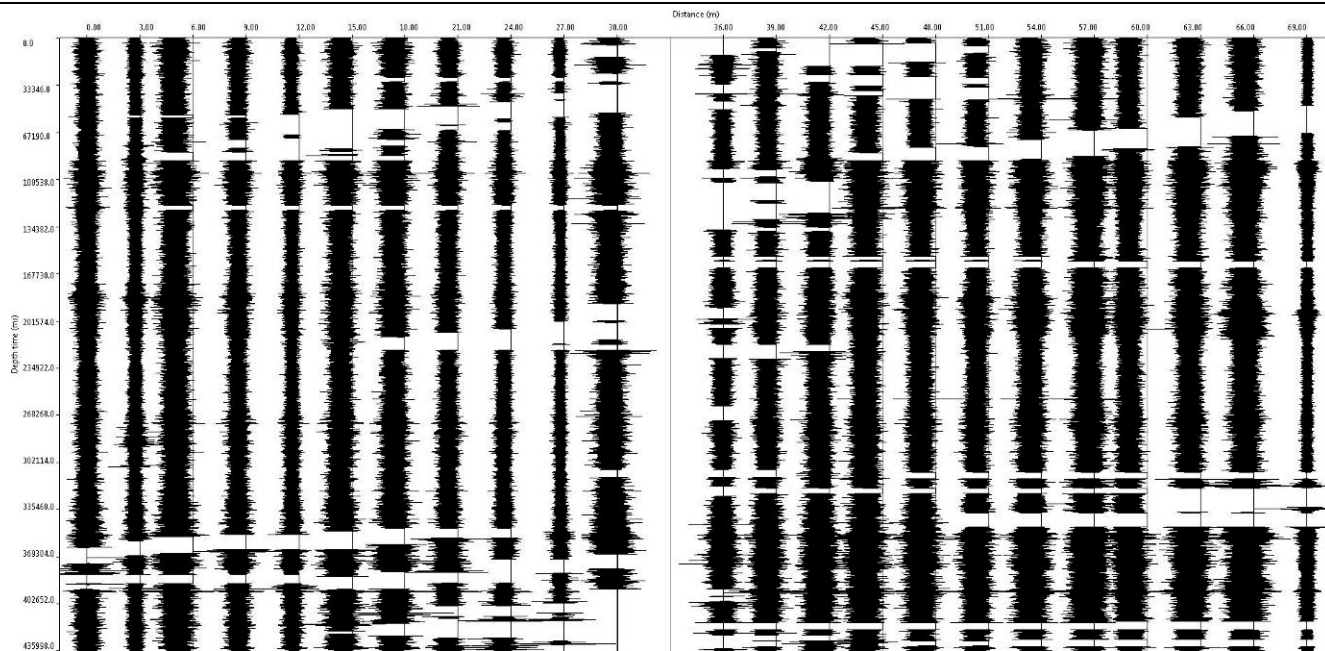
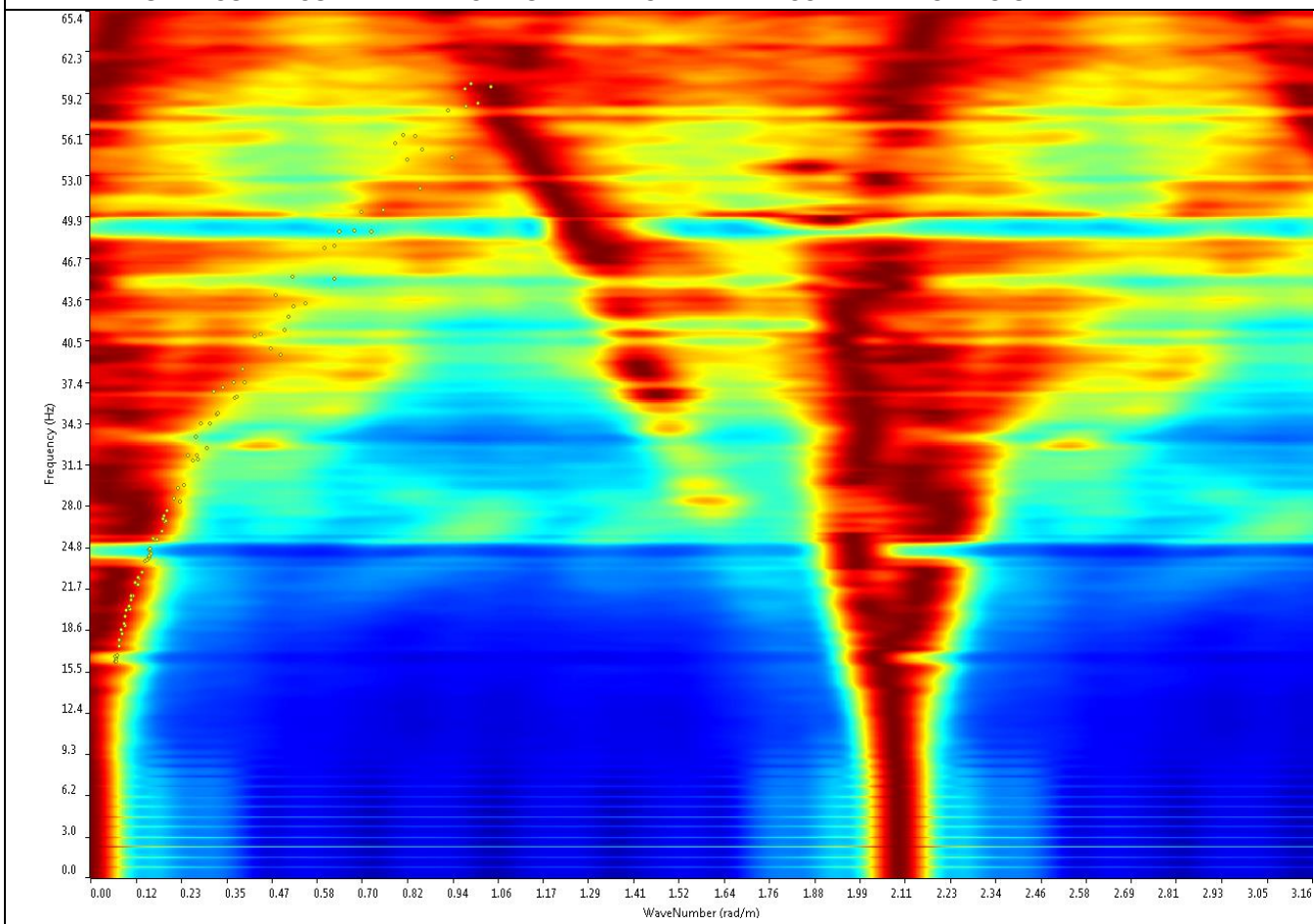
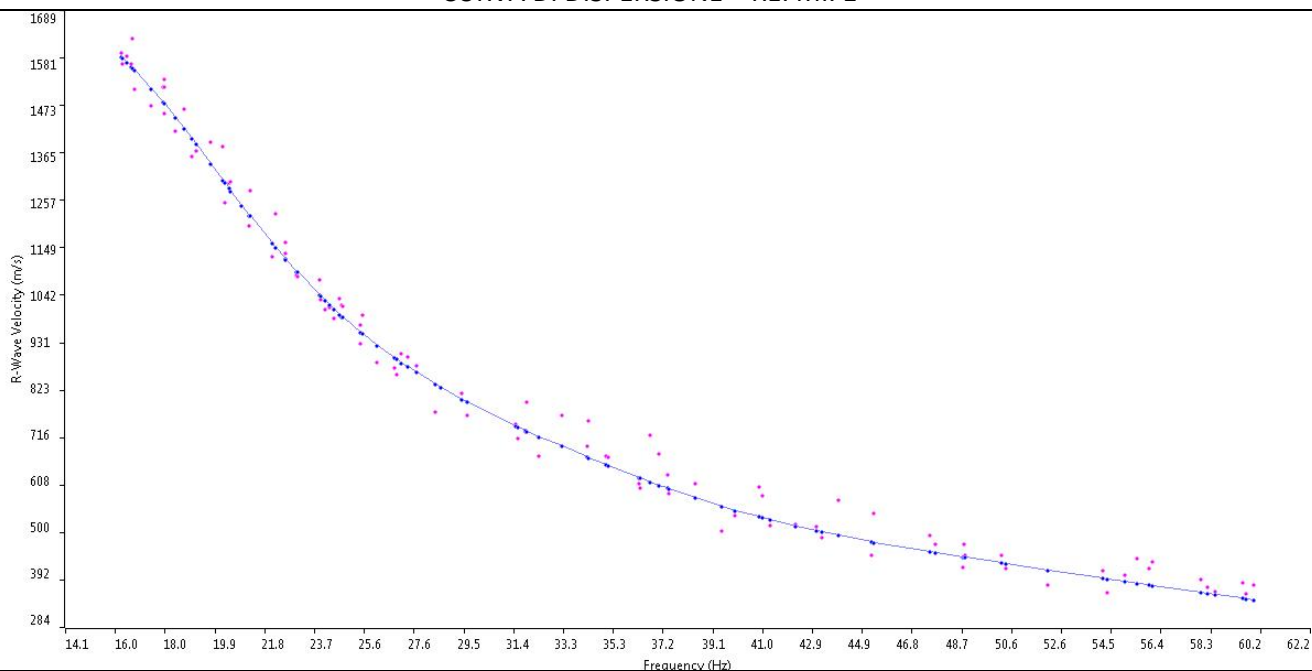


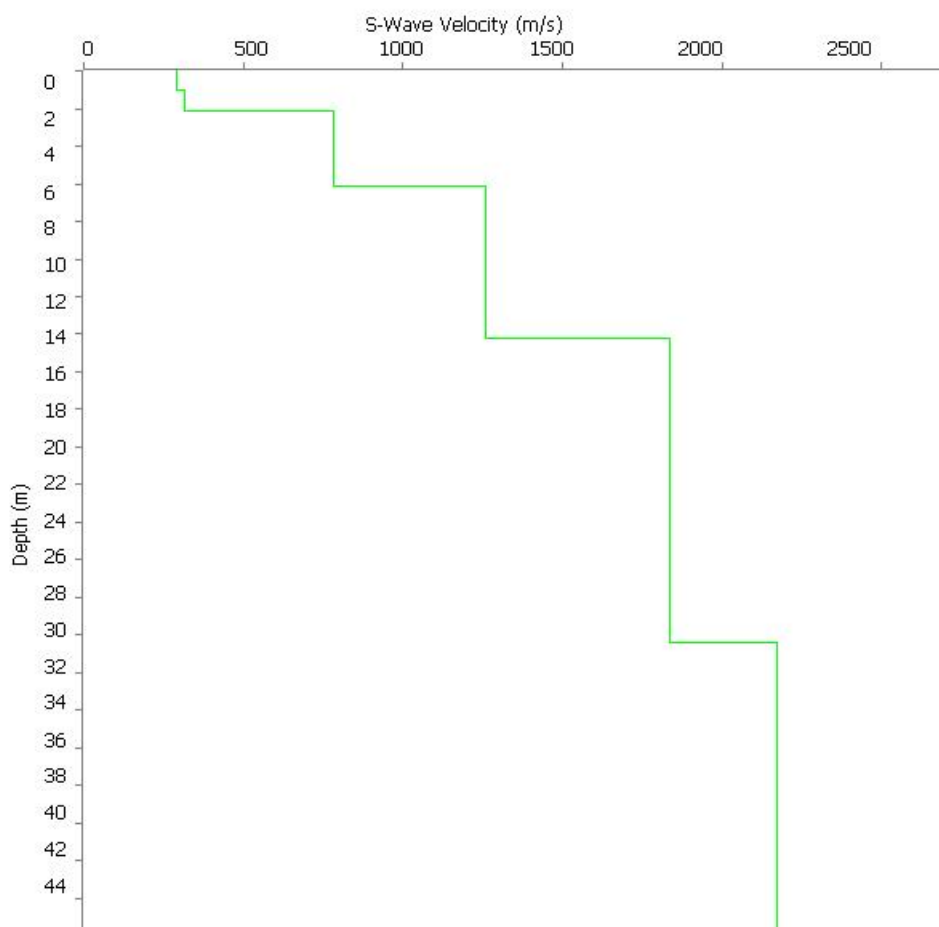
GRAFICO P-F CON L'INDIVIDUAZIONE DEI PUNTI DELLA CURVA DI DISPERSIONE - RE. MI. 1



CURVA DI DISPERSIONE – RE. MI. 1



PROFILO VS – RE. MI. 1



Vs30 = 1109 m/s a partire dal piano d'indagine



Cat. OS20A Class. I
Cat. OS20B Class. II



Azienda certificata



ALLEGATO 04 – DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA SULLE INDAGINI INDIRETTE

-
- PROSPEZIONE GEOELETTRICA – PSEUDOSEZIONE E MODELLIZZAZIONI
 - PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE DI SUPERFICIE – SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA
 - PROSPEZIONE SISMICA DI SISMICA PASSIVA – RE.MI
-



Cat. OS20A Class. I
Cat. OS20B Class. II



Azienda certificata

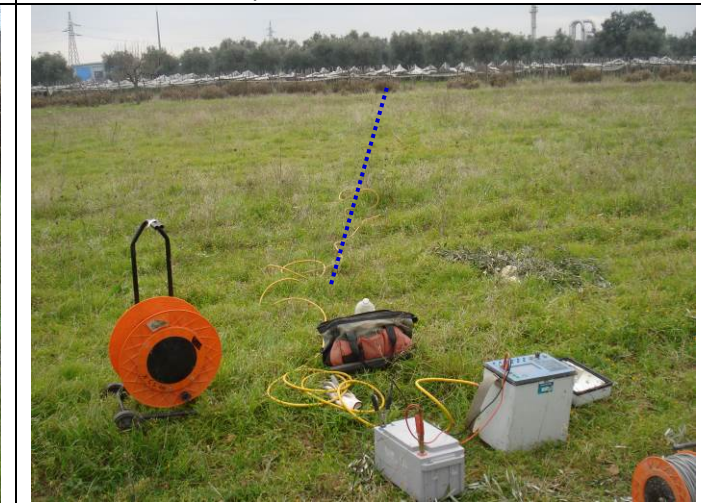


INDAGINE GEOELETTRICA: T.E01 – DIPOLO-DIPOLO E WENNER

T.E.01 – Località “Triggiano (Ba)”

T.E.01, con p.to di vista dall’elettrodo E1

T.E.01, con p.to di vista dall’elettrodo E24



INDAGINI SISIMICHE DI SUPERFICIE: BS01, BS02 e BS03 – RE.MI.01

BS01 e BS02, in onde P – Località “Triggiano (Ba)”

BS01, con p.to di vista dal geofono G1





BS01, con p.to di vista dal geofono G24



BS01 e Re.Mi.01, particolare della strumentazione

BS02 e Re.Mi.01, con p.to di vista dal geofono G1



Re.Mi.02 e Re.Mi.03 – RE.MI. 01 – Località “Triggiano (Ba)”	
BS02 e Re.Mi.01, con p.to di vista dal geofono G24	BS02 e Re.Mi.01, particolare della strumentazione
	
Re.Mi.03, con p.to di vista dal geofono G1	Re.Mi.03, con p.to di vista dal geofono G24
	
Re.Mi.03, particolare della strumentazione	
