Comune di Lequile

Provincia di Lecce

PUG

PIANO URBANISTICO GENERALE

Legge Regionale 27 luglio 2001 n° 20

DOCUMENTO PROGRAMMATICO PRELIMINARE

ELABORATI DEI QUADRI INTERPRETATIVI

RISORSE IDROGEOMORFOLOGICHE

Tav. C1.a - Relazione Idrogeomorfologica Pericolosità Idraulica e Geomorfologica (PAI) Sismicità dell'area

SCALA 1:10.000

Il Consigliere Delegato
Dott. Pierluigi Quarta

Il Sindaco
Dott. Antonio Caiaffa

Il Segretario Comunale
Dott.Brizio Tommasi

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

Progettisti:

Arch. Nicolangelo Barletti (Barletti - Del Grosso & Associati) - Coordinatore
Ing. Antonio Russo

Collaboratore per il DPP:

Arch. Giuseppe Ingrosso (Barletti - Del Grosso & Associati)

Ufficio di Piano:

Arch. Alessandro Macchia - Responsabile
Arch. Nicolangelo Barletti - Coordinatore
Ing. Antonio Russo
Ing. Nives Foggetti
Arch. Cesare Giovanni Zizza

Prestazioni specialistiche:

Idrogeomorfologia:

Geol. Rossana Baldassarre e Geol. Mario Stani

Adozione: Del. C.C. n. ..... del .....

Approvazione: Del. C.C. n. ..... del .....

GIUGNO 2017

BOZZA

SOMMARIO

RELAZIONE IDROGEOMORFOLOGICA	Pag. 3
PREMESSA	Pag. 4
CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E GEOTECNICHE GENERALI	Pag. 5
a) Caratteristiche geologiche dell'area	Pag. 5
b) Caratteristiche geotecniche generali	Pag. 9
FORMAZIONE CARBONATICA MESOZOICA	Pag. 10
Calcari dolomitici e dolomie ("Calcari di Altamura" - Mesozoico Cretacico)	Pag. 10
DEPOSITI OLIGOCENICI	Pag. 15
"Formazione di Galatone"	Pag. 15
FORMAZIONI MIOCENICHE	Pag. 16
Calcareniti fini marnose organogene ("Pietra Leccese" - Miocene Medio)	Pag. 16
Calcareniti e calcari detritici ("Calcareniti di Andrano" - Miocene Med-Sup.)	Pag. 18
FORMAZIONI PLEISTOCENICHE	Pag. 20
Calcareniti e calciruditi ("Calcareniti Pleistoceniche" – Pleistocene Inferiore)	Pag. 20
Argille e sabbie limose ("Argille e Sabbie Pleistoceniche" – Pleistocene inf. E Med.)	Pag. 22
DEPOSITI ELUVIALI E COLLUVIALI ("TERRE ROSSE")	Pag. 25
CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE	Pag. 27
CARATTERISTICHE DI VULNERABILITA DEGLI ACQUIFERI	Pag. 32
ASSETTO TETTONICO E MORFOLOGICO E VERIFICA DEGLI ELEMENTI DEL PUTT E DEL PPTR	Pag. 34
CONSIDERAZIONI RELATIVE AL P.U.T.T. E AL P.P.T.R.	Pag. 56
CONCLUSIONI	Pag. 58
PERICOLOSITA' IDRAULICA (P.A.I.)	Pag. 60
PREMESSA	Pag. 61
Relazione	Pag. 62
CONSIDERAZIONI RELATIVE AL P.A.I.	Pag. 67
SISMICITA' DELL'AREA – Relazione illustrativa	Pag. 70
PREMESSA	Pag. 71
INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	Pag. 72
PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE	Pag. 73
Categoria topografica	Pag. 77
Categoria stratigrafica	Pag. 78
Spettri di risposta sismica	Pag. 79
INDAGINE SISMICA	Pag. 82
CONCLUSIONI	Pag. 85
APPENDICE	Pag. 86

Comune di Lequile

Provincia di Lecce

PUG

PIANO URBANISTICO GENERALE

Legge Regionale 27 luglio 2001 n° 20

DOCUMENTO PROGRAMMATICO PRELIMINARE

ELABORATI DEI QUADRI INTERPRETATIVI

RISORSE IDROGEOMORFOLOGICHE

RELAZIONE IDROGEOMORFOLOGICA

Il Consigliere Delegato
Dott. Pierluigi Quarta

Il Sindaco
Dott. Antonio Caiaffa

Il Segretario Comunale
Dott.Brizio Tommasi

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

Progettisti:

Arch. Nicolangelo Barletti (Barletti - Del Grosso & Associati) - Coordinatore
Ing. Antonio Russo

Collaboratore per il DPP:

Arch. Giuseppe Ingrosso (Barletti - Del Grosso & Associati)

Ufficio di Piano:

Arch. Alessandro Macchia - Responsabile
Arch. Nicolangelo Barletti - Coordinatore
Ing. Antonio Russo
Ing. Nives Foggetti
Arch. Cesare Giovanni Zizza

Prestazioni specialistiche:

Idrogeomorfologia:

Geol. Rossana Baldassarre e Geol. Mario Stani

Adozione: Del. C.C. n. ..... del .....

Approvazione: Del. C.C. n. ..... del .....

GIUGNO 2017

BOZZA

PREMESSA

L'Amministrazione Comunale di Lequile, con Determina Dirigenziale n° 385 del 30/11/2012, ha incaricato gli scriventi di effettuare uno studio idrogeomorfologico e sismico nell'ambito del territorio comunale, finalizzato alla redazione del Piano Urbanistico Generale (P.U.G.).

Avendo già la disponibilità di un rilievo geologico di superficie effettuato per lo studio del P.R.G. comunale si è proceduto, in via preliminare, alla verifica degli elementi morfologici già indicati sulle carte tematiche allegate al "P.U.T.T. – Paesaggio" e sulla Carta Idrogeomofologica della Regione Puglia con particolare riferimento alla presenza di corsi d'acqua, orli morfologici, doline, cavità sotterranee antropiche e/o naturali, cave ecc., conducendo un rilievo di campagna finalizzato anche all'individuazione di eventuali emergenze non evidenziate sulla cartografia ufficiale.

Con riferimento al Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.), dopo vari studi, proposte e confronti con i tecnici dell'A.d.B., si è, infine, pervenuti all'elaborazione finale delle delimitazioni di aree a diversa pericolosità idraulica e geomorfologica.

In fase della definizione dello stato delle conoscenze, la normativa di riferimento è in parte cambiata per cui il PUTT, allo stato attuale, non è più in vigore e il riferimento di legge è il P.P.T.R. (Piano Paesistico Territoriale Regionale).

È stata, quindi, valutata anche la conformità degli elementi idrogeomorfologici con quanto riportato nel suddetto Piano.

Ai fini della caratterizzazione sismica sono stati, infine, effettuati una serie di profili sismici (MASW) che, integrati ad altri già disponibili, hanno consentito la delimitazione di macroaree omogenee relativamente alla categoria di suolo così come definita nelle N.T.C./2008.

In sintesi lo studio ha riguardato, quindi, l'aspetto geomorfologico, idrogeologico, idrologico nonché sismico del territorio comunale, ponendo le basi per la verifica di compatibilità delle previsioni del P.U.G. con le caratteristiche del territorio e gli strumenti normativi.

CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E GEOTECNICHE GENERALI

c) Caratteristiche geologiche dell'area

Dal punto di vista geologico il territorio comunale in esame ricade sia in corrispondenza di calcari e calcari dolomitici cretacei, sia nell'ambito di affioramenti di calcareniti e sabbie pleistoceniche, la cui deposizione è avvenuta in bacini di sedimentazione formatisi in seguito al fagliamento e dislocazione verticale della piattaforma carbonatica mesozoica.

Questa rappresenta infatti l'ossatura di tutta la Regione Salentina, sollevatasi alla fine del Secondario e solo successivamente interessata da un sistema di faglie di tipo distensivo, prevalentemente di direzione appenninica, che hanno frammentato l'intera regione dando origine alla formazione di dorsali note con il nome di "Serre".

Tali rocce di età mesozoica affiorano su tutta l'area a sud del territorio comunale e sono, comunque presenti nel sottosuolo dell’intera area di studio, per parecchie centinaia di metri di profondità.

Successivamente, una fase trasgressiva del mare, che ha dominato per tutto il Miocene, ha determinato un importante episodio sedimentario a partire dal Burdigaliano fino all'Elvetiano e Tortoniano, che ha portato alla formazione di calcareniti e calcareniti marnose biancastre e paglierine con fasi calcaree detritiche organogene biancastre ("Pietra Leccese" e "Calcareniti di Andrano").

Tali formazioni affiorano estesamente a nord, oltre il limite comunale di Lequile. Studi condotti dal Dipartimento di Scienze della Terra delle Università di Pisa e di Siena (A. Bossio et Alii) hanno messo in rilievo anche la presenza di depositi di età oligocenica affioranti in corrispondenza dell'estremo nord dell'area comunale di Lequile, individuando una nuova formazione ("Formazione di Galatone") costituita prevalentemente da marne calcaree e calcari a grana fine, laminitici o in strati sottili, di colore grigio fino ad avana, con intercalazioni argillose di debole spessore.

Nel Pliocene inferiore, un'altra trasgressione del mare sul continente, portò alla sedimentazione, nelle aree più depresse, di sedimenti calcarei detritici e brecce alternati a sabbioni mal cementati cui sono seguite deposizioni di sedimenti calcarenitici e argilloso-sabbiosi di età infrapleistocenica, relative ad un'ulteriore invasione del mare avvenuta tra il Pliocene superiore ed il Pleistocene inferiore e che

gli studi effettuati in merito da ricercatori universitari (G. Ricchetti et Alii, 1972), correlano ai depositi del ciclo sedimentario infrapleistocenico della "Fossa Bradanica", distinguendo la formazione calcarenitica ("Calcareniti di Gravina"), corrispondente per lo più alle "Calcareniti del Salento", da quella argillosa e sabbiosa ("Argille Subappennine"), corrispondente pro-parte alla "Formazione di Gallipoli" e intercalate, alternate o anche in eteropia tra loro a seconda dell'andamento dei fondali, delle oscillazioni del mare e della distribuzione delle terre emerse (G. Palmentola 1987).

In ultimo la regione è stata interessata da un progressivo ritiro del mare, verso la sua posizione attuale, intervallato da episodi di arresto o anche di parziale ingressione che hanno portato alla deposizione di sottili orizzonti calcarenitici, a luoghi arrossati, alternati a livelli sabbiosi e limosi, probabilmente di età calabriana.

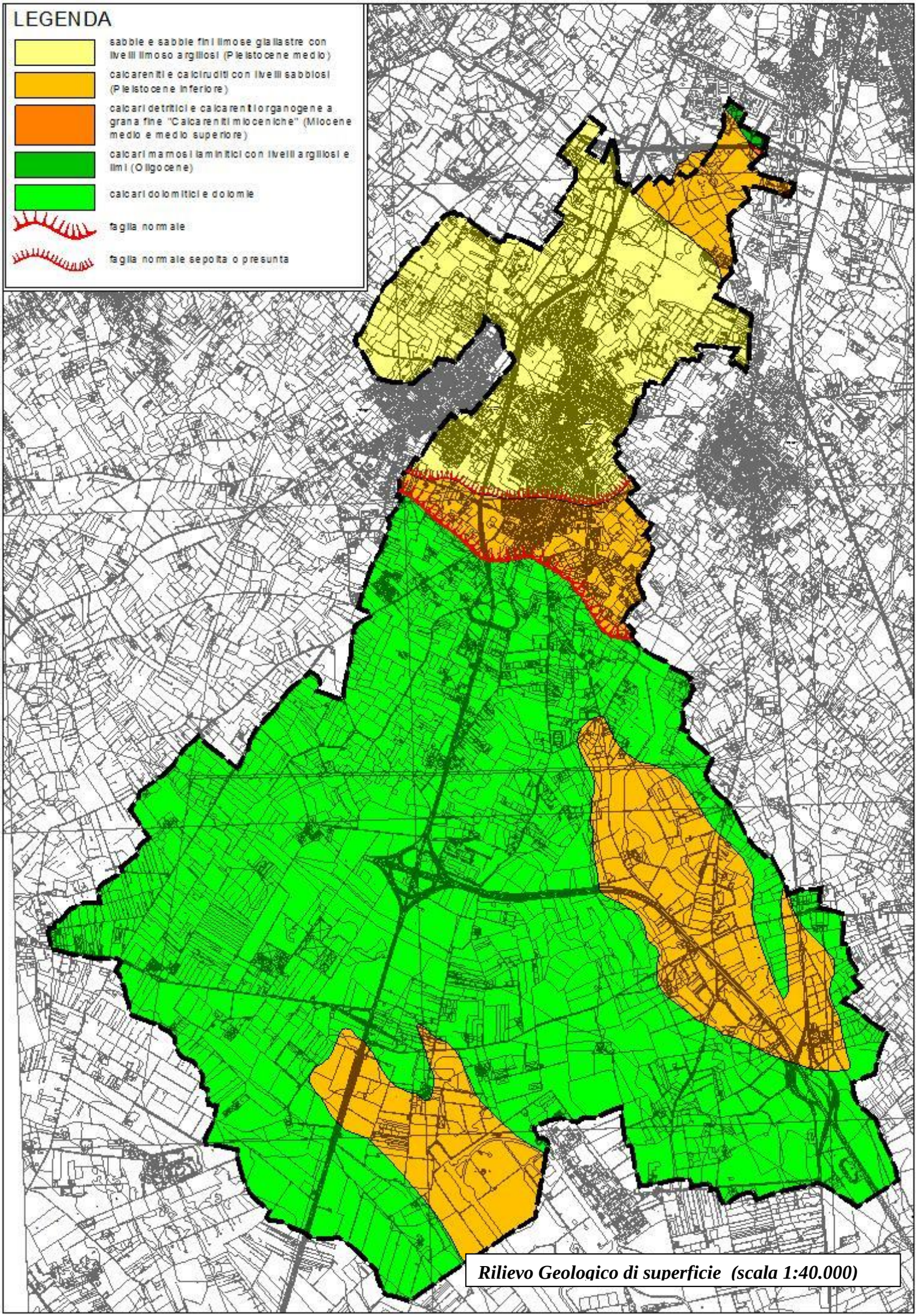
Detti depositi post-miocenici vengono riportati sulla Carta Geologica d'Italia in scala 1:100000, come appartenenti alla formazione delle "Sabbie di Uggiano", plioceniche e della "Formazione di Gallipoli" (Calabriano); nel presente studio si è optato per una distinzione più che altro litologica.

L'insieme delle osservazioni di campagna unitamente a quelle reperite dai numerosi dati disponibili in letteratura, ha consentito di ricostruire, quindi, la sequenza stratigrafica dei litotipi che interessano il territorio comunale di Lequile (vedi: "*Rilievo Geologico di superficie*").

E' presente quindi, dal basso verso l'alto, un substrato carbonatico calcareo e calcareo-dolomitico cretacico (formazione dei "Calcari di Altamura", riportati nella carta geologica d'Italia con il termine formazionale di "Dolomie di Galatina"), affiorante estesamente in corrispondenza di gran parte del settore meridionale del territorio comunale.

Su tale formazione ha trasgredito l'unità calcarenitico-mamosa, di età miocenica ("Pietra Leccese" e "Calcareniti di Andrano"), presente nel sottosuolo del territorio comunale, e affiorante in un lembo nella parte settentrionale del territorio comunale di Lequile.

Come precedentemente accennato, studi recenti hanno individuato una nuova formazione attribuibile all'Oligocene ("Formazione di Galatone") presente alla base dei depositi miocenici suddetti e riconoscibile in affioramento solo in una limitatissima area in corrispondenza del limite nord del territorio comunale in esame.



Rilievo Geologico di superficie (scala 1:40.000)

Stratigrafìcamente il contatto tra la formazione calcareo-dolomitica mesozoica e i depositi sovrastanti è, a luoghi, marcato da un livello di argille giallastre, lignite e "Terre Rosse" che a luoghi può assumere spessori anche di qualche decina di metri.

La serie stratigrafica continua in alto con depositi calcarenitici e calciruditici di colore dal biancastro al giallo-rossiccio, teneri e molto fossiliferi, a luoghi marnosi, riferibili al Pleistocene inferiore ("Calcareniti Pleistoceniche"), su cui si sono sedimentate marne argillose e argille più o meno siltose, di colore grigio-azzurro che sfumano, verso l'alto, in sabbie giallastre interessate da strati più o meno cementati e noduli arenacei di età pleistocenica ("Argille e Sabbie Pleistoceniche").

Tali depositi si ritrovano spesso in eteropia di facies tra loro, sia lateralmente che verticalmente. In corrispondenza dei bordi del bacino i termini argillosi possono essere assenti o ridotti ad esigui spessori.

Chiude la sequenza stratigrafica un deposito sabbioso interessato da inclusioni e noduli carbonatici di dimensioni centimetriche, caratterizzato da frequenti bioturbazioni prevalentemente parallele alla stratificazione e materializzate a luoghi da un livello calcarenitico duro, biancastro, presente alla base di detti sedimenti.

Tale livello calcarenitico, a luoghi molto tenace e con spessori variabili, contenuti entro i quattro metri di potenza, è arealmente discontinuo e di difficile delimitazione; la sua presenza è stata accertata dagli scriventi in corrispondenza dell'area adiacente alla S.P. n. 130 che collega Lequile a San Pietro in Lama, e nella zona a Nord del Cimitero comunale.

Le calcareniti pleistoceniche si ritrovano, in superficie, in corrispondenza di aree più o meno limitate, al contatto con i depositi miocenici e/o con i "Calcari di Altamura", mentre i depositi sabbiosi affiorano estesamente su tutta la parte settentrionale del territorio comunale.

Più o meno diffusamente è presente, infine, un livello superficiale di terreni residuali rossastri rappresentati da limi e limi argilloso-sabbiosi di spessore generalmente molto esiguo.

E' possibile però rinvenire aree, in genere circoscritte, interessate da depositi abbastanza consistenti di terra rossa, spessi anche alcuni metri, in corrispondenza dei termini calcarei ed in particolare lungo i bordi della serra e lungo le aree di contatto tra i termini calcareniticì e sabbiosi.

d) Caratteristiche geotecniche generali

La grande quantità di dati disponibili relativi al territorio studiato unitamente ad un accurato rilevamento geologico di superficie ha consentito il riconoscimento dei litotipi presenti e dei rapporti geometrici esistenti tra loro nonché delle loro caratteristiche fisico-meccaniche.

La presenza di molte zone di cava con pareti esposte, in alcuni casi anche superiori a 25 metri di altezza, ha consentito di avere a disposizione, inoltre, numerose sezioni geologiche naturali.

E' stato possibile, quindi, fare riferimento a sondaggi meccanici a rotazione e carotaggio continuo eseguiti nella parte settentrionale del territorio comunale come quelle eseguiti per la realizzazione della Tangenziale Ovest di Lecce, oltre ad indagini in situ eseguite dagli scriventi, per altri scopi, nell'intorno dell'abitato.

Anche le risultanze di sondaggi geoelettrici e di perforazioni eseguite per la realizzazione di pozzi presenti sul territorio, hanno contribuito a migliorare la conoscenza dei vari litotipi condizionanti il sottosuolo, mettendo in luce la presenza di una faglia diretta che ha dislocato verticalmente in blocchi e per varie decine di metri, il basamento carbonatico mesozoico unitamente ai termini miocenici.

Nel contesto del presente lavoro, inoltre, sono stati effettuati una serie di profili sismici (MASW) che, integrati ad altri già disponibili, hanno consentito la caratterizzazione sismica del suolo per l'intero territorio comunale.

L'insieme di tutte le informazioni disponibili e lo studio geologico già effettuato dagli scriventi per la redazione del P.R.G. comunale, ha messo in rilievo l'eterogeneità dei litotipi presenti, anche all'interno di una stessa formazione.

Nell'area rilevata sono state distinte, quindi, le formazioni geologiche, non sempre in affioramento e che, in linea generale, corrispondono ad altrettante unità geolitologiche omogenee per caratteristiche fìsico-chimiche geologiche e giaciturali. Dalla più antica alla più recente si distinguono:

FORMAZIONE CARBONATICA MESOZOICA

- Calcari dolomitici e dolomie ("Calcari di Altamura" Mesozoico Cretacico)

DEPOSITI OLIGOCENICI ("Formazione di Galatone")

FORMAZIONI MIOCENICHE

- Calcareniti fini marnose organogene ("Pietra Leccese" - Miocene Medio)
- Calcareniti e calcari detritici ("Calcareniti di Andrano" - Miocene Medio-Sup.)

FORMAZIONI PLEISTOCENICHE

- Calcareniti e calciruditi ("Calcareniti Pleistoceniche" Pleistocene Inferiore)
- Argille e sabbie limose ("Argille e Sabbie Pleistoceniche" Pleistocene Inf. e Med.)

DEPOSITI ELUVIALI E COLLUVIALI ("TERRE ROSSE")

FORMAZIONE CARBONATICA MESOZOICA

- Calcari dolomitici e dolomie: "Calcari di Altamura" - Mesozoico Cretacico

Questa formazione costituisce il substrato rigido su cui trasgrediscono i termini più recenti. Già nota in letteratura geologica con il termine formazionale di "Dolomie di Galatina", è stata attualmente assimilata alla formazione dei "Calcari di Altamura" e, sulla base dei fossili che vi si rinvengono, ad un'età riferibile al Cenomaniano.

Un sistema di faglie dirette ha dislocato verticalmente e in blocchi la suddetta formazione potendola ritrovare in affioramento solo nella parte più meridionale del territorio, in corrispondenza delle quote più elevate, mentre nel settore settentrionale si rinviene estesamente nel sottosuolo a profondità diverse. In particolare, in corrispondenza dell'abitato di Lequile, è rinvenibile a circa -150 m dal piano di campagna; tale quota tende gradatamente a risalire procedendo in direzione Nord.

La suddetta formazione è rappresentata litologicamente da una successione carbonatica di età mesozoica costituita prevalentemente da un'alternanza di calcari compatti e tenaci, di dolomie e dolomie calcaree.

I calcari sono in prevalenza micritici, di colore bianco giallastro, di natura bioclastica o detritica, è possibile rinvenirli intercalati alle dolomie e dolomie calcaree, generalmente di colore più scuro, dall'avana al grigio e sono di norma sub-saccaroidi e prevalentemente di origine secondaria.

Le dolomie e i calcari dolomitici si presentano tenaci e vacuolari, talora con orizzonti a macrofossili. Detta formazione si presenta sia in banchi sia stratificata in strati di qualche decina di centimetri di spessore. E' presente una diffusa fratturazione ad opera delle vicissitudini tettoniche subite nel corso delle ere geologiche cui si

accompagna una più o meno intensa carsificazione.

Questa non è particolarmente evidente in superficie anche se, a luoghi, è possibile riscontrarla in concomitanza di indagini del sottosuolo.

Dal punto di vista petrografico il componente principale di tali rocce è il carbonato di calcio presente nella massa lapidea sotto forma di granuli (componenti allochimici): intraclasti provenienti dall'erosione di rocce calcaree nell'ambiente di sedimentazione originario, ooliti, fossili e "pellets". Il carbonato di calcio può ritrovarsi anche sotto forma di calcite microcristallina (micrite) che costituisce la massa di fondo e di calcite spatica, presente sia come cemento secondario che come calcite di ricristallizzazione dei granuli carbonatici più fini. Le caratteristiche chimiche e mineralogiche mettono in evidenza, per alcuni tratti della successione, un elevato contenuto di dolomite.

In particolare, da una ricerca condotta da Dell'Anna (1963) e Dell'Anna e De Fino (1965) sugli affioramenti carbonatici della "Serra di Martignano" si evince l'esistenza di livelli dolomitici intercalati a livelli calcarei praticamente puri.

Il contenuto di $CaCO_3$ dei calcari è abbastanza costante con valori massimi intorno al 98-99 %. Nelle dolomie invece, esso rappresenta il 12-16 % della roccia; i termini intermedi invece presentano le variazioni percentuali indicate in Tab. 1.

	Calcari		Calc.magnesiferi		Calc.dolomitici		Dolomie calc.		Totale	
	$\bar{x}$(3)	σ	$\bar{x}$(9)	σ	$\bar{x}$(3)	σ	$\bar{x}$(26)	σ	$\bar{x}$(46)	σ
SiO_2	0.01	/	0.03	/	0.03	/	0.01	/	0.01	/
TiO_2	tr.	/	n.d.	/	n.d.		tr.	/	tr.	/
Al_2O_3	0.06	0.04	0.10	0.05	0.07	0.07	0.07	0.06	0.08	0.06
Fe_2O_3	0.01	/	0.01	/	0.02	/	0.02	/	0.02	/
MnO	tr.	/	tr.	/	tr.	/	tr.	/	tr.	/
MgO	0.60	0.33	1.58	0.38	3.43	0.23	18.14	1.40	10.89	8.45
CaO	55.14	0.51	53.77	0.52	51.70	0.31	34.47	1.57	42.97	9.90
Na_2O	0.02	/	0.05	0.02	0.05	0.01	0.08	0.03	0.06	0.03
K_2O	tr.	/	tr.	/	tr.	/	tr.	/	tr.	/
P_2O_5	0.03	/	0.04	/	0.04	/	0.03	/	0.03	/
CO_2	43.37	0.09	43.86	0.22	44.31	0.01	46.77	0.32	45.54	1.45
SO_3	0.10	0.07	0.10	0.06	0.05	0.02	0.17	0.04	0.13	0.06
$CaCO_3$	98.29	0.89	95.83	0.93	92.24	0.56	61.32	2.80	76.52	17.71
$MgCO_3$	1.25	0.69	3.30	0.80	7.17	0.49	37.94	2.93	22.78	17.67
$CaSO_4$	0.17	0.13	0.18	0.10	0.08	0.05	0.29	0.06	0.23	0.11
Res.ins.	0.07	0.03	0.28	0.49	0.07	0.01	0.10	0.07	0.13	0.23
Altri	0.13	/	0.23	/	0.21	/	0.21	/	0.20	/
Tot.	99.91		99.82		99.76		99.86		99.86	

$\bar{x}$ = valore medio; σ = dispersione.

*Da: DELL'ANNA, 1963; DELL'ANNA, DE FINO, 1965.

Tab. 1 – Composizione chimica della componente solubile dei calcari del Cretaceo

Per quanto riguarda la frazione non carbonatica inorganica, va osservato che le rocce carbonatiche mesozoiche in oggetto sono di regola estremamente povere di residuo insolubile; il residuo medio dei materiali dolomitici è tuttavia sistematicamente più elevato rispetto a quello dei calcari (da 0,08 % a 0,63 % per i termini dolomitici e da 0,04 % a 0,32 % per i termini calcarei).

Per quanto riguarda, infatti, la composizione qualitativa di tale residuo, la frazione sabbiosa è costituita da un insieme di minerali detritici di natura diversa, mentre la frazione più fine (< 62 micron) è formata essenzialmente da sialliti e idrossidi di ferro con piccole quantità di silice e di allumina non combinate.

La natura dei minerali argillosi è data da miscugli illite-caolinite i cui rapporti di abbondanza risultano indipendenti dal contenuto di $MgCO_3$ (Tab.2).

	Calcari		Calc.magnesiaci		Calc.dolomitici		Dolomie calc.		Totale	
	$\bar{x}$(8)	σ	$\bar{x}$(9)	σ	$\bar{x}$(3)	σ	$\bar{x}$(26)	σ	$\bar{x}$(46)	σ
SiO_2	44.24	8.32	46.46	3.43	38.20	6.89	38.89	9.18	41.26	8.52
TiO_2	1.46	0.30	1.78	0.49	1.44	0.37	2.06	0.47	1.86	0.50
Al_2O_3	21.44	5.66	19.23	4.39	16.71	3.67	24.11	7.22	22.21	6.63
Fe_2O_3	11.91	11.65	9.81	4.26	19.90	9.60	15.00	15.31	13.71	12.88
MgO	2.33	0.81	2.40	0.90	2.00	0.49	1.78	0.72	2.01	0.79
CaO	1.74	0.99	2.16	1.11	2.50	0.71	1.16	0.89	1.54	1.03
Na_2O	0.31	0.24	0.85	0.53	0.50	0.13	0.60	0.35	0.59	0.40
K_2O	3.10	1.26	3.72	1.38	3.68	0.29	3.20	1.47	3.32	1.36
P_2O_5	0.42	0.46	0.51	0.18	0.84	0.08	0.44	0.42	0.48	0.42
H_2O	13.06	2.00	12.96	2.44	13.90	0.45	12.83	2.56	12.96	2.32
Tot.	100.01		99.88		99.68		100.07		100.00	
Sost.org.	25.2	9.9	39.9	29.8	46.5	16.9	52.9	22.1	45.2	23.8
Pel./Psamm.	3.2	2.1	2.1	1.1	2.2	1.2	3.9	2.3	3.3	2.1

*Da: DELL'ANNA, 1963; DELL'ANNA, DE FINO, 1965.

Tab. 2 – Caratteri chimici e granulometrici della componente insolubile dei calcari del Cretaceo

E' presente inoltre una subordinata quantità di minerali accessori tra cui la glauconite la cui presenza indica un ambiente di formazione di mare relativamente basso e mediamente riducente.

Per quanto concerne le frazioni organiche dei residui, queste sono costantemente presenti e in quantità più cospicua nelle dolomie.

La scarsità e la finezza granulometrica nonché la natura mineralogica e chimica del residuo insolubile sono in accordo invece con gli apporti limitati, la lontananza dalla costa ed il infine paesaggio di tipo lateritico delle aree di alimentazione che sembra si siano mantenute costanti per tutta la durata della sedimentazione cretacica.

- *Caratteristiche fisiche e meccaniche dei depositi calcarei e calcareo-dolomitici*-

Le proprietà geotecniche dei materiali calcarei sono strettamente legate in primo luogo ai caratteri chimici e petrografici: variazioni relativamente piccole di composizione chimica e mineralogica possono determinare variazioni considerevoli delle caratteristiche fìsiche.

In linea generale possiamo affermare che i termini dolomitici sono dotati di una maggiore densità reale rispetto ai termini calcarei e di migliori requisiti di durezza anche se a ciò non sempre fa riscontro una maggiore compattezza del materiale per la possibile presenza di discontinuità alla scala del campione; così pure per quanto concerne la resistenza a compressione che risulta in genere molto più elevata nei termini dolomitici.

Tali caratteristiche, comunque, presentano nella realtà un campo di variabilità piuttosto ampio da mettere in relazione con l'esistenza di piccole cavità di dissoluzione presenti in modo irregolare nella roccia o, in generale, con le variazioni dei caratteri tessiturali e strutturali.

Alcune prove su campioni di roccia, effettuate con il point loàd apparatus, hanno evidenziato come il materiale, sollecitato da un carico puntuale, risponde in maniera disomogenea a seconda della presenza di stiloliti, laminazioni, fratture ricementate, ecc. che tale carico puntuale viene ad interessare.

Dalla vasta letteratura, reperibile in merito alla suddetta formazione, è stato possibile estrapolare i valori relativi ai parametri geotecnici che meglio caratterizzano il deposito calcareo-dolomitico presente nel territorio comunale.

Di seguito si riportano i dati relativi a prove su campioni di roccia compatta:

<u>Caratteristiche fisiche:</u>

peso specifico reale	2.71	g/cmc

peso specifico apparente	2.66	g/cmc
grado di compattezza	0.981	g/cmc
porosità	0.019	
coefficiente di imbibizione	0.45-0.80	%
conducibilità termica	7.2×10^{-3}	Cal/cm s °C
coeff. di dilatazione lineare termica	3.65×10^{-3}	mm/m °C.

Caratteristiche meccaniche:

resistenza a compressione	800-1200	kg/cmq
resistenza a trazione (prv. brasil.)	28 - 45	kg/cmq
resistenza al taglio	54 - 97	kg/cmq
resistenza all'usura	3.84	mm/km
resistenza all'urto	22.5	kg/cm

Occorre però tenere presente che i suddetti dati si riferiscono a campioni di roccia intatta, mentre il deposito nella sua globalità si presenta spesso degradato per la presenza di fessure, fratture, giunti di strato e manifestazioni carsiche più o meno evidenti.

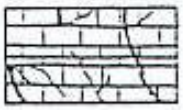
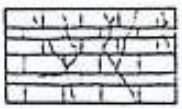
E' necessario, quindi, operare sempre una approfondita indagine finalizzata alla corretta definizione geometrica dell'ammasso roccioso considerato nel suo complesso ed esaminare il comportamento di tali rocce in presenza di cavità nel sottosuolo anche se interessate da materiale di riempimento, in particolare da "Terre Rosse".

Secondo una classificazione (vedi: "*Classificazione ammassi rocciosi – Zezza F. - 1975*" l'ammasso roccioso in esame si può definire da "buono" a "discreto", appartenente cioè alla Classe II - III, interessato da fratture mediamente carsificate; alla suddetta classe corrisponde un indice RQD della roccia (Rock Quality Designation) variabile dal 50 % al 90 %; le aree di affioramento della roccia carbonatica lungo le linee di faglia, sono caratterizzate, invece, da una fratturazione tanto intensa da abbassare l'indice RQD della roccia a valori inferiori al 25 %.

Si può comunque accertare mediamente una velocità delle onde sismiche longitudinali variabile da 2.000 a 3.500 m/s, definendo un modulo elastico superiore a 100.000 kg/cmq ed un rapporto di velocità VR variabile da 0.35 - 0.75.

CLASSIFICAZIONE DELL'AMMASSO ROCCIOSO CARSIFICATO

Roccia	VR	RQD %
Molto scadente	< 0,15	0 - 25
Scadente	0,15 - 0,35	25 - 50
Discreta	0,35 - 0,60	50 - 75
Buona	0,60 - 0,75	75 - 90
Eccellente	> 0,75	90 - 100

	GRADO V ammasso completamente carsificato	sono praticamente cancellate le caratteristiche tessiturali della roccia i cui relitti sono inglobati in abbondanti terre rosse. Roccia molto scadente	velocità onde sismiche longitudinali: 0,7-1,0 Km/sec rapporto di velocità (VR) <0,15 modulo elastico 11000-21000 Kg/cm² indice di qualità (RQD)<25%
	GRADO IV ammasso molto carsificato	sono conservati i caratteri tessiturali della roccia in posto, rilassata ed attraversata in ogni senso da cavità carsiche attive e fossili. Roccia scadente	velocità onde sismiche longitudinali: 1,1-2,0 Km/sec rapporto di velocità (VR) 0,15 - 0,35 modulo elastico 28000 - 90000 Kg/cm² indice di qualità (RQD) 25-50%
	GRADO III ammasso mediamente carsificato	diffuse presenze di cavità collegate ai processi di erosione e di dissoluzione carsica. Roccia discreta	velocità onde sismiche longitudinali: 2,1-3,0 Km/sec rapporto di velocità (VR) 0,35 - 0,60 modulo elastico 100000-200000 Kg/cm² indice di qualità (RQD) 50-75%
	GRADO II ammasso poco carsificato	giunti di stratificazione solo parzialmente interessati da manifestazioni carsiche. Roccia buona	velocità onde sismiche longitudinali: 3,1-4,5 Km/sec rapporto di velocità (VR) 0,60-0,75 modulo elastico 210000-500000 Kg/cm² indice di qualità (RQD) 75-90%
	GRADO I ammasso non carsificato	Assenza completa di manifestazioni carsiche; giunti rari e bancate compatte. Roccia eccellente	velocità onde sismiche longitudinali: > 4,5 Km/sec rapporto di velocità >0,75 modulo elastico > 500000 Kg/cm² indice di qualità > 90%

Classificazione ammassi rocciosi (Zezza F. - 1975)

DEPOSITI OLIGOCENICI (“Formazione di Galatone”)

I suddetti depositi, di ambiente lagunare nella parte inferiore, passante a continentale nella parte alta, sono stati riconosciuti e formalizzati nei pressi di Galatone (Esu D. - 1994), ma non sono ancora riportati sulle cartografie ufficiali.

Si riconoscono sedimenti di tipo oligoalino rappresentati prevalentemente da una

fitta alternanza di marne, marne calcaree e calcari micritici compatti, laminitici o in strati sottili, di colore grigio fino ad avana, con intercalazioni argillose di debole spessore.

La formazione che può, a luoghi, presentare spessori anche dell'ordine di quaranta metri di potenza, nell'area in esame si rinviene per circa 10÷15 m di potenza.

Dal punto di vista della fauna, si rinvengono diffusamente, a luoghi concentrati in livelli, resti di piccoli bivalvi e gasteropodi. L'età è riferibile all'Oligocene Superiore (Cattiano).

In corrispondenza dell'area studiata, affiorano su una limitatissima area al limite nord del territorio comunale di Lequile.

FORMAZIONI MIOCENICHE

- Calcareniti fini marnose organogene ("Pietra Leccese" - Miocene Medio)

Questa formazione è trasgressiva sui "Calcari di Altamura" il cui passaggio è spesso marcato da un livello di lignite o di argilla grigiastra e giallastra che a luoghi può raggiungere e superare anche lo spessore di 10-15 metri.

La "Pietra Leccese" presenta, a luoghi, spiccate eterogeneità sia laterali sia verticali, forse a causa delle rapide evoluzioni cui sono stati sottoposti gli ambienti di deposizione.

I litotipi che rappresentano detta formazione sono essenzialmente delle calcareniti organogene con frequenti bioturbazioni, a grana fine, omogenee, generalmente porose, debolmente marnose, a tenacità variabile, di colore dal giallo paglierino all'avana chiaro, localmente con livelli grigio-verdastri e nerastri per concentrazione di granuli glauconitici, talora a lamine parallele e con tracce di organismi fossatori; sono evidenti anche minuti frammenti e valve di lamellibranchi a guscio sottile.

La stratificazione è generalmente indistinta o si presenta in grosse bancate omogenee, separate da strati decimetrici poco coerenti e facilmente sgretolabili.

Trattasi di biomicriti a tessitura packstone e subordinatamente wackestone, costituite prevalentemente da resti interi di organismi di foraminiferi planctonici (Orbulina s.p., Globigerina s.p., Globigerinoides s.p., Globorotalia s.p.) e in via subordinata da foraminiferi bentonici (Rotalia s.p., Cibicides s.p., Textularia s.p.) e/o

da frammenti di macrofossili (Lamellibranchi, Echinidi e Briozoi oltre che vertebrati).

Alcuni livelli sono ricchi di grumi argillosi e granuli di glauconite di colore verdastro; questi ultimi formatisi per alterazione dei grumi argillosi, singeneticamente al sedimento che li contiene.

Questo deposito è tipico di ambiente di mare poco profondo e poco lontano dalla costa, in condizioni riducenti per decomposizione delle parti molli di organismi in putrefazione. I caratteri composizionali del residuo insolubile evidenziano moderati apporti terrigeni ed una certa lontananza dalla costa.

La percentuale dei granuli è compresa tra 80 % e 85 %, la matrice-cemento ha una percentuale intorno al 10 % mentre i pori sono inferiori al 10 %.

Il contenuto in carbonato di calcio è mediamente pari al 93 % con valori minimi del 61 % (nei livelli glauconitici) e massimi del 99.5 %.

Nell'ambito della formazione della "Pietra Leccese" è possibile evidenziare l'esistenza, per grandi linee, di almeno tre livelli dalle caratteristiche leggermente diverse tra loro:

- Un livello di base, costituito da un primo straterello di argille azzurre ad Ostracodi cui segue un'alternanza di sottili strati di calcari bioclastici, tenaci e compatti, di sabbie e limi sabbiosi giallognoli fogliettati, di calcari marnosi e limi argillosi rosati e di lignite; nella parte alta del suddetto livello è presente un banco di calcarenite concrezionata, brecciforme, poco cementato e con gli interstizi occlusi da "terra rossa".

- Un livello intermedio che comprende principalmente calcareniti marnose grigio-verdognole, a grana fine, fossilifere, compatte e poco tenaci, contenente abbondanti granuli di glauconite.

- E' presente quindi un livello sommitale comprendente principalmente calcareniti e calcilutiti organogene, a luoghi marnose, scarsamente porose e tenaci, di colore bianco-avorio tendente al giallino.

In seno al suddetto livello che presenta le litofacies tipiche della "Pietra Leccese", si evidenziano strati calcarenitici concrezionati e carsificati, separati tra loro da spesse bancate di roccia compatta e che spesso ospitano delle falde idriche circolanti per lo più in condizioni freatiche.

L'intera serie nota, come già detto, con il termine formazionale di "Pietra Leccese",

ha un'età riferibile al Miocene Medio, in particolare dalla fine del Langhiano all'Elveziano e Tortoniano e può raggiungere spessori massimi di circa 80 m. Unitamente ai sedimenti carbonatici cretacici, è interessata da una rete di fratture variamente orientate e, a luoghi, rielaborate dalla dissoluzione carsica.

La suddetta formazione affiora in un'area molto limitata, all'estremo Nord del territorio comunale di Lequile.

-Calcareniti e calcari detritici ("Calcareniti di Andrano"- Miocene Medio-Superiore)

Le calcareniti che costituiscono la presente unità sono talvolta molto simili alla Pietra Leccese, soprattutto in prossimità del contatto.

L'istituzione dell'unità è tuttavia giustificata dal fatto che, mentre nella Pietra Leccese i caratteri litologici sono piuttosto costanti ed uniformi, nelle Calcareniti di Andrano sono molto variabili.

La suddetta formazione non affiora nell'ambito del territorio comunale di Lequile.

Il tipo litologico prevalente è dato da calcareniti grigio-chiare, organogene, talora marnose, in vari stadi di cementazione e la cui stratificazione è quasi sempre evidente con strati di circa 30-40 cm di spessore. E' possibile anche rinvenire livelli di calcari detritici e calcari bioclastici, a luoghi molto fossiliferi.

Verso la base della formazione possono essere presenti livelli conglomeratici, con ciottoli prevalentemente di Pietra Leccese, alternati a livelli limosi e marnoso-argillosi, oltre a livelli glauconitici.

Una caratteristica di questo livello di base è dato dalla presenza diffusa di patine ocracee dovute ad ossidazione e da piccoli elementi fossili, costituiti da "fecal pellets".

Il grado di cementazione è molto variabile e può dare origine a livelli di depositi sciolti o marnoso-argillosi.

La base della formazione delle Calcareniti di Andrano è ovunque in contatto con la Pietra Leccese con la quale ha chiari rapporti di sovrapposizione normale, mentre talora sembra mostrare rapporti laterali, con passaggio graduale dall'una all'altra formazione: è quindi molto probabile una parziale eteropia laterale di facies.

Dal punto di vista della fauna presente nei sedimenti, si ha un'abbondanza sia di macro che microfossili, con prevalenza per quest'ultimi, di forme di età tortoniana.

L'ambiente di sedimentazione si può riferire a condizioni di mare aperto e poco profondo.

- *Caratteristiche fisiche e meccaniche dei depositi miocenici-*

Le formazioni mioceniche sono da considerarsi, nel complesso, scarsamente permeabili, anche se esistono degli orizzonti ad elevata permeabilità per porosità e carsismo in corrispondenza dei livelli carsificati prima descritti o dei livelli calcarei fratturati presenti in seno alla formazione delle "Calcareniti di Andrano”.

Per quanto riguarda le caratteristiche fisiche e meccaniche dei litotipi costituenti le formazioni mioceniche, occorre dire che le stesse sono evidentemente influenzate dal diverso grado di cementazione della roccia. E' noto che la caratterizzazione geotecnica delle rocce in questione, nasce essenzialmente dall'analisi dei prodotti di cava.

In generale le rocce mioceniche presenti nel sottosuolo del territorio comunale sono caratterizzate da valori relativi delle proprietà fisiche e meccaniche che, per quanto riguarda il litotipo calcarenitico-marnoso, si presentano abbastanza omogenee.

In particolare oltre a vari dati bibliografici, si dispone di analisi e prove di laboratorio effettuate dalla GEO s.r.l. di Bari nel 1984, da cui si evincono i seguenti range di variazione delle principali caratteristiche fisiche e meccaniche del litotipo miocenico:

Caratteristiche fisiche:

Peso specifico reale (g/cmc)	2.69 ÷ 2.70
Peso specifico apparente (g/cmc)	1.54 ÷ 1.74
Grado di compattezza	0-58 ÷ 0-65
porosità	0.35 ÷ 0.42
Coefficiente di imbibizione (rif. peso - %)	17.41 ÷ 28.86
Coefficiente di imbibizione (rif. volume - %)	30.30 ÷ 41.50
Peso specifico apparente (provini saturi - g/cmc)	1.96 ÷ 2.04
Percentuale dei pori saturati (%)	86.57 ÷ 98.81

Caratteristiche meccaniche:

Resistenza a compressione (provini asciutti - kg/cmq)	84.00 ÷ 185.00
Resistenza a compressione (provini saturi - kg/cmq)	52.00 ÷ 89.00
Resistenza a flessione (kg/cmq)	28.00

Le facies calcaree presentano indubbiamente caratteristiche geotecniche migliori

alla scala del campione anche se, la presenza di fratture, di fenomeni di carsificazione e/o le frequenti bioturbazioni possono, a luoghi, definire una qualità dell'ammasso roccioso, nel suo complesso, da mediocre a scadente.

FORMAZIONI PLEISTOCENICHE

- Calcareniti e calciruditi ("Calcareniti Pleistoceniche" - Pleistocene Inferiore)

I suddetti depositi, oltre ad essere presenti in trasgressione sulle rocce mesozoiche, su due vaste aree a Sud e a Sud-Est del territorio comunale, affiorano anche a ridosso degli alti morfologici e strutturali presenti a Sud ed a Nord dell'abitato di Lequile.

Sono caratterizzati prevalentemente da calcareniti detritico-organogene fossilifere (Pecten, Ostrea, Venus, Mytilus) generalmente tenere, ad alta porosità, di colore bianco-avorio e giallino, a luoghi rossastre per alterazione.

La cementazione è scarsa e/o irregolare e tende ad aumentare lungo i bordi degli affioramenti; la formazione è quindi caratterizzata da frequenti variazioni diagenetiche sia laterali sia verticali. La stratificazione non sempre è evidente; laddove distinguibile si presenta in strati spessi o in banchi.

Mineralogicamente le suddette rocce calcarenitiche sono costituite da prevalente calcite e subordinata dolomite e, in relazione alla distribuzione, grana cristallina e genesi dei due carbonati nonché alla natura ed abbondanza del residuo insolubile, possiamo distinguere, nell'ambito della stessa formazione, due tipi di calcareniti: i "tufi calcarei", di origine chimica e subordinatamente clastica e le "calcareniti" propriamente dette, di origine quasi esclusivamente clastica. Di conseguenza i tufi calcarei hanno tessitura mediamente più fine e parzialmente marnosa e colore grigio-avorio, determinato anche dall'abbondante presenza di sostanza organica, mentre le calcareniti hanno tessitura grossolana e compatta e colore giallastro.

La distinzione tra i due tipi pare che trovi riscontro anche nella posizione stratigrafica in quanto i tufi si troverebbero di preferenza alla base della serie stratigrafica, mentre le calcareniti sembrerebbero ritrovarsi in eteropia di facies o a tetto del deposito.

Per i tufi si configura un ambiente di formazione assimilabile a quello dei fondi fangosi calcarei infralitorali e batilitorali mentre per le calcareniti un ambiente tipico

dei fondi sabbiosi da mesolitorali a infralitorali.

Nelle aree di affioramento che bordano i rilievi calcarei, può evidenziarsi una clinostratificazione dei depositi calcarenitici con immersione verso l'esterno dei rilievi stessi.

A luoghi, l'alternanza di sottili livelli meno consistenti, contribuisce a far assumere al pacco sedimentario una sorta di pseudostratificazione sub-orizzontale; in corrispondenza degli strati a minore consistenza possono essere presenti dei livelli di ciottoli calcarei ben arrotondati e bioerosi.

La tessitura della roccia è "grain supported" tipo "packstone", con interstizi tra i granuli occupati da matrice detritica costituita da silts calcarei; il cemento è di tipo sparitico.

Lo spessore massimo del suddetto deposito, nell'area in oggetto, di norma non supera i 30 m.

Il pacco sedimentario è pochissimo interessato da fratturazione anche se, a luoghi, intercalazioni di sottili livelli sabbiosi, ne interrompono la continuità litologica così come le continue eteropie laterali di facies. Il grado diagenetico è talmente spinto da dare origine, a luoghi, a livelli particolarmente litificati a scarsa o nulla permeabilità.

La qualità geotecnica delle suddette calcareniti, come già detto, è molto variabile sia in senso laterale che verticale a causa della non omogeneità dei sedimenti; infatti, ai livelli più tenaci corrispondono parametri fisici e meccanici senz'altro migliori rispetto a quelli propri dei livelli più scadenti o addirittura sabbiosi.

Esiste in letteratura geologica una notevole mole di dati bibliografici in merito alle caratteristiche geomeccaniche. Di seguito si riporta la valutazione dei principali parametri fisici e meccanici elaborati da alcuni studi di Radina e Walsh (1972) e di Mancini e Walsh (1985):

Caratteristiche fisiche:

Peso specifico reale (Yr)	2.57 ÷ 2.63	g/cmc
Peso specifico apparente (yd)	1.34÷1.61	g/cmc
Peso specifico dei grani (yg)	2.38 ÷ 2.42	g/cmc
Grado di compattezza	0.52 ÷0.64	
Porosità reale (nr)	36.0÷47.8	%
Porosità interstiziale (ny)	34.1 ÷42.4	%
Coeff. di imbibizione rif. al peso (C)	16.5÷28.72	%

Coeff. di imbibizione rif. al volume	27.8 ÷ 38.5	%
Grado di saturazione reale (Sj.)	0.49 ÷ 0.69	
Grado di saturazione interstiziale (Sy)	0.56 ÷ 0.80	

Caratteristiche meccaniche:

Tensione di rottura per compressione monoassiale (stato naturale) (σn)	43.2 ÷ 60.2	kg/cmq
Tensione di rottura per compressione monoassiale (stato saturo) (σs)	26.1 ÷38.1	kg/cmq
Modulo di deformazione a rottura per compressione (En)	(14.9 ÷20.4) x 10^3 kg/cmq	
resistenza a flessione	3.5 ÷ 7.1	kg/cmq
Conducibilità termica	0.9 ÷ 3.51 x 10^{-3} cal/cm s °C	

Alcune prove eseguite sullo stesso tipo di roccia, in un'area limitrofa e geologicamente simile, hanno evidenziato una resistenza a compressione monoassiale mediamente inferiore a quella riportata dalla bibliografìa e risulta compresa tra 12-30 kg/cmq; questo dato, infatti, insieme ai parametri di deformabilità in condizione di compressione monoassiale, è influenzato soprattutto dal grado di cementazione dello scheletro granulare e, in misura ridotta, dal grado di cementazione della matrice alla superfìcie dei granuli nonché dal grado di "interlocking" tra i granuli.

La Carta Geologica d'Italia riporta questa formazione, unitamente alle più recenti presenti sul territorio comunale, come appartenenti alla formazione conosciuta con il termine di "Sabbie di Uggiano".

Recenti studi nel settore, però, portano ad associare detti depositi al ciclo sedimentario della Fossa Bradanica, in quanto cronostratigraficamente e geologicamente analoghi ed in particolare a riferirli alla formazione delle "Calcareniti di Gravina".

-Argille e sabbie limose ("Argille e Sabbie Pleistoceniche"- Pleistocene Inferiore e Medio)

La suddetta formazione, affiorante estesamente nel settore Nord del territorio comunale, in corrispondenza della quasi totalità dell'abitato di Lequile, è costituita essenzialmente da limi sabbiosi con intercalati livelli di sabbie di colore giallastro, più o meno cementate che talora mettono in evidenza l'andamento stratigrafico e che passano lateralmente, in eteropia di facies e verso il basso, a limi argillosi ed argilloso

sabbiosi di colore grigio-azzurrastri.

A tetto della formazione ed in eteropia laterale è spesso possibile rinvenire anche dei sedimenti calcarenitici di ridotto spessore, in genere variabile tra 0,5 m e 4,0 m di potenza. Detto livello sommitale calcarenitico è rappresentato da rocce clastiche a grana media costituite prevalentemente da granuli calcarei ed organogeni, di colore biancastro ed avorio; si presentano in livelli più o meno cementati, assumendo talora l'aspetto di "panchina".

E' stato possibile verificare la presenza di detto strato superficiale calcarenitico, in varie zone del centro abitato di Lequile e in particolare in un'area localmente denominata "La Chianca" e nelle vicinanze di Piazza San Francesco.

Le sequenze argillose dei sedimenti sciolti, evidenziano un aumento della frazione sabbiosa dal basso verso l'alto a spese di quella argillosa, un aumento di quarzi e feldspati a spese dei minerali argillosi e di conseguenza un aumento di silice a spese di allumina e acqua.

I livelli sabbiosi presenti nella parte alta della sequenza stratigrafica, inglobano spesso inclusioni carbonatiche centimetriche, dure, a spigoli vivi, come anche noduli irregolari di calcare detritico grigio-nocciola.

I caratteri chimici, mineralogici e granulometrici sono in accordo infatti con una sedimentazione di mare poco profondo in fase di regressione, per cui l'ambiente iniziale si può assimilare a quello dei "tufi calcarei" mentre quello successivo all'assottigliamento del bacino, all'ambiente delle calcareniti.

Al pari della formazione precedente, anche quest'ultima presenta delle caratteristiche fisiche e meccaniche molto variabili secondo le condizioni diagenetiche dei litotipi che la costituiscono e la loro composizione granulometrica.

Mediamente i valori dei parametri caratterizzanti le calcareniti sono molto simili a quelli della formazione già descritta al paragrafo precedente.

Per quanto concerne i livelli prettamente sabbiosi e limoso sabbiosi, alcune prove di laboratorio fatte eseguire per altri scopi sullo stesso litotipo affiorante al limite con il territorio comunale di San Cesario, hanno portato alla determinazione dei seguenti parametri fisico-meccanici:

Caratteristiche fisiche:

umidità naturale	16.43 ÷ 26.47	%
peso di volume	1.90 ÷1.98	g/cmc
peso volume secco	1.57 ÷ 1.73	g/cmc
peso specifico dei grani	2.69 ÷ 2.72	g/cmc
indice dei vuoti	0.55 ÷ 0.73	
porosità	35.49 ÷ 42.09	%
grado di saturazione	72.80 ÷ 98.68	%
limite di liquidità	26.6 ÷ 35.9	%
limite di plasticità	18.3 ÷ 19.18	%
indice di plasticità	8.3 ÷ 16.72	%
indice di consistenza	0.42 ÷ 1.16	%
attività	0.83 ÷ 4.18	

Dall'analisi delle informazioni disponibili circa le caratteristiche granulometriche dei suddetti livelli, si evince la presenza di una frazione prevalentemente sabbiosa e, nei livelli più alti, anche una percentuale importante di ghiaia, mentre si denota una tendenza all'aumento della frazione limosa e argillosa con la profondità.

Mediamente le variazioni granulometriche si possono così riassumere:

ghiaia	5 ÷ 20 %
sabbia	60 ÷ 76 %
limo	7 ÷ 25 %
argilla	4 ÷ 10 %

Le prove di taglio diretto mostrano una variazione dell'angolo di attrito interno ϕ e della coesione (c) variabili tra:

ϕ = 24°13' ÷ 32024'
c = 0.025 ÷ 0.14 kg/cmq

L'indice di compressione edometrico Cc varia invece tra:

Cc = 0.143 ÷ 0.196

Come già detto in precedenza questa formazione viene riferita dalla cartografia ufficiale come appartenente alle "Sabbie di Uggiano", ma gli ultimi studi scientifici accomunano, in genere, tutti i depositi più recenti ad un'unica formazione denominata "Depositi Marini Terrazzati" con cui si indica un complesso di depositi di spiaggia e di piana costiera riferibili a numerose unità litostratigrafiche terrazzate in vari ordini e collegate a distinte fasi eustatico-tettoniche: sabbie, conglomerati, calcareniti e calcari coralgali di età variabile dal Pleistocene medio al Pleistocene Superiore.

DEPOSITI ELUVIALI E COLLUVIALI ("TERRE ROSSE")

E' possibile rinvenire diffusamente sul territorio, aree interessate in affioramento da tale deposito di copertura con spessori generalmente contenuti entro i 0.5 m di potenza, per lo più misto a terreno agrario. In alcune zone invece, in particolare lungo le aree di contatto tra formazioni diverse o in corrispondenza di piccole tasche, è possibile riscontrare la presenza di accumuli più o meno potenti di detti depositi, con spessori che possono superare anche 4 ÷ 5 m di potenza. E' abbastanza frequente, oltre che in affioramento, rinvenire le terre rosse anche in profondità a tetto dei calcari mesozoici, in cavità generate da carsismo e ricoperte dai terreni post-cretacici.

Litologicamente sono costituite essenzialmente da limi e silts argillosi a luoghi sabbiosi, di colore rosso-brunastro e composizione mineralogica costituita da abbondanti idrossidi di Fé e Al parzialmente cristallini e da minerali argillosi (illite e caolinite), subordinatamente da quarzo, feldspati, miche, pirosseni, apatite, rutilo e zirconi, cui corrisponde una composizione chimica rappresentata da SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3, H_2O, ed anche TiO_2, P_2O_5, CaO, MgO e Na_2O.

I numerosi studi condotti dall'Università di Bari su questo deposito, hanno messo in evidenza l'omogeneità granulometrica dei vari campioni.

Infatti le variazioni tra il minimo ed il massimo delle percentuali delle varie frazioni, sono contenute entro range limitati:

sabbia	26 ÷ 47 %
limo	22 ÷ 43 %
argilla	24 ÷ 50 %

Così pure le caratteristiche fisiche di cui si riportano i valori relativi ad alcuni parametri derivanti da dati bibliografici integrati con prove di laboratorio effettuate, per altri scopi, sui campioni carotati nel vicino territorio di San Donato di Lecce:

peso specifico	2.72 ÷ 2.74 g/cmc
peso unità di volume del secco	1.39 ÷ 1.54 g/cmc
contenuto naturale d'acqua	35.2 ÷ 42.7 %
limite di plasticità	19.72 ÷ 27.52 %
indice di plasticità	11.98 ÷ 17.18 %
indice di attività	0.31 ÷ 0.67
indice di compressibilità	Cc = 50-150 kg/cmq (0.2-2.0 kg/cmq)
indice di compressibilità	Cc =150-200 kg/cmq (2.0-20 kg/cmq)

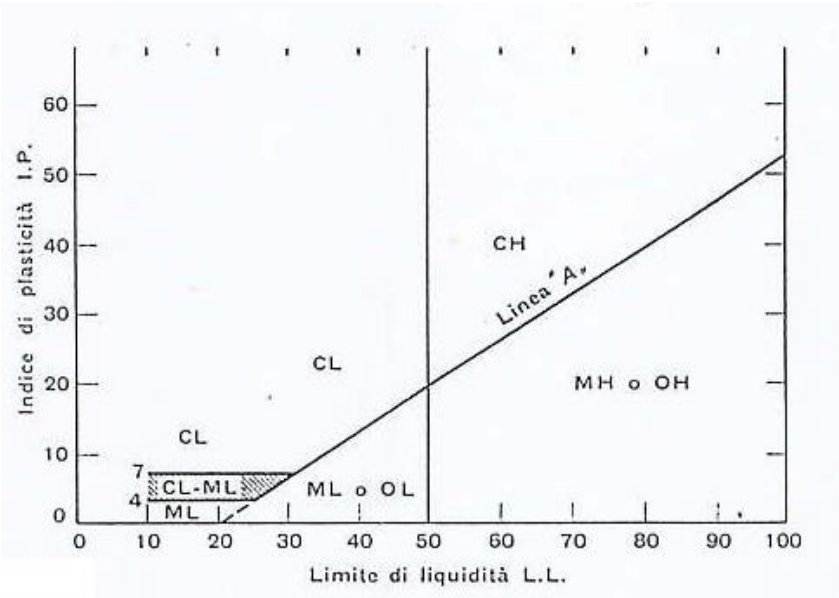
Le prove effettuate i cui risultati sono riportati nelle tabelle seguenti, hanno permesso di

classificare il deposito come *limi inorganici*, secondo la carta di plasticità di Casagrande modificata per l'adattamento al "Unified Soil Classification System" (allegata alla pagina seguente) e solo alcuni campioni risultano al limite con i *limi organici*, mentre secondo la classificazione H.R.B., i campioni esaminati variano da A-6 a A-7-6 individuando *argille da poco a molto compressibili.*

campione S9	profondità m dal p.c.	peso specifico	classificazione Sist. Unificato	classificazione H.R.B.	indice di gruppo
n°l	1.3-1.5	2,73	CL	A-7-6	7,7
n°2	2.3-2.5	2,73	ML-OL	A-6	9,3
n°3	3.7-4.0	2,74	ML-OL	A-7-6	9,7

campione S9	Limite di Liquidità %	Limite di Plasticità %	Limite di Ritiro %	Indice di Plasticità %	Indice di Attività
n°l	42,7	25,62	15	17,08	0,63
n°2	38,8	25,66	15,38	13,14	0,34
n°3	40,6	26,62	15,94	13,98	0,33

camp S9.	frazione ghiaiosa %	frazione sabbiosa %	frazione limosa %	frazione argillosa %	Passante al 10 %	passante al 40 %	passante al 200 %	frazione <200 %
n°l	1	47	25	27	99	90	58	27
n°2	0	30	31	39	100	93	75	39
n°3	0	21	37	42	100	96	84	42



Carta di Plasticità modificata per l'adattamento al "USCS"

CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE DELL'AREA

La distribuzione degli acquiferi e la circolazione idrica sotterranea sono chiaramente condizionati dal quadro litologico risultante, dalla disposizione spaziale dei litotipi presenti e dal modo in cui gli stessi vengono a contatto tra loro, nonché dalla loro permeabilità.

La formazione carbonatica mesozoica, infatti, ha un grado di permeabilità molto elevato ($k=10^{-1} \div 10^{-2}$ cm/s) a causa dell'intenso stato di fratturazione delle rocce che la costituiscono, conseguenza questa delle varie fasi tettoniche cui è stata sottoposta durante il succedersi delle ere geologiche.

Di grande rilevanza è inoltre il fenomeno carsico che, generalmente, si instaura in modo più o meno accentuato lungo delle direttrici preferenziali di sviluppo della canalizzazione carsica ipogea, ad andamento sia orizzontale che suborizzontale.

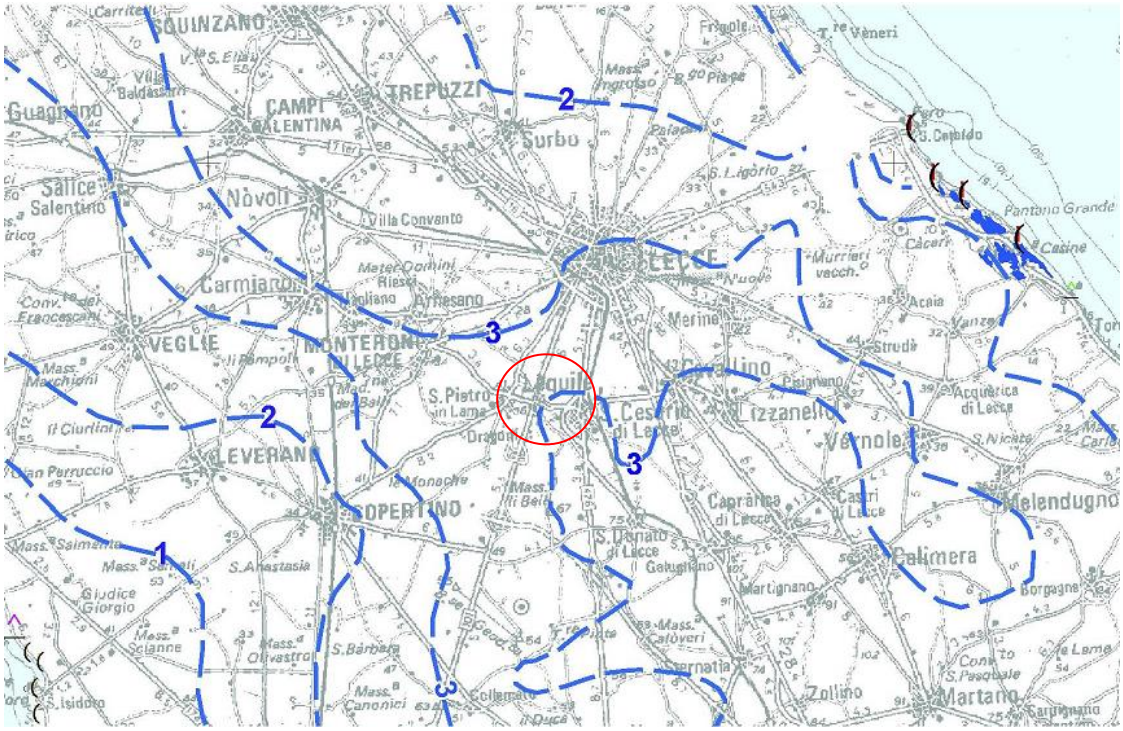
Sia nelle litofacies cretaciche che in quelle eoceniche ed oligoceniche della Penisola Salentina, la direzione preferenziale di sviluppo della maggior parte delle cavità carsiche, corrisponde alla direttrice tettonica appenninica (N30°W); i giunti appartenenti a questa direttrice, oltre ad essere percentualmente i più frequenti, sono prevalente mente beanti e quindi rappresentano, assieme ai piani di stratificazione, le vie preferenziali seguite sia dalle acque di infiltrazione che dal drenaggio ipogeo.

Di fatto, lungo la verticale della serie mesozoica si rinviene una vascolarizzazione carsica a luoghi evoluta a luoghi appena abbozzata, spesso localizzata entro intervalli ad orizzonti rocciosi ben definiti.

E' presente quindi, all'interno delle rocce mesozoiche, una falda di acqua dolce che prende il nome di falda "profonda" o falda "carsica"; galleggia sull'acqua di mare di invasione continentale, per effetto della minore densità ed il livello di base è rappresentato appunto dall'orizzonte marino.

La suddetta falda circola a pelo libero in corrispondenza delle aree in cui il basamento carbonatico affiora in superficie. In tutto il resto del territorio comunale, invece, è possibile rinvenirla in pressione a causa della presenza di rocce mioceniche e di livelli, più o meno potenti, di argille e di "Terre Rosse" che, per la loro bassa permeabilità, la costringono in profondità, non permettendo all'acqua di risalire e di attestarsi alla quota naturale di equilibrio.

Numerosi studi condotti su questa falda consentono di trarre alcuni importanti elementi sulla circolazione idrica ipogea. La superficie piezometrica si attesta a circa +3.0 m s.l.m. (vedi: "*Isopieze della falda profonda*" – dal P.T.A. - Puglia)



Isopieze della falda profonda

Isopieze (m s.l.m.)

Il deflusso sotterraneo assume un leggero andamento verso Sud-Sud-Est e Sud-Ovest, in direzione cioè sia della costa Adriatica che Ionica, con cadenti non superiori al 2‰.

I caratteri di permeabilità dei terreni miocenico-quaternari e di quelli terziari mostrano requisiti idrogeologici estremamente vari sia a causa di variazioni laterali e verticali di litofacies, sia per effètto di un diverso stato di fratturazione e di incarsimento.

Le formazioni mioceniche, nel loro insieme, si comportano come terreni scarsamente permeabili con livelli praticamente impermeabili ($k = 7x10^{-4} \div 6x10^{-5}$ cm/s) e laddove si spingono in profondità al disotto del livello del mare, come già detto, costringono la falda profonda a circolare in pressione.

A luoghi però i termini miocenici risultano permeabili per effètto di una fratturazione tettonica relativamente più intensa e meno discontinua permettendo così una certa circolazione idrica sotterranea in forma o diffusa o concentrata, testimoniata non di rado da vistose canalizzazioni carsiche.

La successione stratigrafica nell'ambito di detti terreni, ricostruita sulla base di dati di perforazioni di pozzi privati e confermata dai dati relativi a pozzi dell'Ente Irrigazione, evidenzia la presenza di alcuni livelli concrezionati e vacuolari con orizzonti carsificati, sia nella parte alta della formazione che a profondità più elevate.

In particolare sono presenti due orizzonti sede di due falde idriche separate tra loro da una lente di calcarenite marnosa compatta.

La prima, più superficiale, circola per lo più a pelo libero con portate e spessori assai modesti ed interessa rocce concrezionate e vacuolari dei livelli superiori dei termini miocenici.

E' caratterizzata da un doppio sistema di alimentazione: uno diretto, procurato dalle precipitazioni meteoriche incidenti sugli affioramenti miocenici che ne costituiscono l'acquifero e sulle rocce più recenti sovrastanti; un secondo provocato a luoghi dallo sversamento di un livello idrico superiore.

La suddetta falda ha il livello massimo della superficie freatica alla quota di circa +6 m s.l.m. posizionato all'incirca tra Lequile e Monteroni e mostra un deflusso delle acque in direzione sia verso Est che verso Sud-Sud-Ovest. In particolare quest'ultima direzione prevale nell'ambito del territorio comunale studiato.

La seconda falda contenuta nelle rocce mioceniche, circola in pressione nel livello più fratturato e cavernoso della Pietra Leccese con una potenza di qualche decina di metri e si rinviene a circa 50 metri di profondità.

E' un livello idrico particolarmente cospicuo e costituisce un'importante riserva d'acqua per tutta l'area circostante. Questo è testimoniato infatti dalla presenza di numerosi pozzi attestati in questo acquifero.

Studi condotti sulle acque di questa falda consentono di affermare che le caratteristiche idrauliche e chimico-fisiche sono del tutto simili a quelle della ben nota falda "profonda" in quanto con essa direttamente comunicante per via laterale laddove le faglie presenti hanno messo a contatto, in profondità, le rocce carbonatiche con le calcareniti mioceniche.

Per quanto concerne le formazioni pleistoceniche, il comportamento idrogeologico risulta alquanto variabile da punto a punto. Infatti, sia il grado sia il tipo di permeabilità è estremamente variabile anche con salti molto bruschi, persino sulla verticale di uno stesso pozzo.

Mediamente si riconosce una permeabilità, per i litotipi calcarenitici, compresa tra $k=8x10^{-3}$ cm/s e $k=7x10^{-4}$ cm/s. Questa, unitamente alla morfologia della superficie topografica ed alle relative pendenze, non consente, in linea di massima, alle acque di scorrere in superficie e accumularsi, ma piuttosto tende ad infiltrarsi nel sottosuolo andando a rimpinguare le falde idriche sotterranee.

La presenza, però, di sabbie ricche di livelli argillosi e di argille, presenti nel sottosuolo dell'area urbana e periurbana di Lequile, non permette una facile infiltrazione di tali acque verso gli strati profondi, ma determina la formazione di una falda superficiale, a pochi metri di profondità dal piano campagna, la cui quota freatica risulta estremamente variabile nell'arco dell'anno e dipendente direttamente dalle precipitazioni atmosferiche ricadenti sul territorio.

La suddetta falda (vedi: "*Isofreatiche della falda superficiale*") è presente estesamente nel sottosuolo in corrispondenza dell'abitato di Lequile e di parte di Dragoni e pur avendo una potenza limitata, assume una notevole importanza dal punto di vista geotecnico, in quanto si rinviene mediamente intorno ai -2 m di profondità dal piano campagna, ma in periodi piovosi può avere escursioni positive dell'ordine di qualche metro.

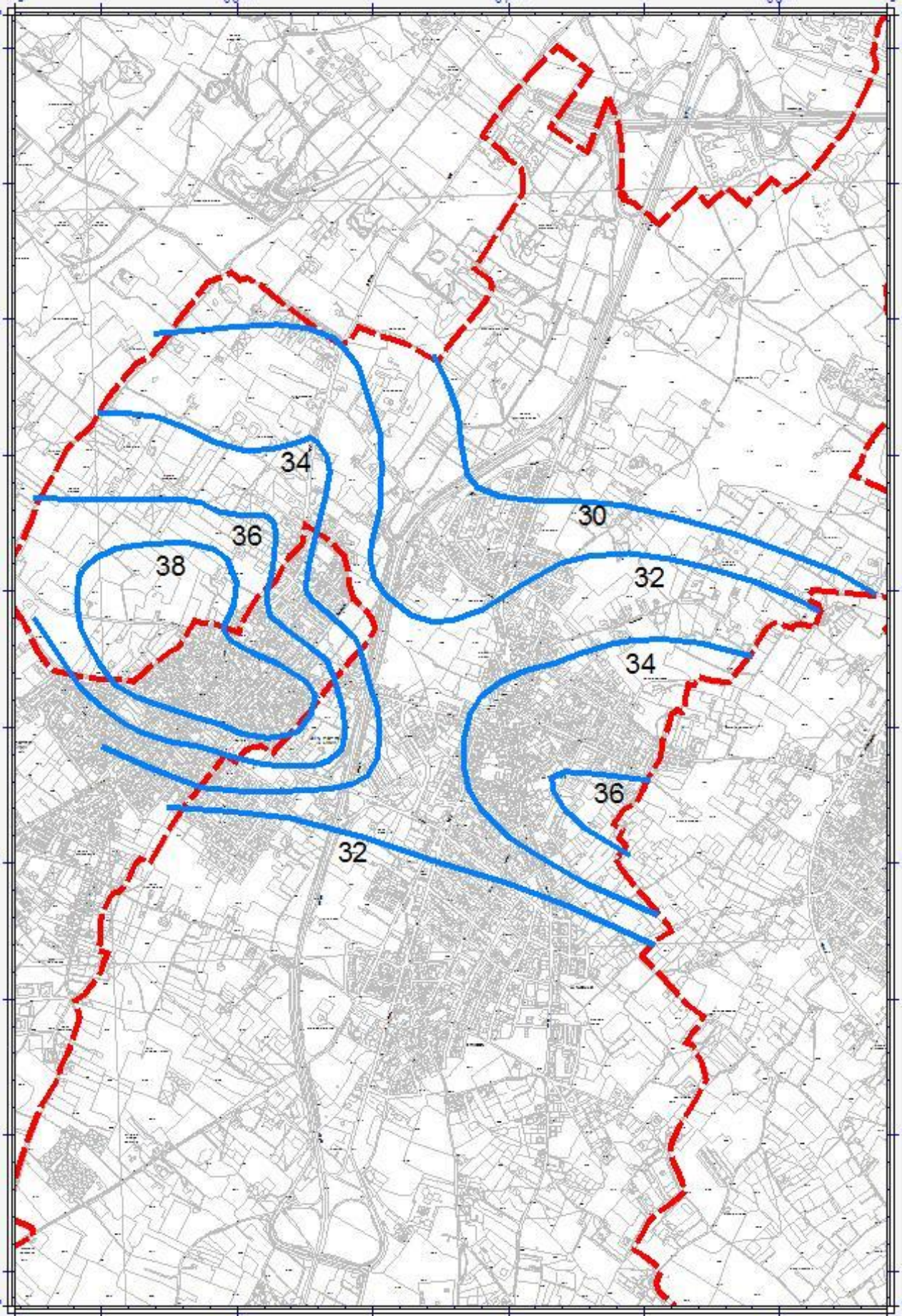
Le isofreatiche evidenziano un deflusso ad andamento radiale divergente che parte da due zone con quote massime di circa +40 m s.l.m., localizzate grosso modo in corrispondenza degli abitati di San Pietro in Lama e di Lequile.

Eventuali interventi su tale parte di territorio dovranno tenere in debito conto l'esistenza di detta falda che, in occasione di eventi piovosi, può subire innalzamenti del livello freatico interferendo in modo sostanziale con gli elementi in superficie.

In particolare si registrano le profondità minime in corrispondenza di un'area debolmente depressa (Loc. San Nicola) compresa tra gli abitati di Lequile e San Pietro in Lama.

In accordo con quanto definito dal P.A.I., detta area risulta attualmente interessata anche da Alta Pericolosità idraulica.

CARTA ISOFREATICHE FALDA SUPERFICIALE - RILIEVO 1999



Scale 1: 20,000

Centred on 766,785m, 4,466,745m UTM Zone 3 (40° 18' 31" N, 167° 51' 35" W WGS84)

CARATTERISTICHE DI VULNERABILITÀ DEGLI ACQUIFERI

Note le caratteristiche di permeabilità e lo spessore dei litotipi che caratterizzano, nel territorio comunale di Lequile, nota la geometria degli acquiferi e di conseguenza la profondità di rinvenimento delle falde idriche sotterranee, è stato possibile pervenire ad una generale valutazione della vulnerabilità degli stessi acquiferi in considerazione del tempo impiegato da un liquido inquinante, rilasciato sulla superficie del piano campagna, a raggiungere il tetto della falda sottostante.

La valutazione della vulnerabilità di un acquifero, infatti, permette di individuare le zone in cui maggiore è la possibilità di contaminazione delle acque sotterranee da parte di un focolaio inquinante.

Il parametro più indicato a quantificarne il grado è rappresentato dal tempo teorico di arrivo all'acquifero di un eventuale inquinante, ipotizzando un'infiltrazione continua di una goccia di soluzione a partire dalla superficie del suolo.

Il tempo di percolamento (t) viene calcolato in via semplicistica, tramite la formula $t = b/k \cdot i/n$, ed è funzione della permeabilità (k) della roccia interessata, e della porosità (n); la traiettoria di percolamento viene considerata subverticale e in ambiente saturo, per cui il gradiente idraulico (i) si assume pari a 1.

Dai calcoli effettuati si evince che, per quanto riguarda la falda profonda, gran parte del territorio è interessato da affioramenti di rocce calcareo-dolomitiche mesozoiche, intensamente fratturate e carsificate, caratterizzate da scarsa e irregolare copertura vegetale.

E’ possibile, quindi, definire per l'area di affioramento dei calcari mesozoici caratterizzati da una permeabilità in grande, una vulnerabilità abbastanza elevata con tempi di permanenza in zona anidra molto brevi.

In corrispondenza dei margini dell’affioramento calcareo-dolomitico, interessati dalla presenza di una faglia e conseguentemente da una fratturazione più intensa, è possibile definire una classe di vulnerabilità molto più alta, con tempi di percolamento anche inferiori ad una settimana. Laddove invece, sono presenti coperture calcarenitiche o spesse bancate di "Terra Rossa" in superficie, queste possono rappresentare un elemento di protezione per la falda e contribuire ad abbassare, anche se di poco, il grado di vulnerabilità.

La falda profonda presente nel sottosuolo della restante parte del territorio è invece caratterizzata da una generale buona protezione ad opera degli spessi strati di roccia a scarsa o nulla permeabilità che la sovrastano, sia in corrispondenza delle aree interessate da affioramenti di terreni sabbioso-limosi pleistocenici, sovrastanti livelli argillosi e spessi pacchi di rocce calcarenitiche tra cui i termini miocenici; sia dove affiorano i termini calcarenitici nella parte Nord del territorio. In queste aree viene riferita una classe di vulnerabilità dell'acquifero mesozoico abbastanza debole.

Parte del territorio comunale è però interessato dalla presenza, oltre che della falda carsica anche di livelli idrici contenuti nei termini miocenici e di un acquifero superficiale.

Le falde acquifere circolanti nei terreni miocenici presentano una buona protezione ad opera delle caratteristiche stesse della roccia che le contengono e per le quali viene riferita una vulnerabilità molto bassa, con tempi di permanenza dell'inquinante in zona anidra anche superiori a 20 anni.

Per la parte di territorio interessata invece dalla presenza della falda superficiale, circolante nei terreni pleistocenici, viene definita una classe di vulnerabilità dell'acquifero superficiale molto elevata con un tempo di transito dell'inquinante nella zona vadosa inferiore ad una settimana.

Dalle valutazioni effettuate, valide in linea generale, si evince l'estrema vulnerabilità della falda carsica laddove i depositi carbonatici mesozoici sono affioranti e in corrispondenza dei quali si suggerisce un'azione di tutela e protezione in considerazione anche del fatto che il Piano di Tutela delle Acque della Regione Puglia (P.T.A.) ha individuato nel sottosuolo in questione, una falda dalle ottime caratteristiche chimiche e batteriologiche da potersi destinare anche all'uso potabile.

ASSETTO TETTONICO E MORFOLOGICO
E VERIFICA DEGLI ELEMENTI DEL PUTT E DEL PPTR

Lo studio delle caratteristiche morfologico-strutturali ha interessato l'intero territorio comunale di Lequile verificando, tra l'altro, gli elementi riportati sulle carte tematiche della Regione Puglia (in una prima fase il P.U.T.T. e la bozza della Carta Idrogeomorfologica, e successivamente il P.P.T.R.). La superficie topografica è caratterizzata, in genere, da dolci rilievi ed aree subpianeggianti le cui quote variano da un massimo di circa +70 m s.l.m. ad un minimo di circa +20 m s.l.m.

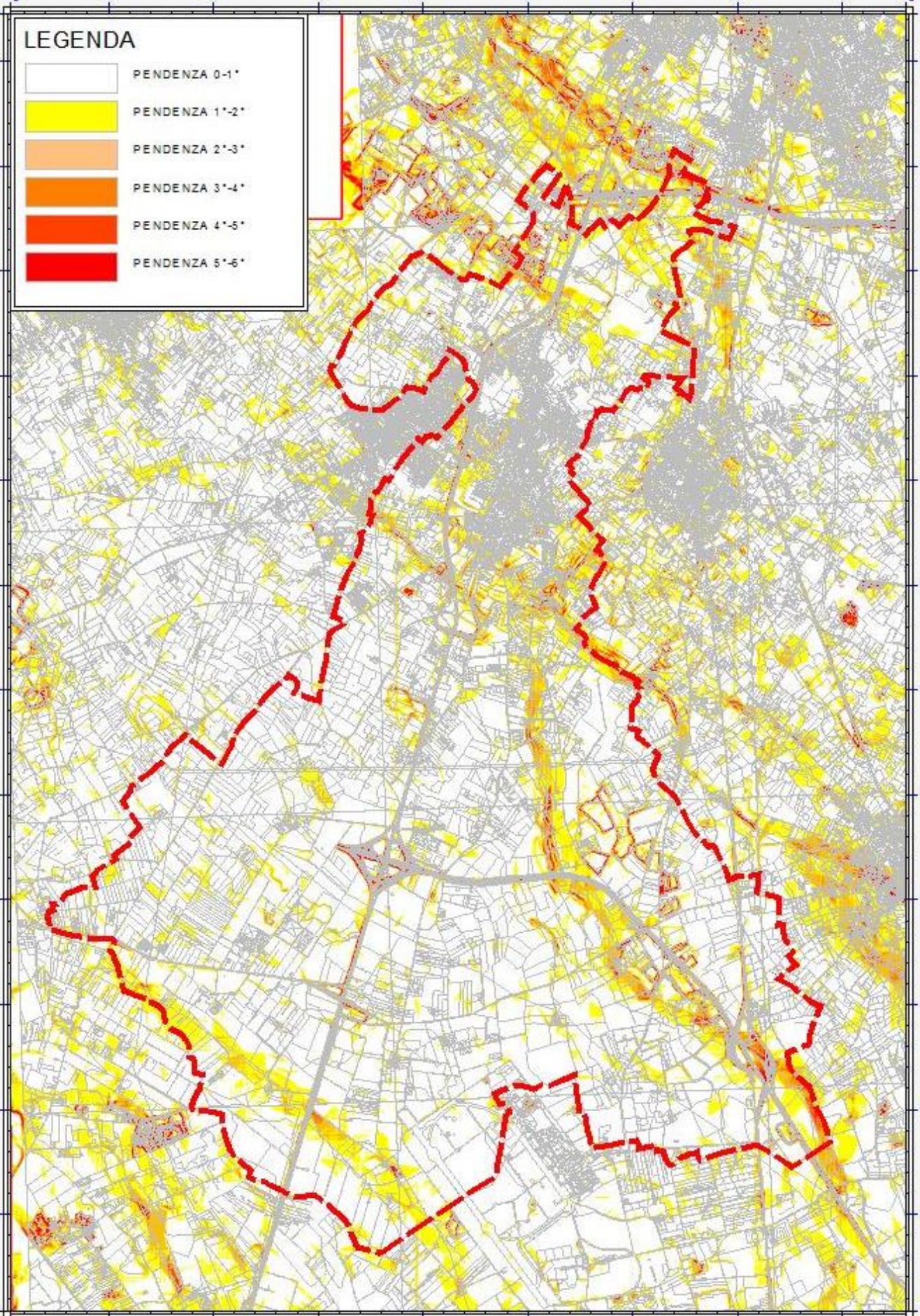
L'attuale configurazione morfologico-strutturale è la risultante di una serie di vicissitudini tettoniche e paleogeografiche che hanno interessato l'intero Salento a partire dall'Eocene e che hanno dislocato, con una serie di faglie dirette, la Piattaforma Apula mesozoica venendo a costituire una serie di alti ("horst") e bassi ("graben") strutturali, prevalentemente allungati in direzione appenninica.

L'area in esame si estende in corrispondenza di una superficie pianeggiante su cui si riconosce un'importante faglia normale che passa a sud dell'abitato di Lequile, con direzione NO-SE. Tale faglia delimita un'area strutturalmente ribassata estendentesi nel settore settentrionale del territorio in esame e su cui insiste l'abitato di Lequile ed un'area, strutturalmente rialzata, che interessa l'intero settore centro meridionale dell'agro comunale. L'evidenza morfologica è di difficile definizione e riconoscibile solo dalla presenza di una modesta scarpata che ripercorre, grosso modo, l'andamento della lineazione di faglia.

Il rilievo carbonatico, infatti, ha i margini che in genere degradano in modo molto dolce e senza limiti netti o variazioni evidenti della pendenza; solo a tratti le scarpate assumono un aspetto più ripido, con bruschi salti di quota, comunque sempre molto modesti. Sul territorio, infatti, non si riconoscono, in modo netto e cartografabile, gli orli morfologici di scarpata riportati nelle tavole del P.U.T.T. regionale.

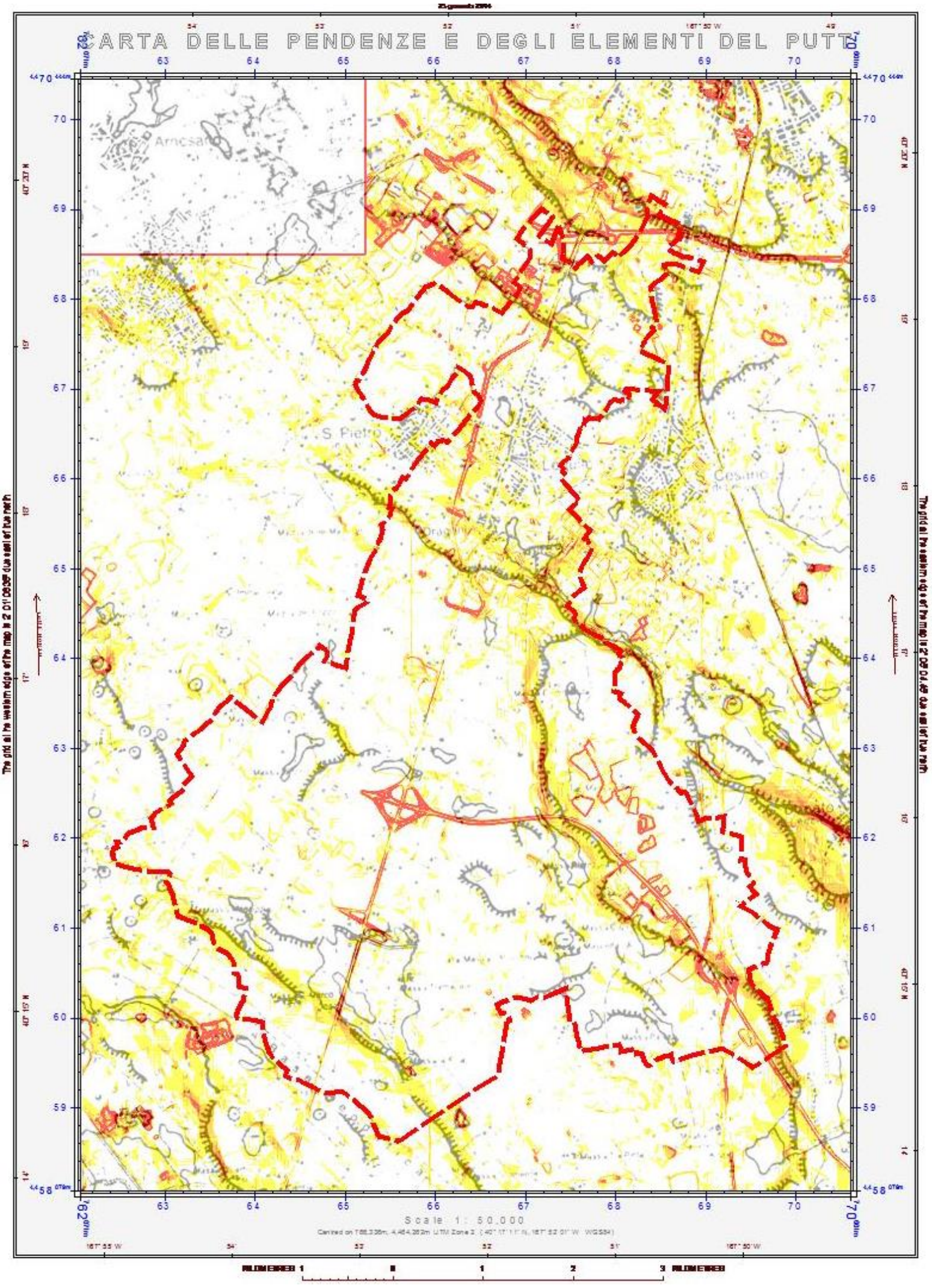
Morfologicamente, quindi, l'area è caratterizzata fondamentalmente da una superficie pianeggiante su cui sono apprezzabili delle variazioni di quota che delimitano delle zone leggermente più elevate con una superficie topografica debolmente movimentata che, come evidente sulla tavola riportante le pendenze con diversi gradi di inclinazione (vedi: "*Carta delle pendenze*"), solo alcuni tratti molto

CARTA DELLE PENDENZE



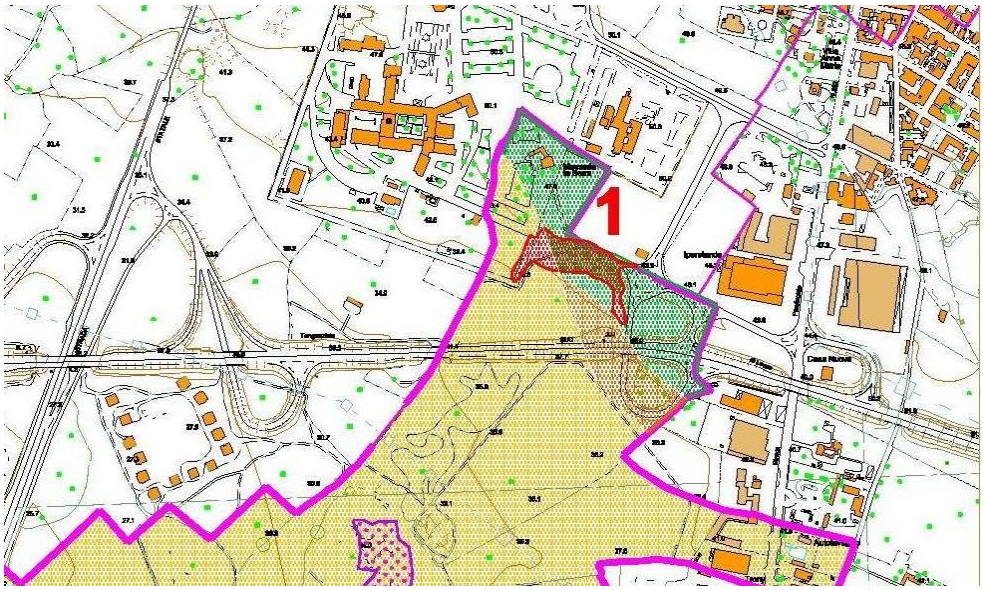
Scale 1: 50,000

CARTA DELLE PENDENZE E DEGLI ELEMENTI DEL PUTT



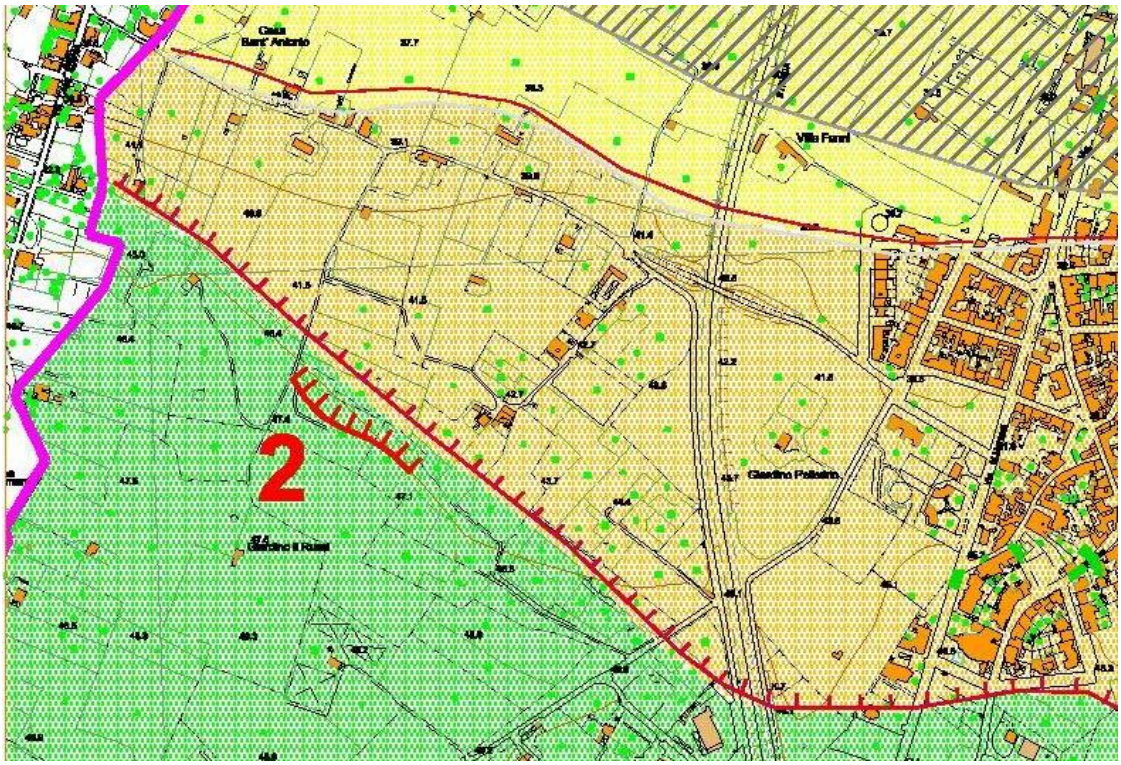
limitati superano la pendenza di 5°. Pur ripercorrendo più o meno fedelmente le lineazioni indicate sulla carta del P.U.T.T. (vedi: "*Carta delle pendenze e degli elementi del PUTT*") si esclude la presenza di significativi cigli di scarpata, a meno di brevi tratti a sud-ovest dell'abitato, nei pressi di "Giardino Li Russi" (2) e nel settore sud-orientale del territorio comunale (6), ad ovest di Mass. Li Belli.

Di seguito si riportano in piccola scala, le ubicazioni dei brevi tratti aventi pendenze superiori a 5° con indicato il riferimento numerico delle relative foto che evidenziano comunque l'inesistenza di significativi e rilevanti orli morfologici.



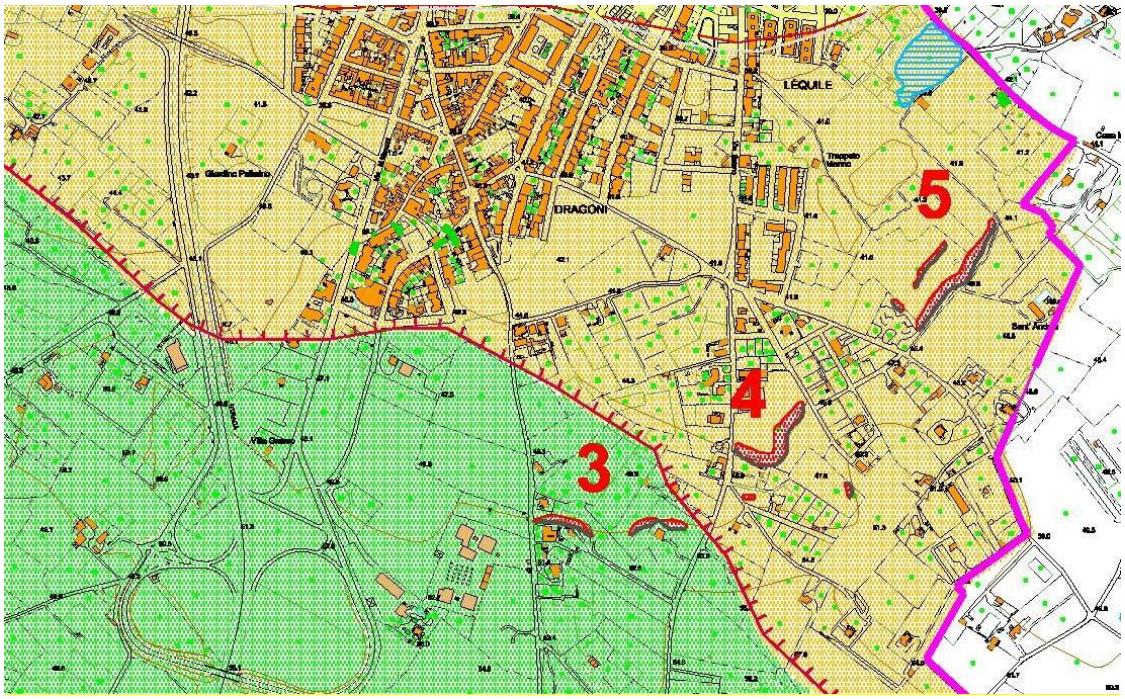
Scarpata nei pressi dell'Ospedale di Lecce (1)

1



Scarpata nei pressi di Giard.no Li Russi (2)

2



Scarpata tra via Stella e via Solano (3)

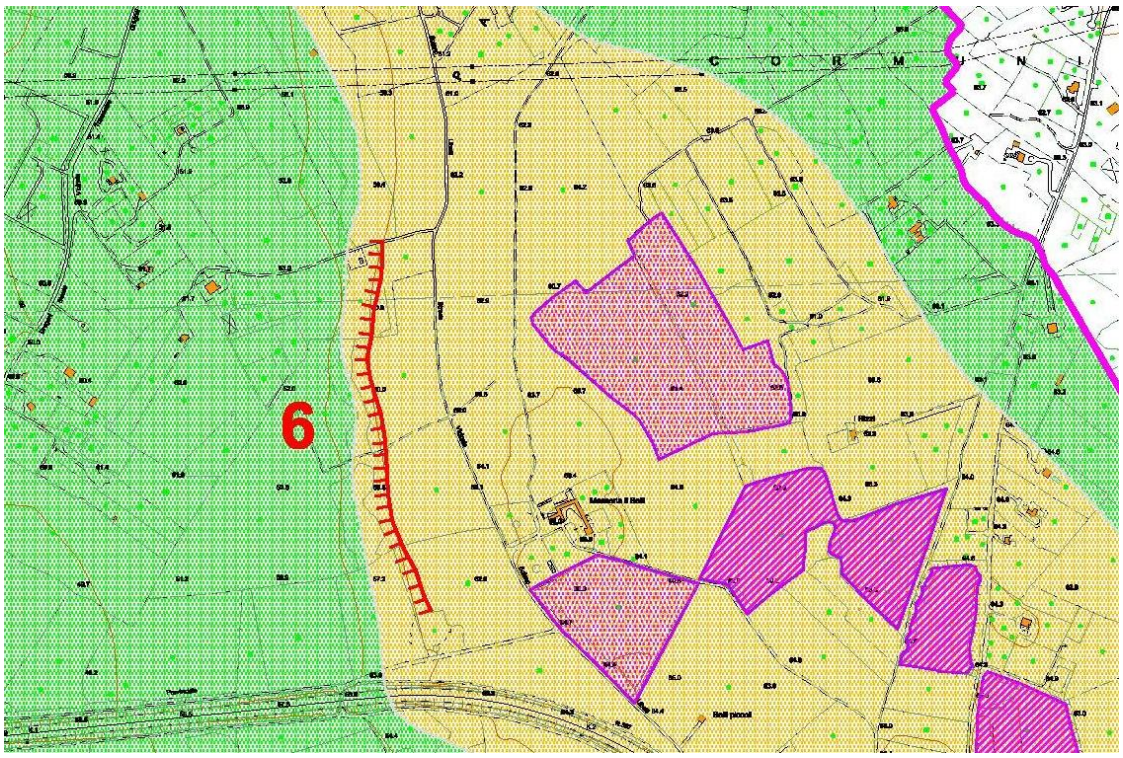
3

Scarpata nei pressi di via De Giorgi (4)

4

5

Scarpata nei pressi di via Commenda (5)



Scarpata a ovest di Mass. Li Belli (6)

L'azione di disfacimento, disgregazione e trasporto delle acque ruscellanti o di infiltrazione, ha influenzato e continua a influenzare lo sviluppo del carsismo nelle rocce carbonatiche del basamento mesozoico e subordinatamente può favorire l'istaurarsi di fenomeni paracarsici.

La distribuzione areale e la ricorrenza verticale delle forme carsiche dipendono ulteriormente dalla successione dei cicli carsici, la cui evoluzione è collegata ai movimenti relativi tra il mare e la terraferma.

Durante il Terziario ed il Quaternario le oscillazioni del livello marino hanno, infatti, dato luogo ad estese superfici di abrasione su cui sono, in genere, impostate le tipiche forme superficiali (doline, uvale, karrenfeld, ecc.).

Nel territorio studiato gli effetti del fenomeno carsico di superficie si presentano molto blandi senza aver dato luogo a manifestazioni carsiche di rilevo quali doline ed inghiottitoi, ma a forme ampie e diffuse spesso mal conservate in superficie e difficilmente cartografabili.

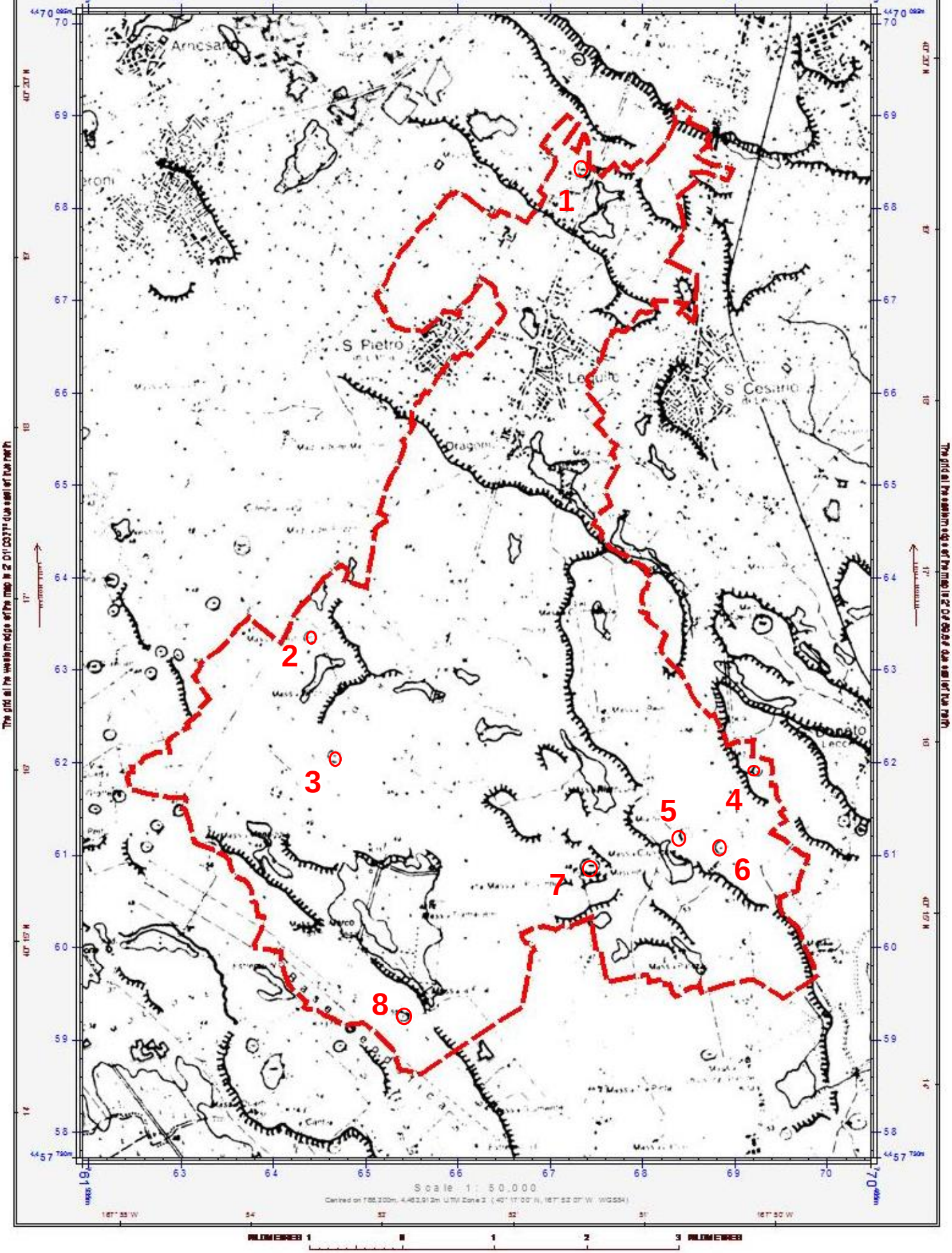
Non sono state riscontrate sul territorio, quindi, le doline riportate sulla carta tematica del P.U.T.T., (vedi: "*Carta degli elementi del PUTT*") come evidenziato dalle foto allegate la cui numerazione è riferita alle macroforme ivi segnalate.

Alcune di dette doline sono state riportate anche sul PPTR (vedi: "*Stralci dal P.P.T.R. – Puglia -componenti geomorfologiche*"). In particolare, la dolina riportata sul PPTR a nord del territorio comunale (vedi: "*Stralcio P.P.T.R. Puglia – doline e inghiottitoio*"), è una vecchia cava dismessa e quasi del tutto colmata, ubicata immediatamente a nord della cava utilizzata quale recapito finale per lo smaltimento di acque meteoriche del comune e sul fondo della quale è probabilmente presente un inghiottitoio.

Altre due doline segnalate sul P.P.T.R. a sud del territorio comunale (vedi: "*Stralcio P.P.T.R. Puglia – doline*") sono vecchie trincee di guerra, quindi, piccoli scavi antropici più o meno riempiti, come viene anche riportato sulla *Carta Idrogeomorfologica dell'A.d.B.- foglio 512*.

Non esistono, quindi, le doline segnalate sul PPTR Puglia, mentre si conferma la presenza dell'inghiottitoio sul fondo dell'impianto di smaltimento finale delle acque meteoriche comunali, presso Mass. Quarta.

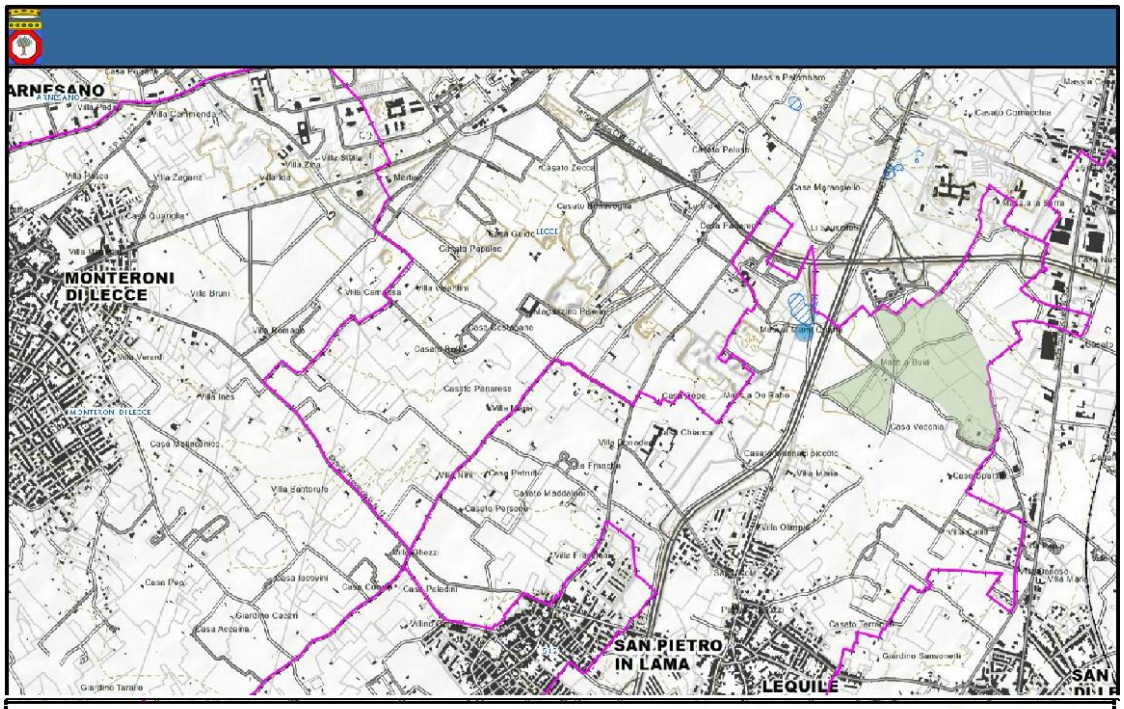
CARTA DEGLI ELEMENTI DEL PUTT



	1 cava
	2
	3

	4
	5 cava
	6

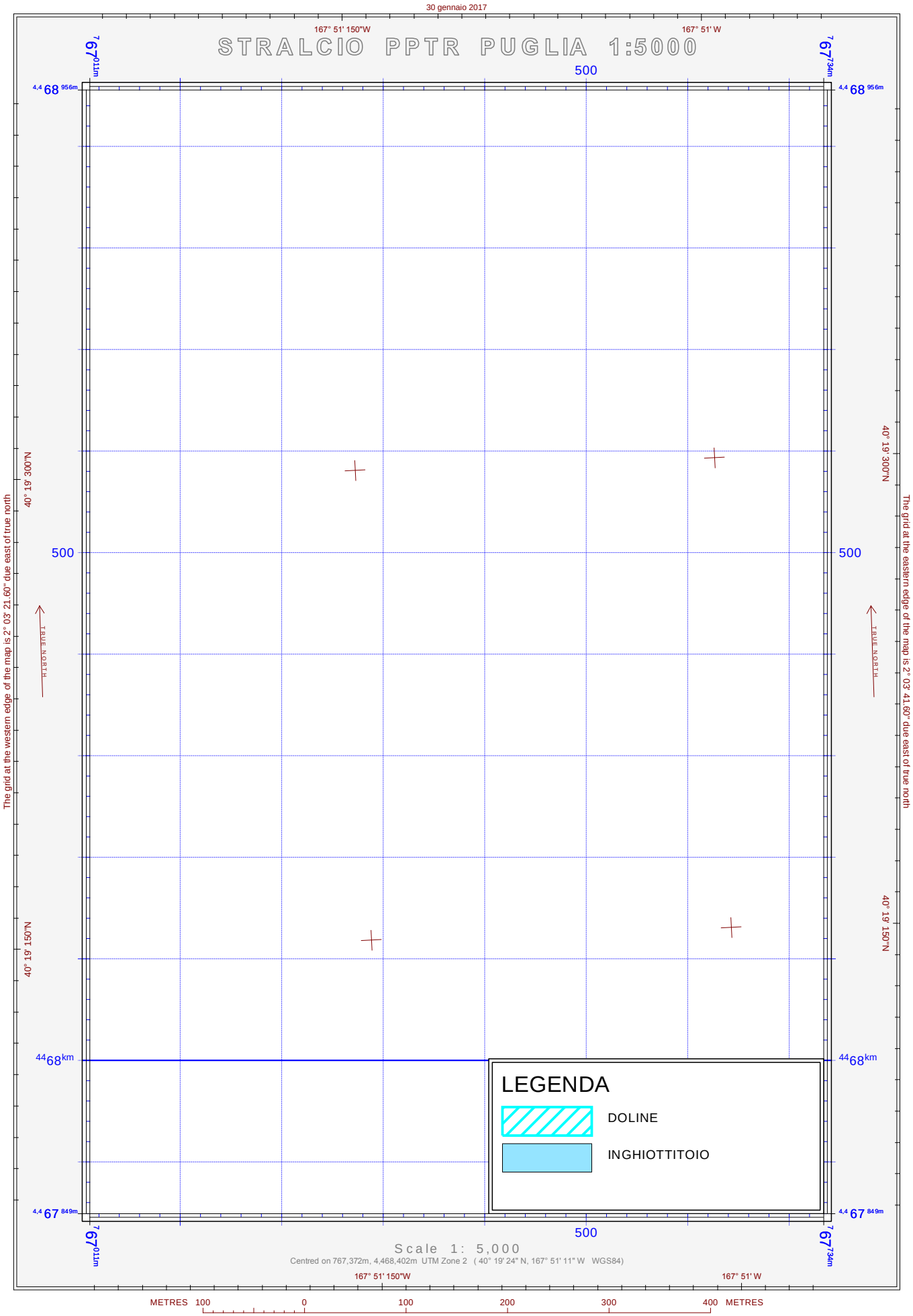
7



Componenti geomorfologiche

UCP - Doline UCP - Inghiottitoi

Stralci dal P.P.T.R. – Puglia


30 gennaio 2017
STRALCIO PPTR PUGLIA 1:5000
167° 51' 150"W
167° 51' W
40° 19' 300"N
40° 19' 150"N
The grid at the western edge of the map is 2° 03' 21.60" due east of true north
The grid at the eastern edge of the map is 2° 03' 41.60" due east of true north
TRUE NORTH
LEGENDA
DOLINE
INGHIOTTITOIO
Scale 1: 5,000
Centred on 767,372m, 4,468,402m UTM Zone 2 (40° 19' 24" N, 167° 51' 11" W WGS84)
METRES 100 0 100 200 300 400 METRES

30 gennaio 2017

STRALCIO PPTR PUGLIA 1:5000

167° 52' 300"W

167° 52' 150"W

765742m

766465m

766km

4,461 067m

4461km

40° 15' 150"N

TRUE NORTH

500

40° 15' N

4460km

4,459 960m

The grid at the western edge of the map is 2° 02' 28.25" due east of true north

The grid at the eastern edge of the map is 2° 02' 48.20" due east of true north

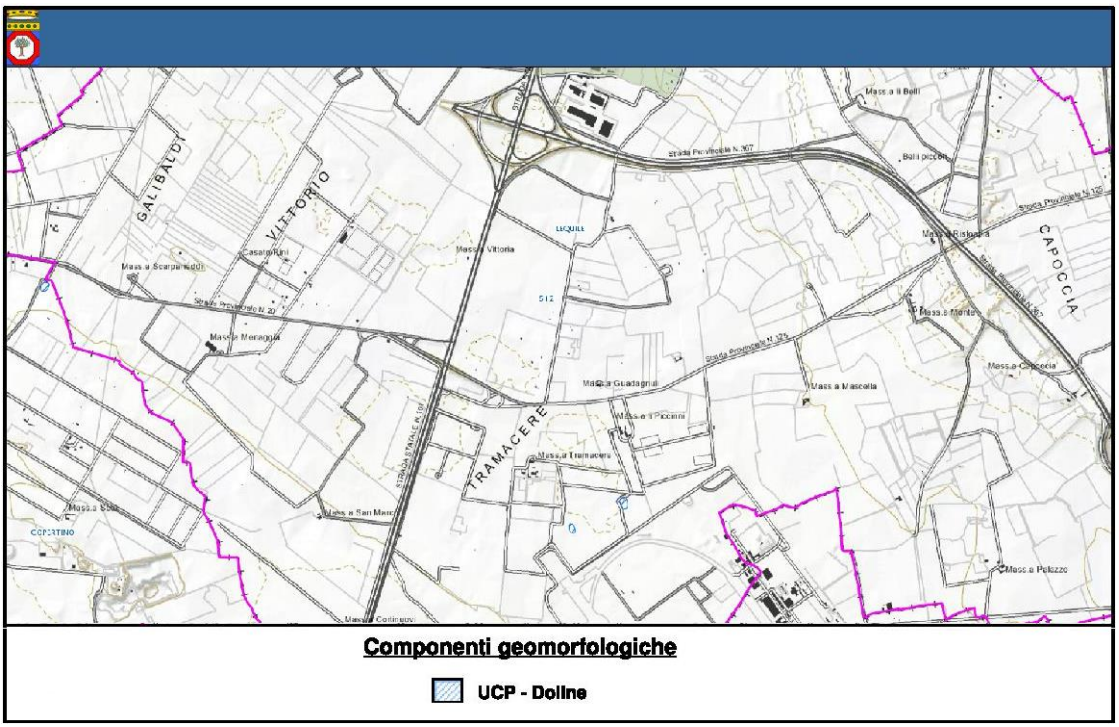
LEGENDA

DOLINE

Scale 1: 5,000

Centred on 766,104m, 4,460,513m UTM Zone 2 (40° 15' 10" N, 167° 52' 16" W WGS84)

METRES 100 0 100 200 300 400 METRES



Stralci dal P.P.T.R. – Puglia

Lo studio eseguito non ha rilevato alcuna presenza di importanti cavità carsiche sotterranee anche se, nel 2008, si è verificato il crollo della volta di una cavità ubicata lungo la sede stradale di via Solano. L'area interessata dal cedimento fu successivamente risanata mediante riempimento della cavità con malta cementizia, previo studio geognostico che rilevò anomalie nella continuità litologica del sottosuolo anche nelle immediate vicinanze del crollo e, in particolare, ad ovest dello stesso.

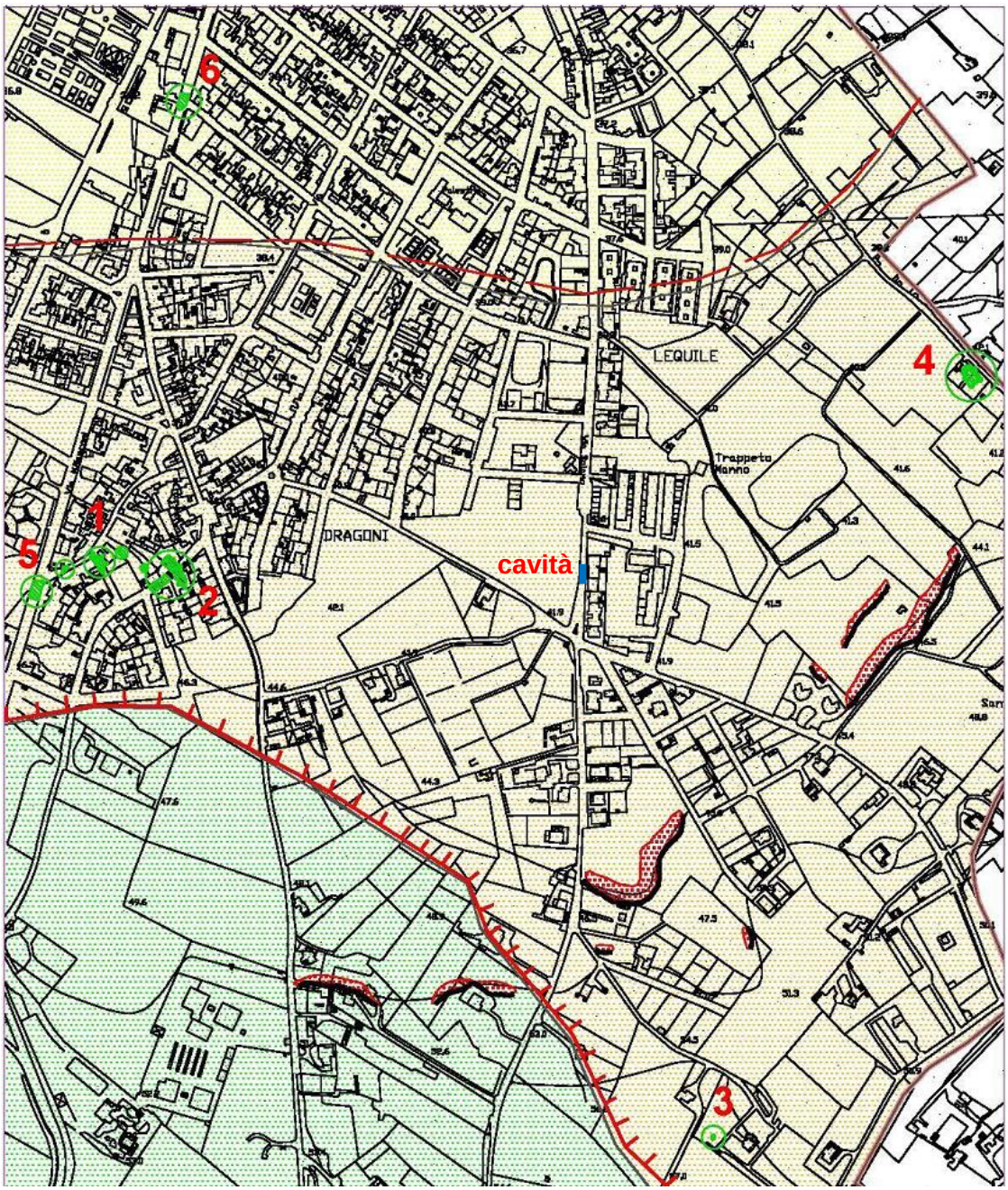
Lo studio, inoltre, ha individuato l'esistenza di alcuni ipogei antropici ubicati prevalentemente in corrispondenza di rocce calcarenitiche affioranti a sud dell'abitato di Lequile.

Più in dettaglio (vedi: "*Ubicazione frantoi ipogei*") si può vedere che i frantoi n. 1, 2, 3, 4 e 5 ricadono totalmente in corrispondenza della formazione anzi descritta, mentre il frantoio n. 6 risulta localizzato in corrispondenza di affioramenti sabbiosi e sabbioso-limosi pleistocenici a luoghi interessati dalla presenza di lastroni calcarenitici a tetto della serie.

I rilievi eseguiti, hanno evidenziato come sostanzialmente tutti i frantoi sotterranei necessitano di interventi di consolidamento statico. Sono presenti infatti molto spesso

delle evidenti situazioni di stress strutturale che a lungo termine possono dare luogo a fenomeni di crollo. In alcuni casi, come documentato da alcune foto allegate, la tenuta statica dell'ipogeo è molto precaria e dipende da rudimentali colonne o setti in conci che puntellano la volta delle cavità.

E' importante sottolineare che quasi tutti i frantoi ispezionati sono localizzati al disotto di strutture abitative e/o sedi viarie.



Ubicazione frantoi ipogei e cavità di via Solano

Uno studio specifico condotto, per altri scopi, su detti ipogei, ha definito per alcuni di essi, il livello di pericolosità geomorfologica proponendo la perimetrazione riportata nelle tavole di seguito allegate.

VIA MARCONI, VIA S. BASILIO, VIA PERUGIA, VIA REFISE, VIA NAPOLI **(ipogeo n. 1, 2, 5)**	dott. geol. Mario Stani dott. geol. Maurizio Orlando

VIA MARCONI (ipogeo n. 6)	dott. geol. Mario Stanì dott. geol. Maurizio Orlando

LEGENDA

pericolosità geomorfologica PG3

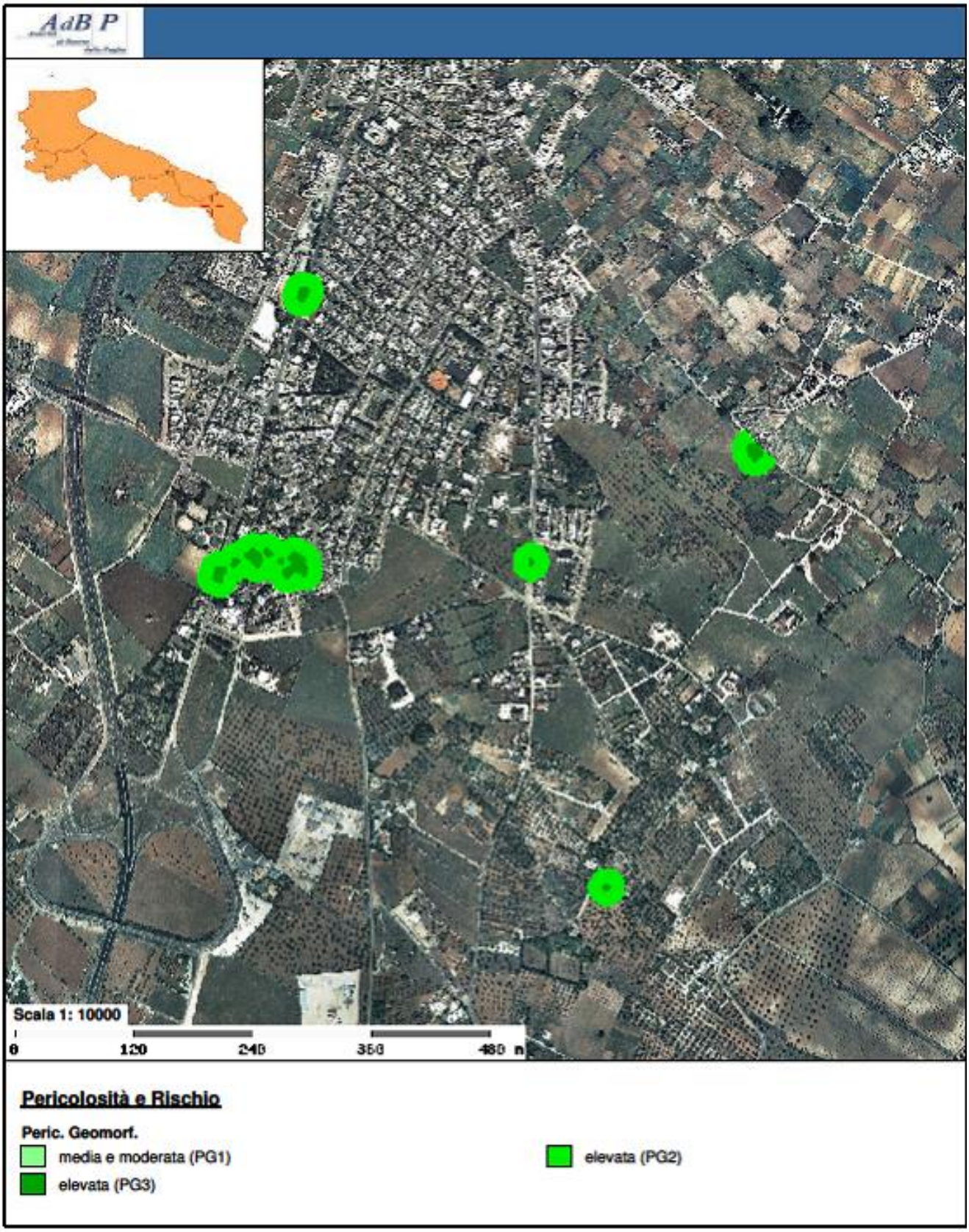
pericolosità geomorfologica PG2

A seguito di sopralluogo congiunto con i tecnici dell'A.d.B. si è convenuto di apporre un vincolo di elevata pericolosità (PG2) per almeno 30 m nell'intorno delle cavità anche se le cavità risultano delimitate planimetricamente.

Nella pagina seguente viene allegata la perimetrazione riportata nel PAI aggiornata al febbraio 2017.

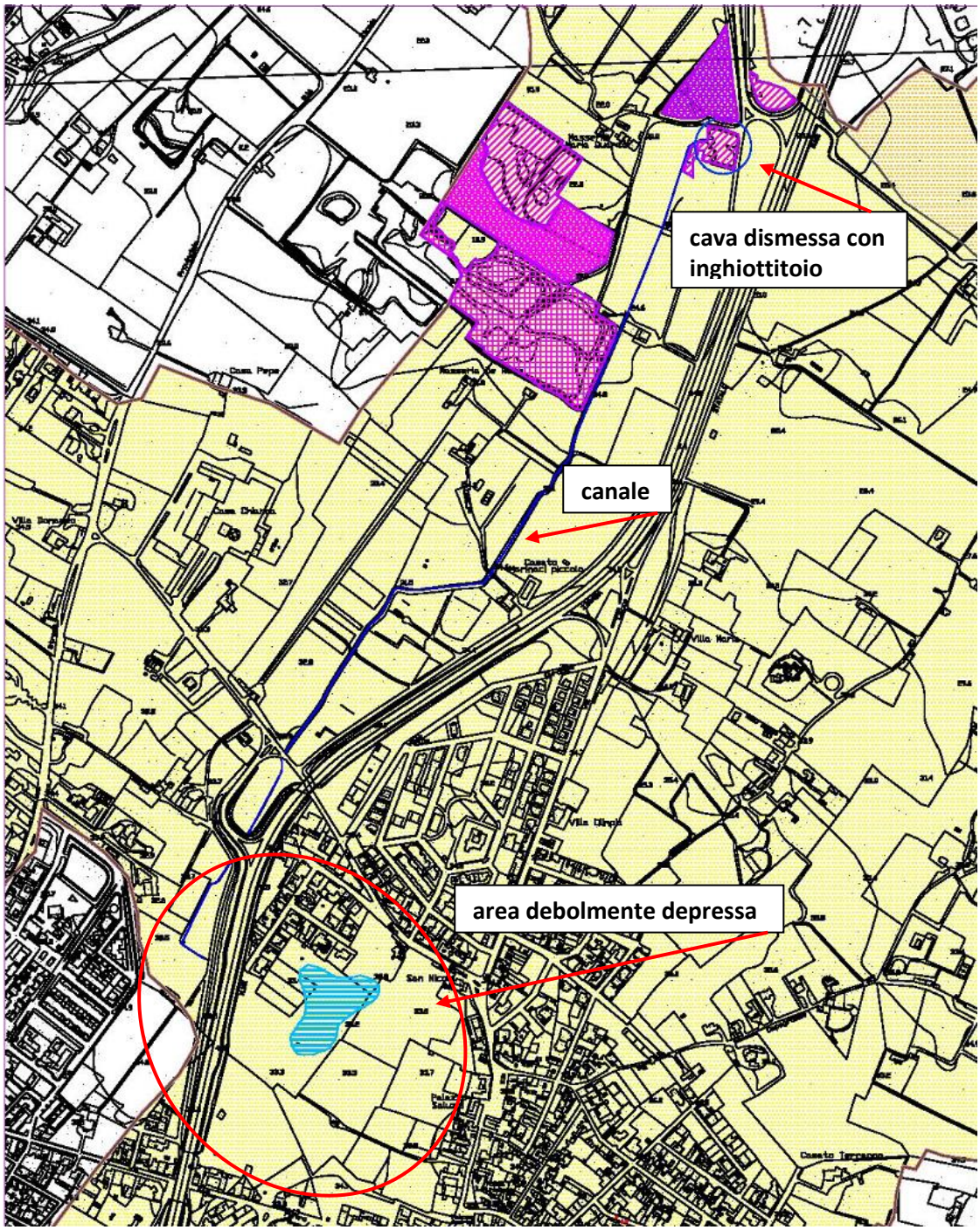
Dal punto di vista idrologico, la caratteristica saliente è costituita dalla mancanza di una importante rete idrografica superficiale diffusa sul territorio.

L'unico elemento di spicco è dato da un antico canale di drenaggio delle acque meteoriche che si diparte da un'area debolmente depressa (loc. San Nicola) compresa tra le periferie nord degli abitati di Lequile e San Pietro in Lama, e che, originariamente, trovava la sua naturale soluzione in corrispondenza di un inghiottitoio sito nelle vicinanze di Mass. Maria Quarta, in territorio comunale di San Pietro in Lama.



Pericolosità geomorfologica (perimetrazione PAI)

Attualmente, detto canale convoglia le acque meteoriche ricadenti sulla suddetta area verso il recapito finale di smaltimento rappresentato da una vecchia cava dismessa ubicata ad est di Mass. Maria Quarta, in cui probabilmente è presente un inghiottitoio (vedi: "*Ubicazione del canale di drenaggio*").



Ubicazione del canale di drenaggio

Cava dismessa nei pressi di mass. Mass. Maria Quarta utilizzata per lo smaltimento finale di acque meteoriche

Anche l'azione dell'uomo ha contribuito a modellare la superficie del territorio. Infatti, l'indagine di campagna ha messo in rilievo la presenza di alcune cave coltivate per l'estrazione di conci di "tufo", per inerti o per recuperare materiale di prestito utile per la costruzione di rilevati stradali, di cui alcune dismesse da tempo.

Molte di queste sono ubicate a sud dell'abitato, nei pressi dell'incrocio della S.S. di Galatina con la S.P. Copertino-San Donato e risultano dismesse e in parte recuperate a fini agricoli; un’altra serie di cave, molte delle quali dismesse e rinaturalizzate sono ubicate a nord dell'abitato, nei pressi di Mass. Maria Quarta e della Tangenziale della città di Lecce.

CONSIDERAZIONI RELATIVE AL P.U.T.T. E AL P.P.T.R.

Lo studio redatto è stato mirato, in una prima fase, a verificare gli elementi idrogeomorfologici già segnalati nel *"P.U.T.T. – Paesaggio"* nonchè sulla bozza della *"Carta Idrogeomorfologica"* della Regione Puglia individuando, eventualmente, nuove emergenze non evidenziate sulla cartografia ufficiale.

Con l'entrata in vigore del P.P.T.R./2015 (Piano Paesaggistico Territoriale Regionale) si è proceduto, anche per quanto riguarda il suddetto piano, a cercare il riscontro in campagna dei beni paesaggistici e degli ulteriori contesti segnalati nel Piano, in particolare per quanto riguarda l'aspetto idrogeomorfologico.

Lo studio espletato ha evidenziato la presenza di un territorio prevalentemente pianeggiante, con pendenze in generale inferiori a 3° e solo a tratti interessato da modesti salti di quota.

Non si riscontrano, infatti, importanti orli morfologici e/o cigli di scarpata di rilevante valore paesaggistico. Detti elementi morfologici riportati sulla cartografia tematica del PUTT sono, a luoghi, irrilevanti e per la maggior parte riconducibili a deboli versanti con pendenze comunque inferiori al 5°.

Solo brevi tratti di detti versanti superano tali pendenze senza che si possa comunque individuare con precisione un "ciglio" di scarpata chiaramente identificabile. Detti versanti si presentano sempre discontinui e, a luoghi, interrotti da interventi antropici perdendo, quindi, qualsiasi valore naturalistico.

Sia pur di scarso interesse paesaggistico e/o scientifico, l'A.d.B. segnala solo due tratti. Uno a sud-ovest dell'abitato (Giardino Li Russi) e un altro verso il limite sud-Est del territorio comunale. Le caratteristiche litologiche delle rocce interessate e le leggere pendenze, inoltre, sono tali da non rappresentare pericolo di crolli e/o frane.

Lo studio, inoltre, ha escluso la presenza sul territorio, di doline, già segnalate sia dal PUTT sia sulla bozza della Carta Idrogeomorfologica dell'A.d.B.

Anche per quanto concerne l'esistenza di cavità, non sono state rilevate importanti cavità carsiche e/o grotte o altre forme riconducibili a fenomeni di carsismo particolarmente evoluto.

Si segnala solo la probabile esistenza di un inghiottitoio sul fondo di una vecchia cava ubicata nei pressi di Mass Maria Quarta, utilizzata come recapito terminale per lo

smaltimento delle acque meteoriche urbane.

Relativamente al PPTR, il quale individua i beni paesaggistici di cui all'art. 134 del Codice nonché ulteriori contesti a norma dell'art. 143 co.1 lett. E) del Codice e ne detta rispettivamente le specifiche prescrizioni d'uso e le misure di salvaguardia e di utilizzo, occorre dire che il suddetto Piano ha individuato alcuni elementi riferiti agli ulteriori contesti paesaggistici.

Con riferimento alle componenti idrologiche, si riportano due aree, una a nord e una al centro-sud del territorio comunale, gravate da vincolo idrogeologico e tutelate ai sensi del R.D. 30/12/1923 n. 3267. Trattasi in particolare di due aree boscate.

Il PPTR segnala inoltre alcuni elementi riferiti alle componenti geomorfologiche. Trattasi di tre doline e di un inghiottitoio.

Relativamente a quest'ultimo è lo stesso inghiottitoio di cui si è avanti detto e ubicato sul fondo della cava nei pressi di mass. Maria Quarta.

Una dolina riportata dal PPTR, a nord del suddetto inghiottitoio è, di fatto, una vecchia cava dismessa e semicolmata, mentre le altre due doline che il PPTR individua nella parte sud del territorio comunale, è stato verificato che sono testimonianze di trincee storiche riconducibili all'ultima guerra mondiale e presenti nell'intorno dell'aeroporto militare di Galatina. Sono presenti, infatti, altre trincee anche al di fuori del limite comunale.

CONCLUSIONI

Lo studio condotto sul territorio comunale di Lequile, ha portato alla formulazione di una Carta Idrogeomorfologica su cui sono segnalate le varie emergenze individuate sia idrauliche sia morfologiche e delle quali si è trattato nella presente relazione.

La carta elaborata dà un orientamento generale finalizzato all'utilizzo del territorio: mostra le condizioni geologiche dell'area esaminata, la presenza o meno di processi geologici, emergenze morfologiche, i dati fondamentali sulle acque superficiali e acque sotterranee.

Occorre comunque precisare che detta cartografia è da considerarsi in ogni caso un documento aperto, suscettibile cioè di ogni possibile aggiornamento a seguito dell'acquisizione graduale e ordinata di informazioni nuove nel tempo.

Alla luce di quanto sin qui esposto, si può concludere che il territorio comunale di Lequile si presenta abbastanza pianeggiante e privo di significativi e rilevanti orli morfologici, spesso interrotti da interventi di urbanizzazione.

Non sono state rilevate, inoltre, cavità naturali o importanti manifestazioni carsiche ipogee. Tale fenomeno, però, rappresenta di fatto un'incognita assolutamente non sempre risolvibile con un rilevamento geologico di superficie che di fatto non ha evidenziato aree interessate da evidenti e rilevanti fenomeni carsici (grotte, doline, ecc.). Si conosce solo la probabile esistenza di un inghiottitoio sul fondo di una vecchia cava attualmente utilizzata quale opera terminale per lo smaltimento di acque meteoriche.

Da non sottovalutare, però, gli aspetti geologico-tecnici potenzialmente legati alla presenza di frantoi ipogei localizzati prevalentemente in corrispondenza dei depositi calcarenitici affioranti alla periferia sud dell'abitato.

Sono state rilevate, inoltre, una serie di cave molte delle quali dismesse e rinaturalizzate, ubicate in aree periferiche del territorio comunale e interessanti prevalentemente i depositi calcarenitici affioranti sia a nord sia a sud-est dell'abitato.

La pianificazione territoriale relativa all'abitato di Lequile, presenta problematiche di ordine geotecnico legate anche alla presenza di una falda acquifera estremamente superficiale che condiziona il sottosuolo di gran parte dell'abitato e delle aree immediatamente circostanti.

In particolare si riscontra la minore profondità in corrispondenza di un'area localizzata tra gli abitati di Lequile e di San Pietro in Lama (loc. San Nicola) dove, le sabbie entro le quali circola la falda freatica e i livelli argillosi di base, possono determinare situazioni critiche sia dal punto di vista geotecnico sia idraulico nonostante la presenza di un canale che drena sia le acque meteoriche che scorrono in superficie, sia le acque della falda superficiale che, in concomitanza di piogge particolarmente copiose, può subire rilevanti innalzamenti del livello freatico.

Maggio 2016

I Geologi

dr. Rossana Baldassarre

dr. Mario Stani

Comune di Lequile

Provincia di Lecce

PUG

PIANO URBANISTICO GENERALE

Legge Regionale 27 luglio 2001 n° 20

DOCUMENTO PROGRAMMATICO PRELIMINARE

ELABORATI DEI QUADRI INTERPRETATIVI

RISORSE IDROGEOMORFOLOGICHE

PERICOLOSITÀ IDRAULICA E GEOMORFOLOGICA (P.A.I.)

Il Consigliere Delegato
Dott. Pierluigi Quarta

Il Sindaco
Dott. Antonio Caiaffa

Il Segretario Comunale
Dott.Brizio Tommasi

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

Progettisti:

Arch. Nicolangelo Barletti (Barletti - Del Grosso & Associati) - Coordinatore
Ing. Antonio Russo

Collaboratore per il DPP:

Arch. Giuseppe Ingrosso (Barletti - Del Grosso & Associati)

Ufficio di Piano:

Arch. Alessandro Macchia - Responsabile
Arch. Nicolangelo Barletti - Coordinatore
Ing. Antonio Russo
Ing. Nives Foggetti
Arch. Cesare Giovanni Zizza

Prestazioni specialistiche:

Idrogeomorfologia:

Geol. Rossana Baldassarre e Geol. Mario Stani

Adozione: Del. C.C. n. ..... del .....

Approvazione: Del. C.C. n. ..... del .....

GIUGNO 2017

BOZZA

PREMESSA

Il Piano Stralcio per la Difesa dal Rischio Idrogeologico rappresenta un primo stralcio di settore funzionale del Piano di Bacino previsto dalla legge 18 maggio 1989, n. 183, recante ***"Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo"*** e successive modifiche e integrazioni.

Il PAI, approvato il 30 novembre 2005, ha valore di piano territoriale di settore oltre ad essere lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa e alla valorizzazione del suolo ricadente nel territorio di competenza dell'Autorità di Bacino della Puglia.

A tale strumento devono adeguarsi tutti i provvedimenti autorizzativi in materia di uso e trasformazione del territorio.

Con la circolare 1/2006, pubblicata con deliberazione n. 406 del 28 marzo 2006, è prevista una procedura coordinata fra gli Assessorati all'Assetto del Territorio, gli Assessori alle Opere Pubbliche (rispettivamente competenti in materia di Urbanistica e Difesa del Suolo) i Comuni e l'Autorità di Bacino.

E' così possibile attivare apposite conferenze di copianificazione preordinate alla adozione del PUG per la condivisione delle conoscenze e dei principi essenziali dei Piani.

Nel rispetto di tale procedura, lo studio idraulico è stato svolto dall'Autorità di Bacino della Regione Puglia, sulla base di metodologie che tengono conto delle peculiarità del territorio e dopo vari confronti con l'Ufficio Urbanistico del Comune di Lequile.

Per quanto concerne l'idrografia superficiale non si può prescindere, quindi, dalla verifica della compatibilità delle previsioni del progetto al **Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)** dell'Autorità di Bacino della Regione Puglia.

Il PAI è finalizzato al miglioramento delle condizioni del regime idraulico e della stabilità geomorfologica, necessario a ridurre gli attuali livelli di pericolosità e a consentire uno sviluppo sostenibile del territorio nel rispetto degli assetti naturali, della loro tendenza evolutiva e delle potenzialità d'uso.

Nei programmi di previsione e prevenzione e nei piani di emergenza per la difesa

delle popolazioni e del loro territorio, si dovrà tener conto, quindi, delle aree a pericolosità idraulica e a pericolosità geomorfologica oltre al grado di rischio, così definiti:

Area ad alta pericolosità idraulica (A.P.): porzione di territorio soggette ad essere allagate per eventi di piena con tempo di ritorno inferiore o pari a 30 anni;

Area a media pericolosità idraulica (M.P.): porzione di territorio soggette ad essere allagate per eventi di piena con tempo di ritorno compreso tra 30 e 200 anni;

Area a bassa pericolosità idraulica (B.P.): porzione di territorio soggette ad essere allagate per eventi di piena con tempo di ritorno compreso tra 200 e 500 anni;

Area a pericolosità geomorfologica molto elevata (P.G.3): porzione di territorio interessata da fenomeni franosi attivi o quiescenti;

Area a pericolosità geomorfologica elevata (P.G.2): porzione di territorio caratterizzata dalla presenza di due o più fattori geomorfologici predisponenti l'occorrenza di instabilità di versante e/o sede di frana stabilizzata;

Area a pericolosità geomorfologica media e moderata (P.G.1): porzione di territorio caratterizzata da bassa suscettività geomorfologica all'instabilità;

Rischio R: è il valore atteso delle perdite umane, dei feriti, dei danni alla proprietà e delle perturbazioni alle attività economiche dovuti ad un particolare fenomeno naturale.

Relazione

Il territorio di Lequile è prevalentemente pianeggiante caratterizzato, in generale, da pendenze molto modeste. Le rocce calcaree e calcareo-dolomitiche cretaciche, affioranti in gran parte dell'agro comunale a sud dell'abitato, sono dotate di permeabilità per fessurazione variabile in relazione allo stato di fratturazione dell'ammasso sedimentario.

La parte settentrionale del territorio, comprendente anche i centri abitati di Lequile e Dragoni, è interessata invece da depositi sabbioso-limosi a luoghi argillosi e, in piccola parte, calcarenitici, caratterizzati in maniera quasi esclusiva da permeabilità per porosità di interstizi.

La mancanza di variazioni significative della quota topografica della superficie del suolo non ha consentito l'instaurarsi di una rete idrografica sviluppata e, pertanto, le

acque meteoriche tendono ad infiltrarsi più o meno velocemente nel sottosuolo direttamente nel punto di caduta, oppure percorrono solo brevi distanze raggiungendo le aree morfologicamente più depresse.

Si riconosce la presenza di un canale che convoglia le acque meteoriche da un'area debolmente depressa (loc. San Nicola) compresa tra le periferie nord degli abitati di Lequile e San Pietro in Lama, verso il recapito finale di smaltimento rappresentato da una vecchia cava dismessa ubicata ad est di Mass. Maria Quarta

In concomitanza di eventi meteorici particolarmente intensi e prolungati, tali da superare la capacità d'infiltrazione, le acque tendono ad accumularsi laddove si riscontra la presenza di aree circoscritte, producendo fenomeni di lagunaggio che, sebbene non abbiano effetti particolarmente devastanti possono comunque costituire motivo di attenzione per le persone, le strutture e le infrastrutture.

Tenendo conto del contesto idro-geo-morfologico del territorio di Lequile, la metodologia adottata dall'A.d.B., ha previsto l'individuazione di aree depresse (recapiti finali di bacini endoreici) con i relativi bacini afferenti. La successiva applicazione di modelli ha consentito, per eventi piovosi con un dato tempo di ritorno, la valutazione dell'altezza del livello e dell'estensione in superficie raggiungibile dalle acque in accumulo.

Le perimetrazioni elaborate dall'Autorità di Bacino della Puglia, sono state oggetto di vari confronti con l'Amministrazione Comunale di Lequile e, quindi, recepite nel presente PUG (Vedi Tavola: "PERIMETRAZIONE AREE PERICOLOSITA' IDRAULICA – Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.)").

Pertanto qualunque intervento sul territorio che possa interessare le aree individuate da tali perimetrazioni, deve tener conto delle prescrizioni inserite nelle Norme Tecniche di Attuazione (N.T.A.) del PAI.

Nelle aree a pericolosità idraulica,

il PAI Puglia prescrive che tutte le nuove attività e i nuovi interventi devono essere tali da:

a) migliorare o comunque non peggiorare le condizioni di funzionalità idraulica;

b) non costituire in nessun caso un fattore di aumento della pericolosità idraulica né localmente, né nei territori a valle o a monte, producendo significativi ostacoli al

normale libero deflusso delle acque ovvero causando una riduzione significativa della capacità di invaso delle aree interessate;

c) non costituire un elemento pregiudizievole all'attenuazione o all'eliminazione delle specifiche cause di rischio esistenti;

d) non pregiudicare le sistemazioni idrauliche definitive né la realizzazione degli interventi previsti dalla pianificazione di bacino o dagli strumenti di programmazione provvisoria e urgente;

e) garantire condizioni adeguate di sicurezza durante la permanenza di cantieri mobili, in modo che i lavori si svolgano senza creare, neppure temporaneamente, un ostacolo significativo al regolare deflusso delle acque;

f) limitare l'impermeabilizzazione superficiale del suolo impiegando tipologie costruttive e materiali tali da controllare la ritenzione temporanea delle acque anche attraverso adeguate reti di regimazione e di drenaggio;

g) rispondere a criteri di basso impatto ambientale facendo ricorso, laddove possibile, all'utilizzo di tecniche di ingegneria naturalistica.

<u>Nelle aree a pericolosità geomorfologica</u>,

tutte le nuove attività e i nuovi interventi devono essere tali da:

a) migliorare o comunque non peggiorare le condizioni di sicurezza del territorio e di difesa del suolo;

b) non costituire in nessun caso un fattore di aumento della pericolosità geomorfologica;

c) non compromettere la stabilità del territorio;

d) non costituire elemento pregiudizievole all'attenuazione o all'eliminazione definitiva della pericolosità geomorfologica esistente;

e) non pregiudicare la sistemazione geomorfologica definitiva né la realizzazione degli interventi previsti dalla pianificazione di bacino o dagli strumenti di programmazione provvisoria e urgente;

f) garantire condizioni adeguate di sicurezza durante la permanenza di cantieri mobili, in modo che i lavori si svolgano senza creare, neppure temporaneamente, un significativo aumento del livello di pericolosità;

g) limitare l'impermeabilizzazione superficiale del suolo impiegando tipologie

costruttive e materiali tali da controllare la ritenzione temporanea delle acque anche attraverso adeguate reti di regimazione e di drenaggio;

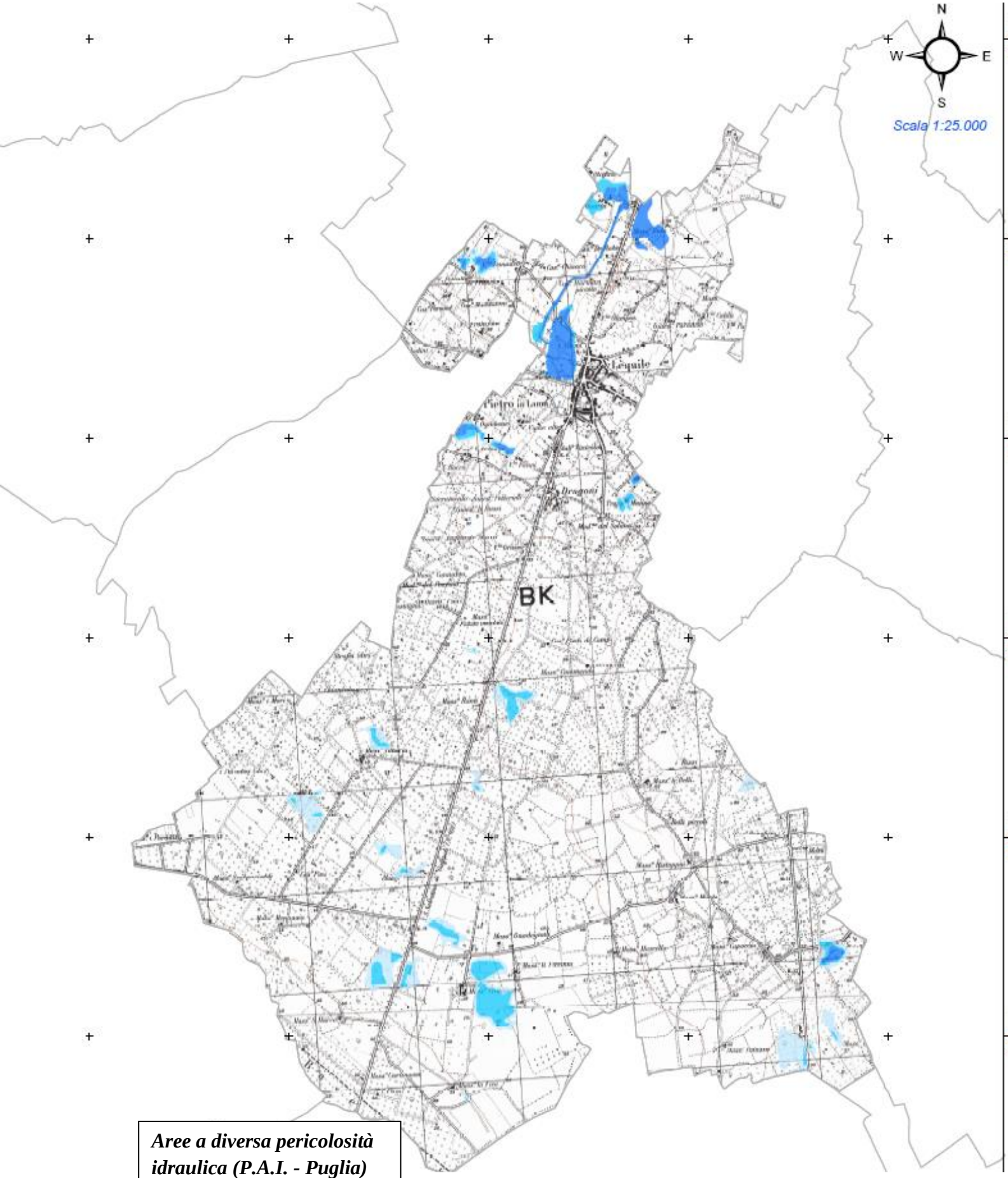
h) rispondere a criteri di basso impatto ambientale facendo ricorso, laddove possibile, all'utilizzo di tecniche di ingegneria naturalistica.

Va sottolineato che le previsioni e le prescrizioni del PAI, pur avendo valore a tempo indeterminato, possono e devono essere aggiornate sia a seguito di approfondimento degli studi conoscitivi sia a seguito di eventuale realizzazione di nuove opere e/o di possibili variazioni della situazione morfologica, ecologica e territoriale dei luoghi.

In altre parole, le aree del territorio che attualmente sono soggette alle prescrizioni derivanti dal vincolo imposto dal P.A.I., potrebbero essere restituite alla normale pianificazione urbanistica, in seguito ad esempio, alla realizzazione di opere di mitigazione della pericolosità e del rischio idraulico.

Eventuali progetti finalizzati a tale scopo, potranno essere proposti all'A.d.B. anche dall'Amministrazione Comunale e, se ritenuti idonei, accedere agli appositi finanziamenti regionali.

La stessa A.d.B. provvederà, ad opera realizzata e collaudata, all'aggiornamento del Piano di Assetto Idrogeologico, modificando le perimetrazioni delle aree a pericolosità idraulica.



Aree a diversa pericolosità idraulica (P.A.I. - Puglia)

CONSIDERAZIONI RELATIVE AL P.A.I.

Per quanto concerne l'idrografia superficiale caratterizzante il territorio comunale di Lequile, non si può prescindere dalla verifica della compatibilità delle previsioni del P.U.G. al *Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)* dell'Autorità di Bacino della Regione Puglia.

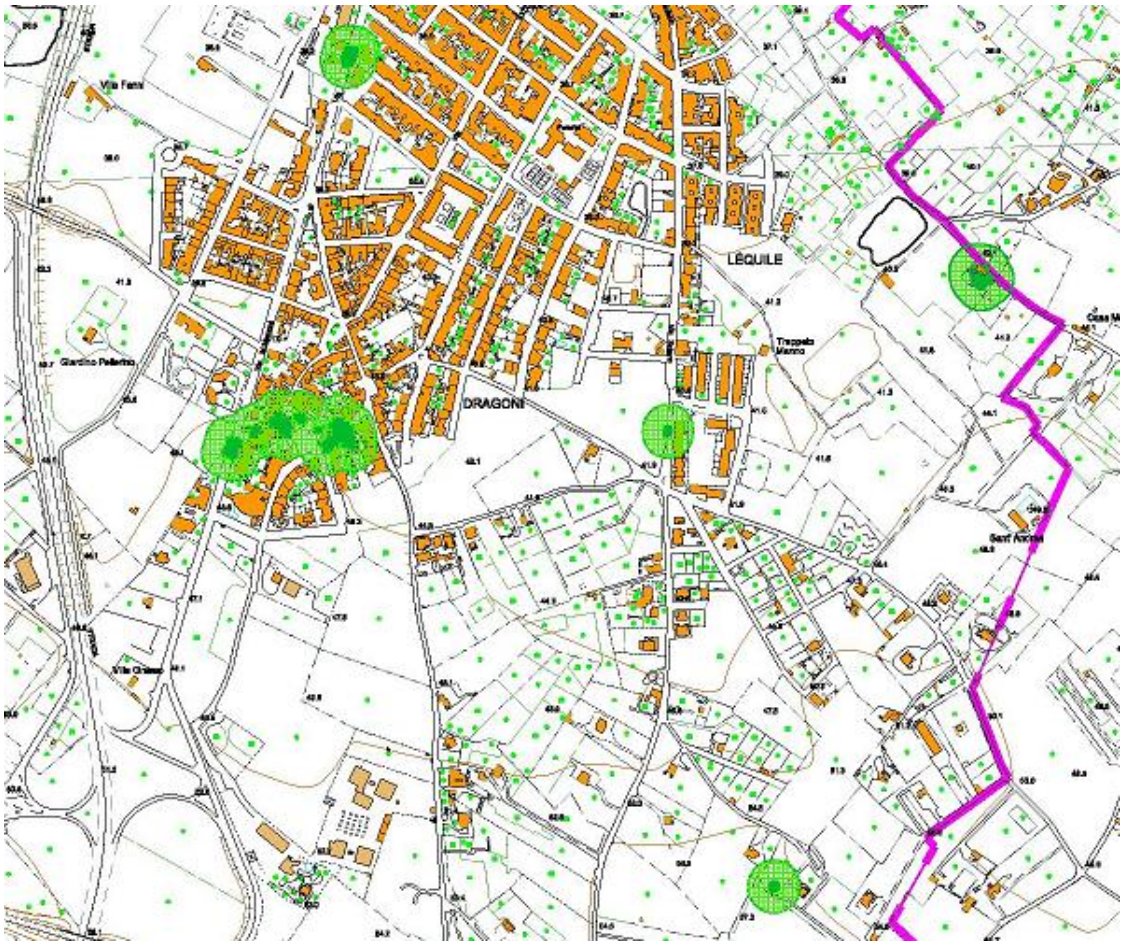
In particolare il PAI è finalizzato al miglioramento delle condizioni del regime idraulico e della stabilità geomorfologica, necessario a ridurre gli attuali livelli di pericolosità e a consentire uno sviluppo sostenibile del territorio nel rispetto degli assetti naturali, della loro tendenza evolutiva e delle potenzialità d'uso.

Il PAI costituisce Piano Stralcio del Piano di Bacino, ai sensi dall'articolo 17 comma 6 ter della Legge 18 maggio 1989, n. 183 ed ha valore di piano territoriale di settore oltre ad essere lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa e alla valorizzazione del suolo ricadente nel territorio di competenza dell'Autorità di Bacino della Puglia.

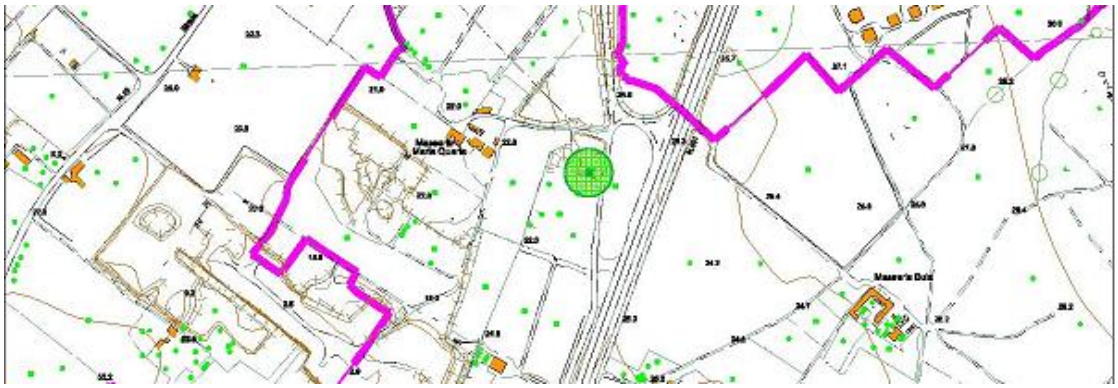
Nei programmi di previsione e prevenzione e nei piani di emergenza per la difesa delle popolazioni e del loro territorio ai sensi della legge 24 febbraio 1992 n. 225 si dovrà tener conto, quindi, delle aree a pericolosità geomorfologica e a pericolosità idraulica oltre al grado di rischio, come prima definiti.

Lo studio condotto ha portato a rilevare delle aree a pericolosità geomorfologica laddove sono stati individuati dei vecchi frantoi ipogei ubicati, in particolare, nel contesto dell'abitato di Dragoni.

Anche se per alcune delle suddette cavità è stato disponibile il rilievo planimetrico, si è convenuto, in via cautelativa, di apporre un vincolo PG2 per almeno 30 m nell'intorno di tutti gli ipogei segnalati. (vedi: "*Ubicazione ipogei*")



Ubicazione ipogei

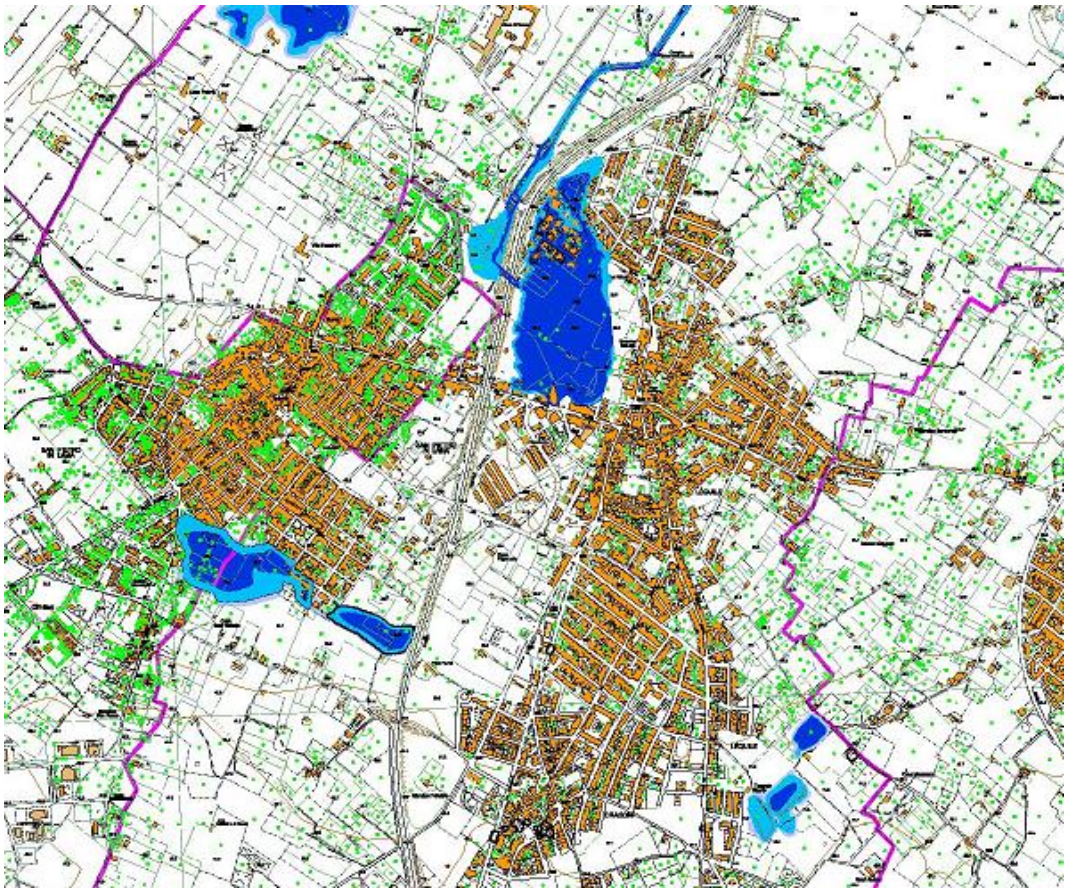


Ubicazione inghiottitoio

Identico vincolo è stato apposto in corrispondenza di un inghiottitoio probabilmente presente sul fondo della cava utilizzata per lo smaltimento di acque meteoriche, a nord del territorio comunale (vedi: "*Ubicazione inghiottitoio*").

A seguito di vari studi proposti e sopralluoghi congiunti tra i tecnici del Comune e dell'A.d.B., si è giunti alla definizione delle delimitazioni delle aree a specifica pericolosità idraulica.

Vengono individuate, quindi, una serie di aree a rischio di allagamento tra cui alcune ad "alta pericolosità idraulica" ("AP") ricadenti anche in corrispondenza del contesto urbano di Lequile e di zone di possibile espansione urbanistica (vedi: "*Aree a diversa pericolosità idraulica dell'abitato*").



Aree a diversa pericolosità idraulica nell'abitato

Maggio 2016 i tecnici

dr. Geol. Rossana Baldassarre

dr. Geol. Mario Stani

Comune di Lequile

Provincia di Lecce

PUG

PIANO URBANISTICO GENERALE

Legge Regionale 27 luglio 2001 n° 20

DOCUMENTO PROGRAMMATICO PRELIMINARE

ELABORATI DEI QUADRI INTERPRETATIVI

RISORSE IDROGEOMORFOLOGICHE

SISMICITÀ DELL'AREA
Relazione illustrativa

Il Consigliere Delegato
Dott. Pierluigi Quarta

Il Sindaco
Dott. Antonio Caiaffa

Il Segretario Comunale
Dott.Brizio Tommasi

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

Progettisti:
Arch. Nicolangelo Barletti (Barletti - Del Grosso & Associati) - Coordinatore
Ing. Antonio Russo

Collaboratore per il DPP:
Arch. Giuseppe Ingrosso (Barletti - Del Grosso & Associati)

Ufficio di Piano:
Arch. Alessandro Macchia - Responsabile
Arch. Nicolangelo Barletti - Coordinatore
Ing. Antonio Russo
Ing. Nives Foggetti
Arch. Cesare Giovanni Zizza

Prestazioni specialistiche:
Idrogeomorfologia:
Geol. Rossana Baldassarre e Geol. Mario Stani

Adozione: Del. C.C. n. ..... del .....

Approvazione: Del. C.C. n. ..... del .....

GIUGNO 2017

BOZZA

PREMESSA

A seguito dell'entrata in vigore delle Norme Tecniche, approvate con D.M. 14.01.2008, in conseguenza degli eventi sismici avvenuti in Abruzzo, al fine di meglio tutelare la pubblica e privata incolumità, la Regione Puglia (Delib. G.R. 15 settembre 2009 n. 1626), ha ritenuto opportuno che l'obbligo della progettazione antisismica venga esteso anche per le costruzioni private da realizzare in zona sismica classificata "4", modificando quanto precedentemente previsto, nella fattispecie, dalla delibera di G.R. n° 153/04.

Pertanto, per tutte le tipologie di fabbricati ricadenti in siti classificati come zona sismica 4, il riferimento normativo è da ricondursi al disposto di cui al cap. 2 punto 2.7 delle Norme Tecniche di cui al D.M. 14.01.2008, nonché al capitolo C7 della relativa circolare esplicativa ministeriale 02 febbraio 2009 n° 617.

Ne consegue che anche i Comuni il cui territorio è classificato come zona sismica 4, nel rispetto dell'art. 89 del D.P.R. 380/2001 e s.m.i., devono richiedere al competente Ufficio Tecnico Regionale il prescritto parere tecnico sugli strumenti urbanistici nonché sulle lottizzazioni convenzionate.

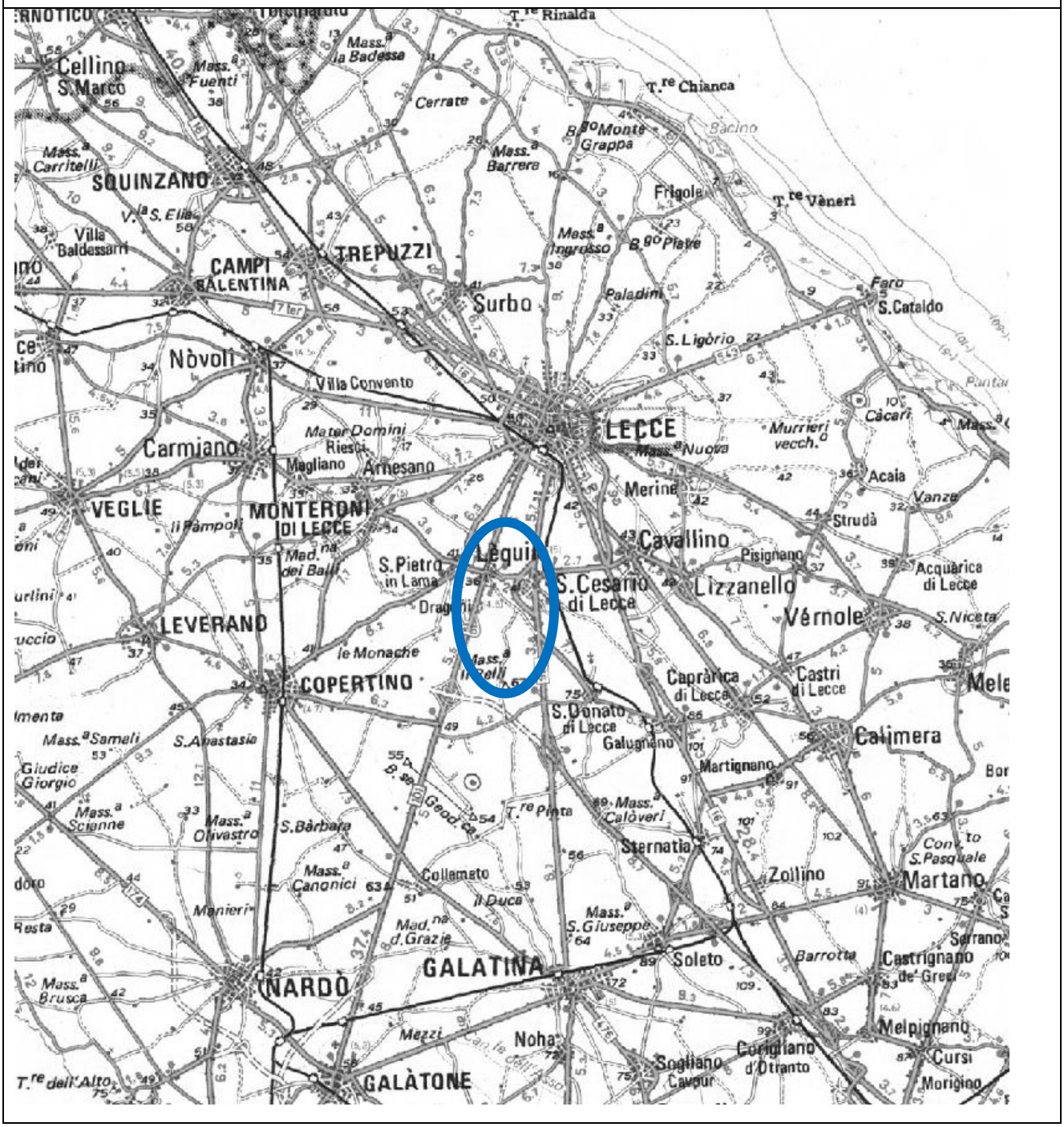
Ai fini dell'espletamento dell'incarico ricevuto, oltre a definire la pericolosità sismica di base del territorio di interesse, è stata effettuata una campagna di indagini geofisiche (profili sismici MASW) che, integrate con altre di archivio degli scriventi, hanno consentito una generale valutazione della categoria di suolo ai sensi delle NTC/2008.

Per quanto sopra, è stata redatta la presente relazione sismica che illustra i risultati dello studio effettuato in corrispondenza del territorio Comunale di Lequile.

INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il territorio comunale di Lequile, si colloca nella parte nord-occidentale del Salento, ed occupa per una porzione, la parte centrale di una depressione compresa tra l'estremo lembo sud-orientale della provincia di Brindisi e la media costa adriatica leccese (**fig. 1**).

Fig. 1: Inquadramento geografico abitato di Lequile



PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE

Il territorio comunale di Lequile non era classificato sismico ai sensi del D.M. 19.03.1982. ma con la successiva O.P.C.M. n. 3274 del 23.03.2003 è stata ridefinita la classificazione dell'intero territorio nazionale e, in tale quadro, il Comune di Lequile attualmente ricade in Zona Sismica 4.

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

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

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

La precedente classificazione in Zone Sismiche, rimane comunque utile in quanto le NTC consentono, qualora si realizzino costruzioni del tipo 1 o 2 e classe I o II e che ricadono in Zona 4, di procedere alle verifiche col metodo delle tensioni ammissibili.

In tali casi viene prescritto di applicare un grado di sismicità (S) non inferiore a 5 – D.M. 88/96 – corrispondente ad un valore di ag pari 0,03g, eventualmente aumentato dal coefficiente di fondazione.

Nelle NTC 2008, l'azione sismica di progetto in base alla quale valutare il rispetto dei diversi stati limite presi in considerazione viene definita partendo, per il sito di interesse, dalla "pericolosità di base" che è l'elemento essenziale di conoscenza per la determinazione dell'azione sismica.

Il primo passo consiste nella determinazione di ***ag (accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido***). Tali valori sono forniti dall'***Istituto Nazionale Geofisica e Vulcanologia (INGV)*** in base agli studi del Gruppo di Lavoro MPS (2004) che ha provveduto alla redazione della mappa di pericolosità sismica

prevista dall'Ordinanza PCM 3274 del 20 marzo 2003 riportata nel Rapporto Conclusivo per il Dipartimento della Protezione Civile, (INGV, Milano-Roma, aprile 2004, 65 pp. + 5 appendici) – **Fig. 2 e 3**.

Fig. 2

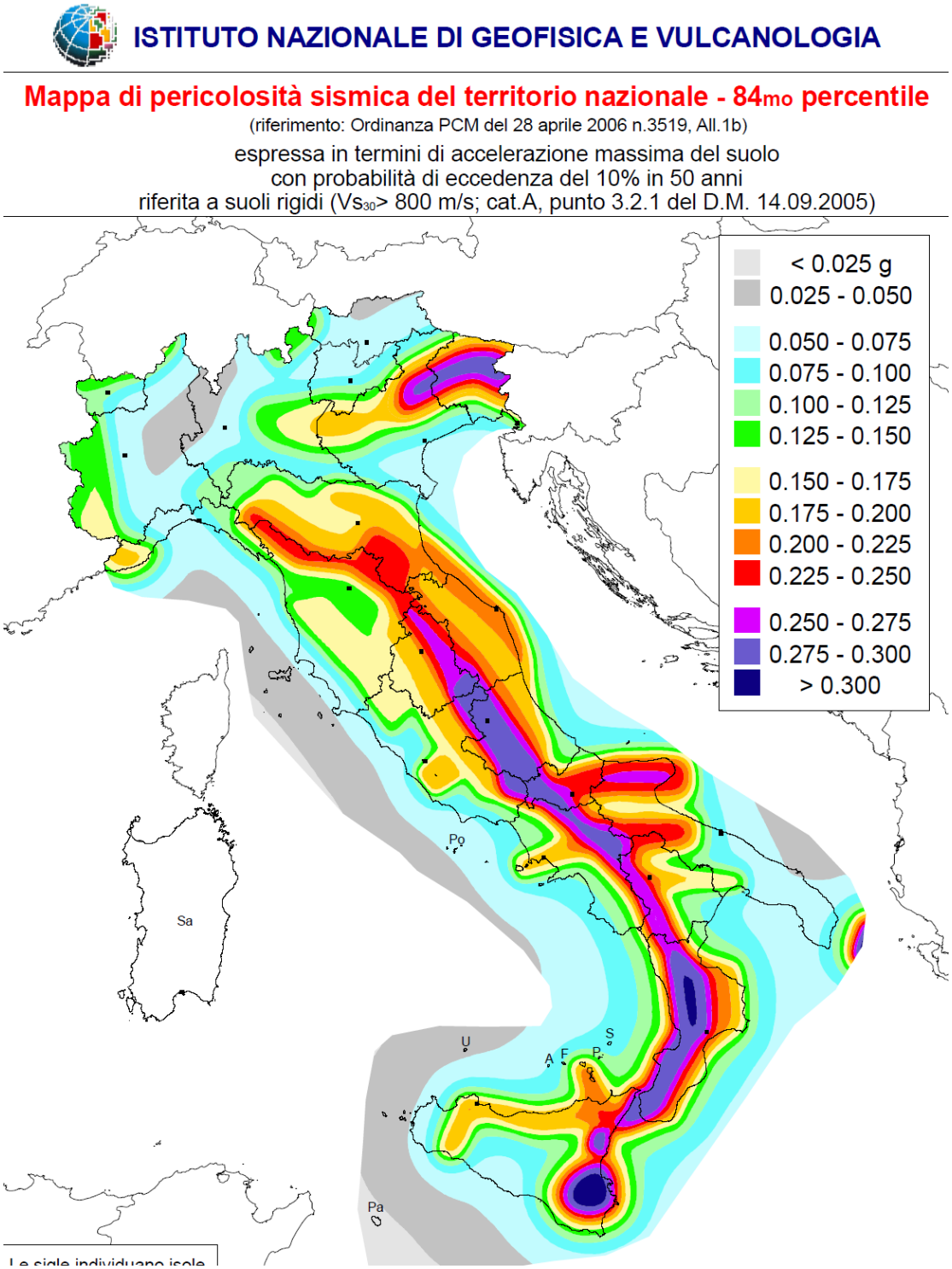
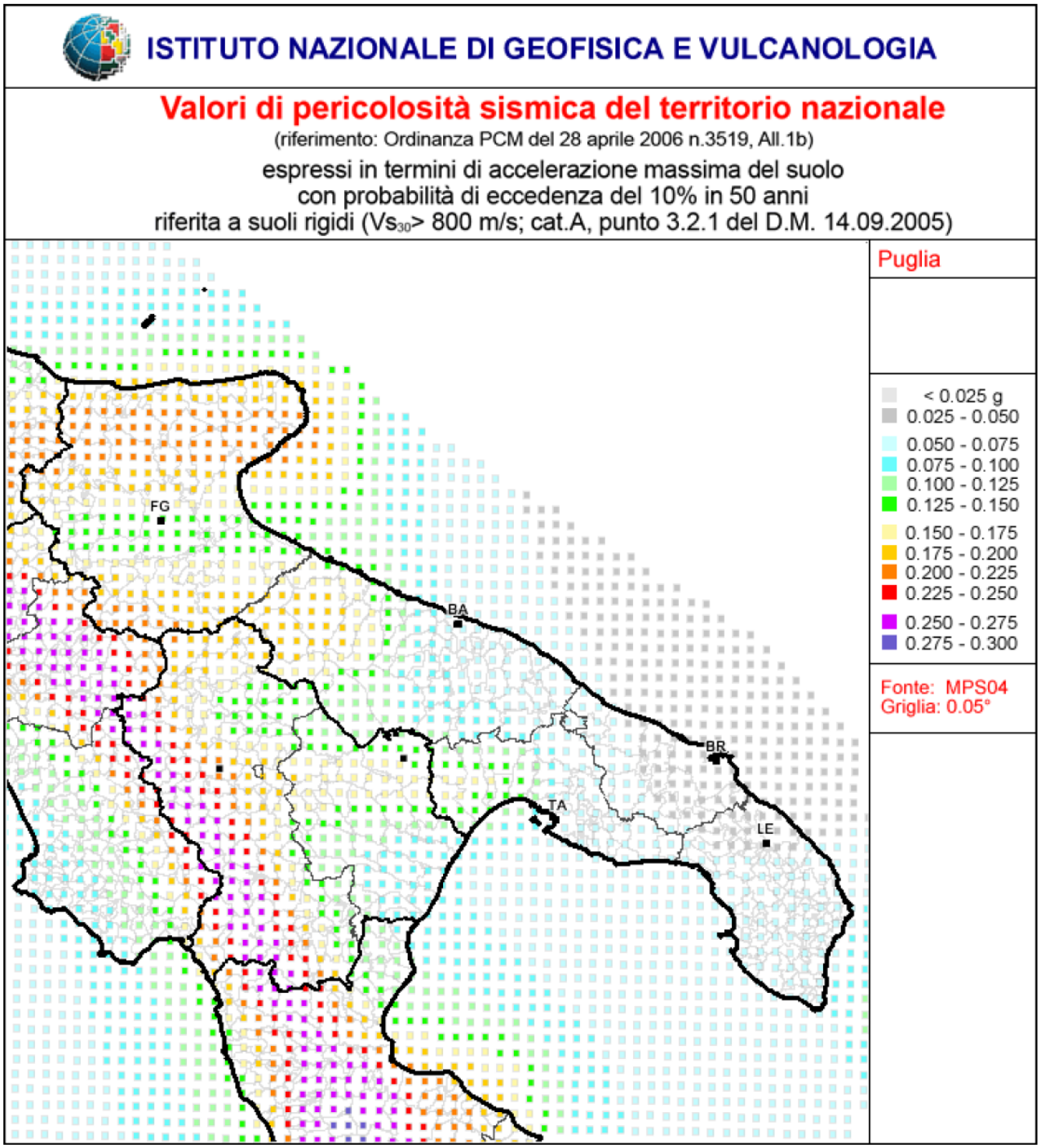


Fig. 3


ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA
Valori di pericolosità sismica del territorio nazionale
(riferimento: Ordinanza PCM del 28 aprile 2006 n.3519, All.1b)
espressi in termini di accelerazione massima del suolo
con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni
riferita a suoli rigidi (Vs30> 800 m/s; cat.A, punto 3.2.1 del D.M. 14.09.2005)
Puglia
< 0.025 g
0.025 - 0.050
0.050 - 0.075
0.075 - 0.100
0.100 - 0.125
0.125 - 0.150
0.150 - 0.175
0.175 - 0.200
0.200 - 0.225
0.225 - 0.250
0.250 - 0.275
0.275 - 0.300
Fonte: MPS04
Griglia: 0.05°
FG
BA
BR
TA
LE

Per la determinazione dei parametri di scuotimento è necessario conoscere le coordinate geografiche dell'opera da verificare.

Si determina quindi, la maglia di riferimento in base alle tabelle dei parametri spettrali fornite dal ministero e, sulla base della maglia interessata, si determinano i valori di riferimento del punto come media pesata dei valori nei vertici della maglia moltiplicati per le distanze dal punto.

L'azione sismica così individuata viene successivamente variata, nei modi chiaramente precisati dalle NTC, per tener conto delle modifiche prodotte dalle condizioni locali stratigrafiche del sottosuolo effettivamente presente nel sito di costruzione e dalla morfologia della superficie. Tali modifiche caratterizzano la risposta sismica locale.

Le azioni di progetto si ricavano, ai sensi delle NTC, dalle accelerazioni ag e dalle relative forme spettrali.

Le forme spettrali previste dalle NTC sono definite, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione dei tre parametri:

· a_g accelerazione orizzontale massima del terreno;

· F_o valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

· T_c* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Per ciascun nodo del reticolo di riferimento e per ciascuno dei periodi di ritorno TR considerati dalla pericolosità sismica, i tre parametri si ricavano riferendosi ai valori corrispondenti al 50esimo percentile ed attribuendo a:

· a_g il valore previsto dalla pericolosità sismica,

· F_o e T_c* i valori ottenuti imponendo che le forme spettrali in accelerazione, velocità e spostamento previste dalle NTC scartino al minimo dalle corrispondenti forme spettrali previste dalla pericolosità sismica (la condizione di minimo è imposta operando ai minimi quadrati, su spettri di risposta normalizzati ad uno, per ciascun sito e ciascun periodo di ritorno).

Le forme spettrali previste dalle NTC sono caratterizzate da prescelte probabilità di superamento e vite di riferimento. A tal fine occorre fissare:

· la vita di riferimento V_R della costruzione,

· le probabilità di superamento nella vita di riferimento P_{VR} associate a ciascuno degli stati limite considerati, per individuare infine, a partire dai dati di pericolosità sismica disponibili, le corrispondenti azioni sismiche.

Tale operazione deve essere possibile per tutte le vite di riferimento e tutti gli stati limite considerati dalle NTC.

A seguito dell'Ordinanza emessa, il Ministero dei LL. PP. ha reso disponibile un foglio di calcolo che permette di calcolare agevolmente i parametri sismici richiesti dalle NTC in base al Comune o, in maniera più precisa, alle coordinate geografiche dell'opera da realizzare. Da tale foglio di calcolo sono ricavati per il Comune di Lequile i grafici riportati alle pagine seguenti.

Come accennato in precedenza, tali parametri di base, sono modificati in funzione della Stratigrafia (**Categorie di Suolo**) e della morfologia (**Condizioni topografiche**) del sito, giungendo a definire la "risposta sismica locale". La scelta del tempo di ritorno è invece funzione del tipo e della **classe dell'opera** da realizzare, mentre altre modifiche sono indotte dalla **tipologia strutturale**.

Categoria Topografica

Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la classificazione riportata nella tabella seguente (NTC 2008)

Tabella 3.2.IV – *Categorie topografiche*

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

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

Nel caso del territorio in esame, si riscontra la presenza di una morfologia prettamente pianeggiante e solo a tratti interrotta da dolci ondulazioni della superficie topografica e/o brevi salti di quota caratterizzati da pendenze irrisorie.

Viene, quindi, definita una categoria topografica "**T1**" (morfologia pianeggiante con i < 15°).

Categoria Stratigrafica

Ai fini della valutazione dell'azione sismica di progetto, in assenza di specifiche analisi, si può fare riferimento ad un approccio semplificato che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento (Tab. 3.2.II e 3.2.III) di seguito riportate.

Tabella 3.2.II – *Categorie di sottosuolo*

Categoria	Descrizione
A	*Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi* caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
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 $70 < c_{u,30} < 250$ 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 $V_s > 800$ m/s).

Per l'identificazione della categoria di sottosuolo, la classificazione si effettua in base ai valori della velocità equivalente Vs,30 di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m di profondità. Per le fondazioni superficiali, tale profondità è riferita

al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali.

Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione.

Per sottosuoli appartenenti alle ulteriori categorie S1 ed S2 di seguito indicate (Tab. 3.2.III), è necessario predisporre specifiche analisi per la definizione delle azioni sismiche, in particolare nei casi in cui la presenza di terreni suscettibili di liquefazione e/o di argille d'elevata sensitività, possa comportare fenomeni di collasso del terreno.

Tabella 3.2.III – *Categorie aggiuntive di sottosuolo.*

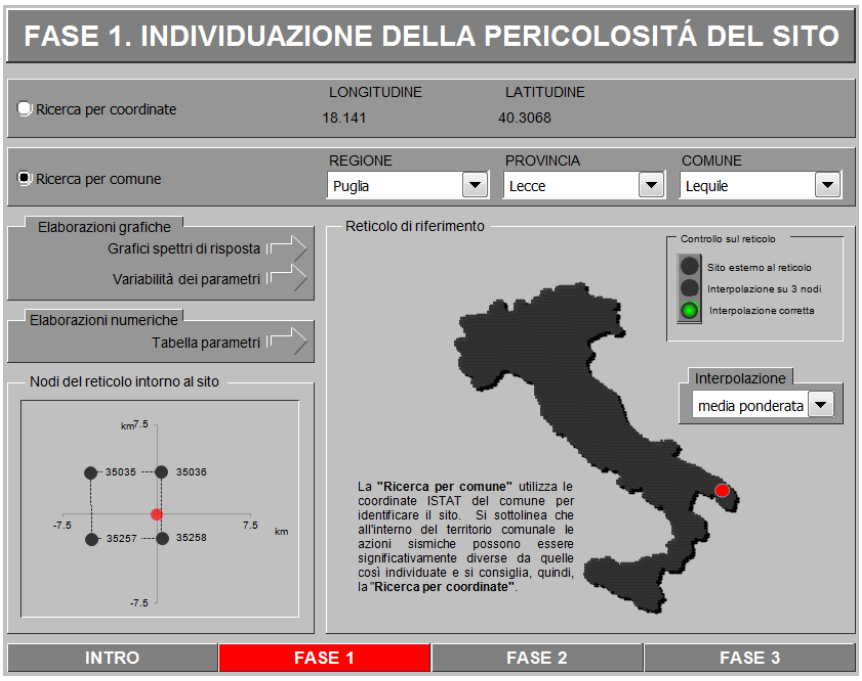
Categoria	Descrizione
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

Ai fini di una valutazione della categoria stratigrafica del territorio di interesse, sono stati effettuati alcuni profili sismici (MASW) che, integrati con altri di archivio degli scriventi, hanno consentito di delimitare, in linea generale, delle macroaree caratterizzate dallo stessa categoria di suolo individuando prevalentemente suoli di categoria "**A**" e "**B**".

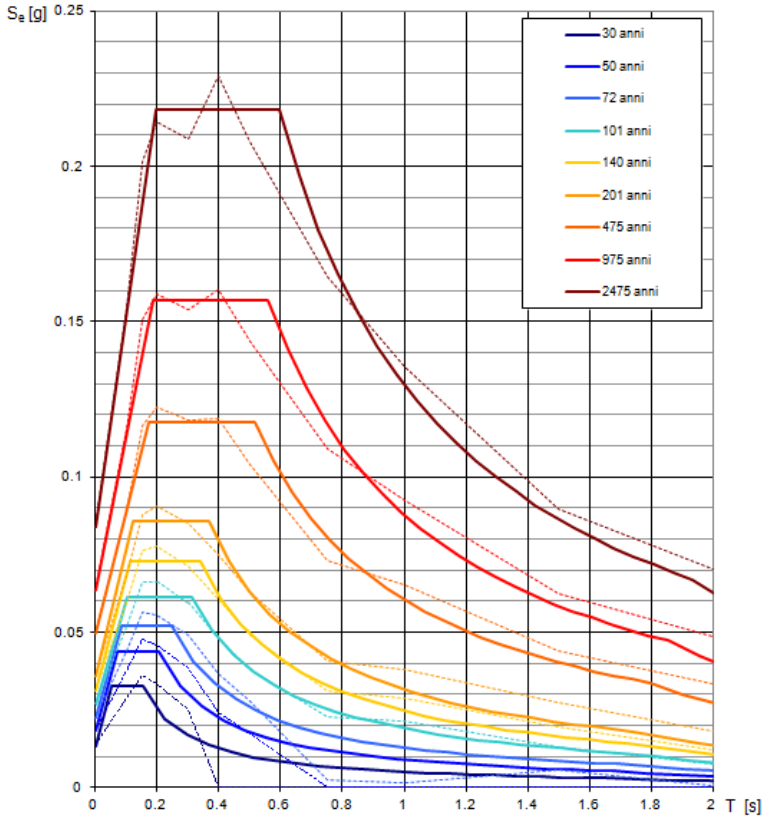
Spettri di risposta sismica

Per quanto concerne la definizione degli spettri di risposta sismica, di seguito si riportano i parametri della pericolosità sismica di base per il territorio comunale di Lequile.

In sede di progettazione e di calcolo strutturale, il calcolatore scenderà più in dettaglio, per le zone di interesse, con la definizione dei parametri di progetto che, come accennato in precedenza, dipendono dalla classe d'uso (tempo di ritorno dell'evento sismico) e dalla tipologia strutturale (classe di duttilità, fattore di struttura, periodo proprio di vibrazione ecc.).

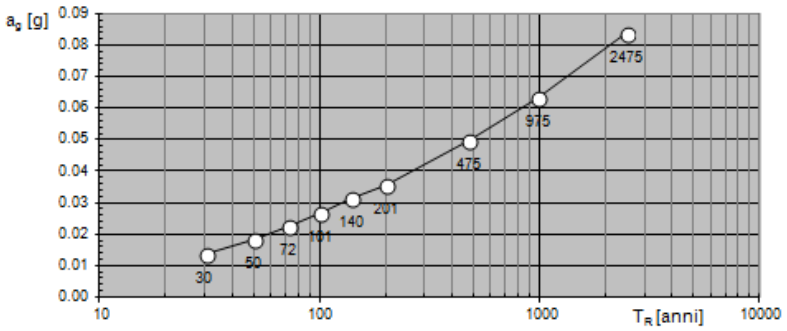


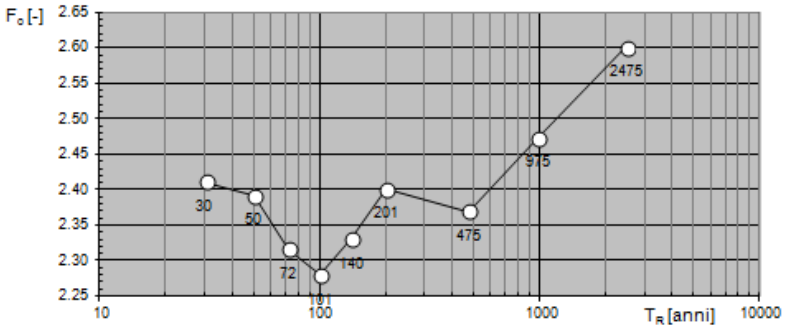
Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno T_R di riferimento

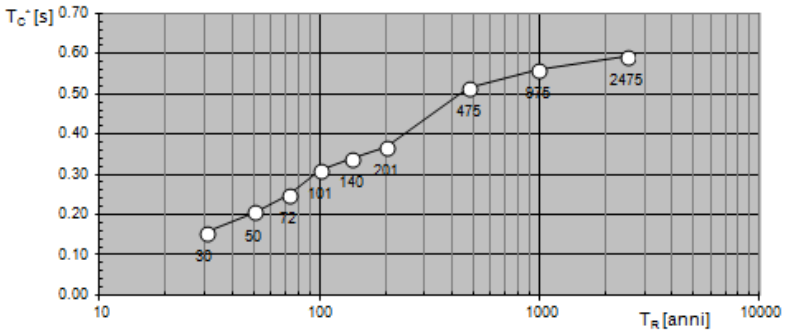


NOTA:
Con linea continua si rappresentano gli spettri di Normativa, con linea tratteggiata gli spettri del progetto S1-INGV da cui sono derivati.

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







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

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
30	0.014	2.411	0.154
50	0.018	2.391	0.206
72	0.022	2.315	0.248
101	0.027	2.279	0.312
140	0.031	2.330	0.340
201	0.036	2.400	0.368
475	0.050	2.369	0.515
975	0.063	2.473	0.560
2475	0.084	2.601	0.595

INDAGINE SISMICA

Come precedentemente affermato, sono state effettuate delle indagini geofisiche (profili MASW A ÷ F) in alcune aree del territorio comunale, mediante le quali sono state ricavate le categorie di suolo per ciascuna area. Laddove già disponibili, sono state utilizzate indagini eseguite dagli scriventi per altri lavori (profili MASW 1 ÷ 11).

Generalità sulle metodologie utilizzate

Il metodo sismico consiste nel provocare una perturbazione elastica nel terreno e nel misurarne i tempi di percorrenza dalla sorgente ad una serie di rilevatori (geofoni), posti lungo una linea retta a distanze crescenti dalla sorgente.

Con la tecnica nota in letteratura come "***Masw***" è possibile ricavare monodimensionalmente, la velocità di propagazione delle onde di tipo "***S***", necessarie per una definizione più precisa delle caratteristiche geomeccaniche dell'ammasso roccioso indagato e per la classificazione del suolo di fondazione ai sensi della normativa sismica.

Dalle registrazioni effettuate si ricava, tramite le trasformazioni "***p***", la curva di dispersione e dall'inversione di quest'ultima, il profilo ***Vs*** monodimensionale.

Attraverso l'interpretazione dei sismogrammi ottenuti, è possibile definire l'andamento della velocità delle onde S sino a notevole profondità, e calcolare così il parametro "Vs30", cioè la velocità delle onde S mediata dal piano di esecuzione della prova sino alla profondità di 30 m.

Geometria degli stendimenti

Per i profili sismici è stata utilizzata un'interdistanza geofonica pari a 1.0 m. Risulta quindi una lunghezza totale dello stendimento pari a 23 m e punto di scoppio esterno posti a 3 e 5 m dal primo geofono.

Hardware

Le onde rilevate dai geofoni sono state registrate per mezzo di un sismografo a 24 canali Ambrogeo ECHO 12-24/2002 collegato ad una serie di 24 geofoni da 4.5 Hz. I dati ottenuti interpretati con il software winMASW 2.0 per la determinazione dello

spettro di velocità e l'inversione della curva di dispersione secondo il metodo MASW, sono riportati nelle tavole allegate in appendice e hanno permesso di individuare la categoria di suolo.

Le indagini effettuate hanno interessato, in particolare, aree urbane e periurbane che potrebbero essere interessate da futura espansione urbanistica così da individuarne preliminarmente la categoria.

L'ubicazione dei profili sismici e gli elaborati di prova sono allegati in appendice alla relazione mentre alla pagina seguente si riporta la carta che caratterizza, in linea generale, la sismicità del suolo del territorio comunale di Lequile ai sensi del D.M. 14/01/2008.

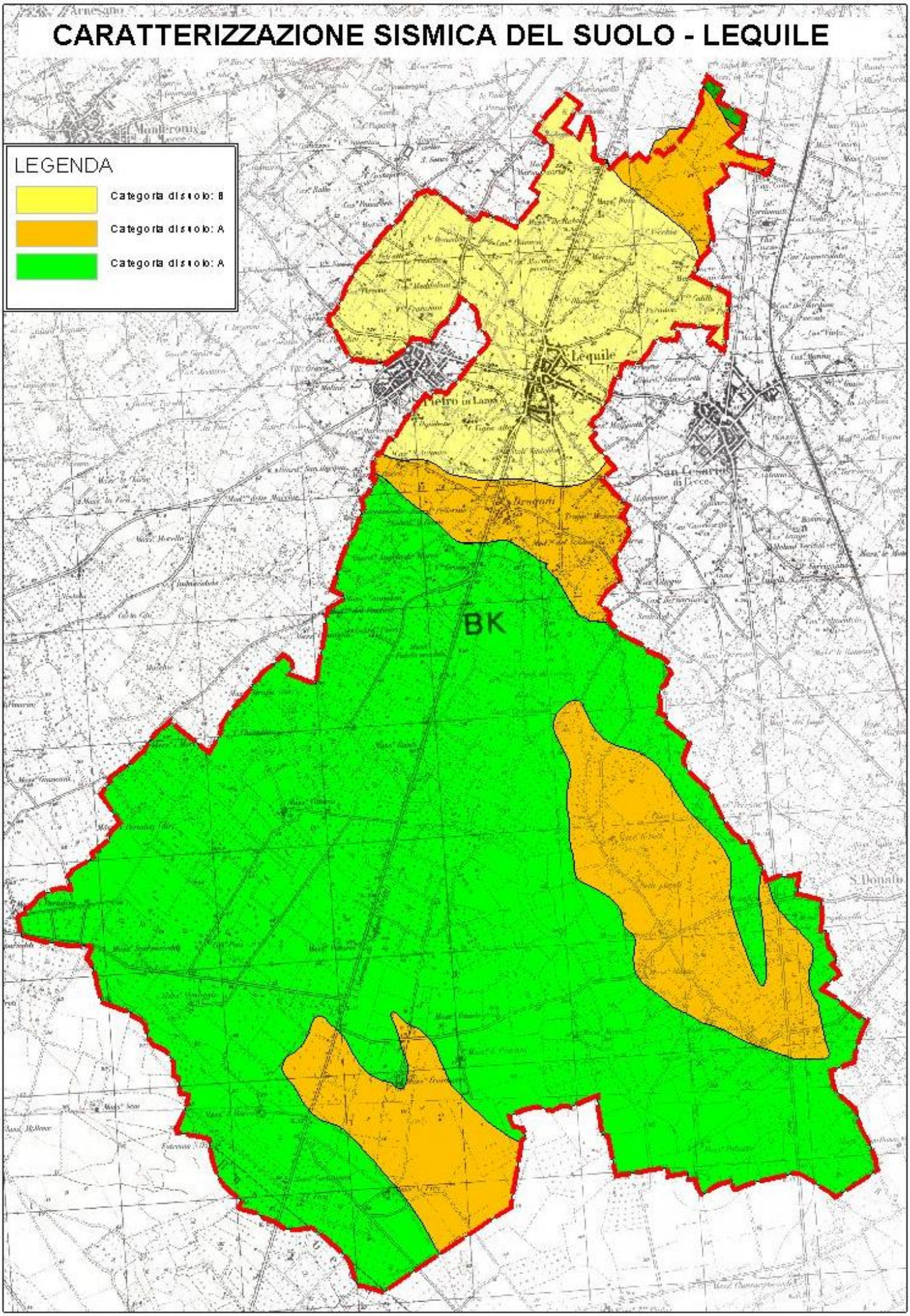
L'indagine svolta ha permesso di individuare prevalentemente suoli riferibili alle categorie "A" e "B".

In particolare, i suoli di categoria "A" si riscontrano in corrispondenza degli affioramenti di rocce calcaree e di rocce calcarenitiche, mentre la parte di territorio condizionata da affioramenti di sedimenti sabbioso limosi, presentano sostanzialmente suoli di categoria "B".

Nelle zone di passaggio tra le sabbie e i litotipi calcarenitici, sussiste l'eventualità di riscontrare condizioni geologiche localmente variabili che potrebbero definire categorie di suolo diverse da quella riportata sulla carta allegata.

E' evidente, quindi, che in fase di realizzazione di opere in tali zone, dovranno in ogni caso, effettuarsi delle indagini specifiche per definire puntualmente la risposta sismica locale.

CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SUOLO - LEQUILE



CONCLUSIONI

In riferimento alla caratterizzazione del suolo di fondazione del territorio comunale di Lequile ai sensi del D.M. 14/01/2008, le indagini svolte hanno permesso di individuare, dal punto di vista generale, suoli riferibili alle categorie “A” e “B”.

Nelle zone di passaggio tra le sabbie e i litotipi rocciosi calcarenitici, è possibile riscontrare condizioni geologiche localmente variabili che definiscono categorie di suolo diverse da quella riportata sulla carta allegata.

Per quanto concerne la sismicità, l’area viene classificata come *zona 4*, vale a dire quella a minore rischio sismico.

Ne consegue che, verificata la fattibilità delle Opere su Grandi Aree, le scelte progettuali che ne derivano, devono tener conto delle prestazioni attese dalle opere stesse, delle buone prassi costruttive, della compiuta articolazione progettuale e del contesto geologico del sito specifico nonché delle condizioni ambientali senza particolari prescrizioni, misure di mitigazione o sistemi geostrutturali di rinforzo.

Maggio 2016

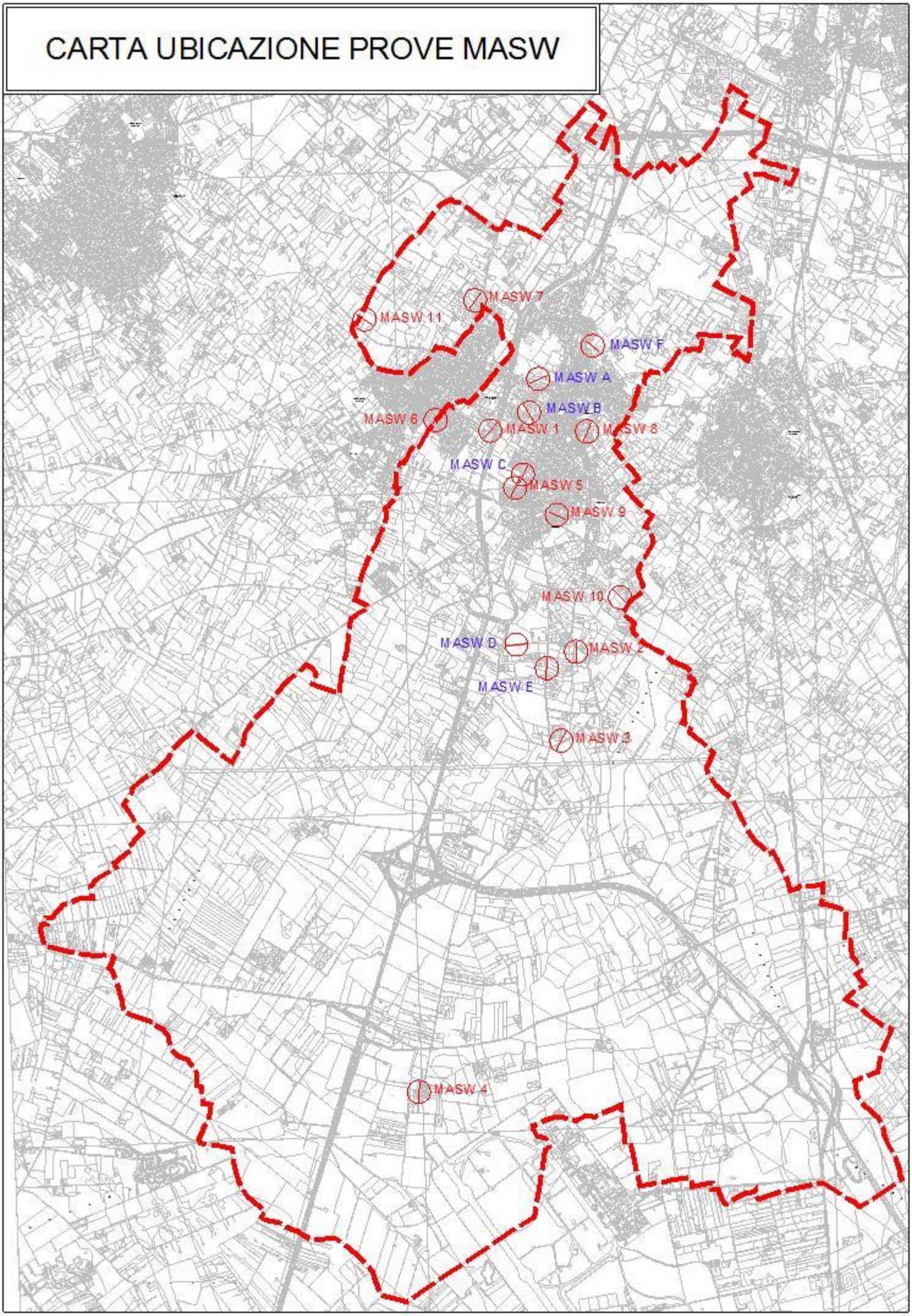
I Geologi

Dott.ssa Rossana Baldassarre

Dott. Mario Stani

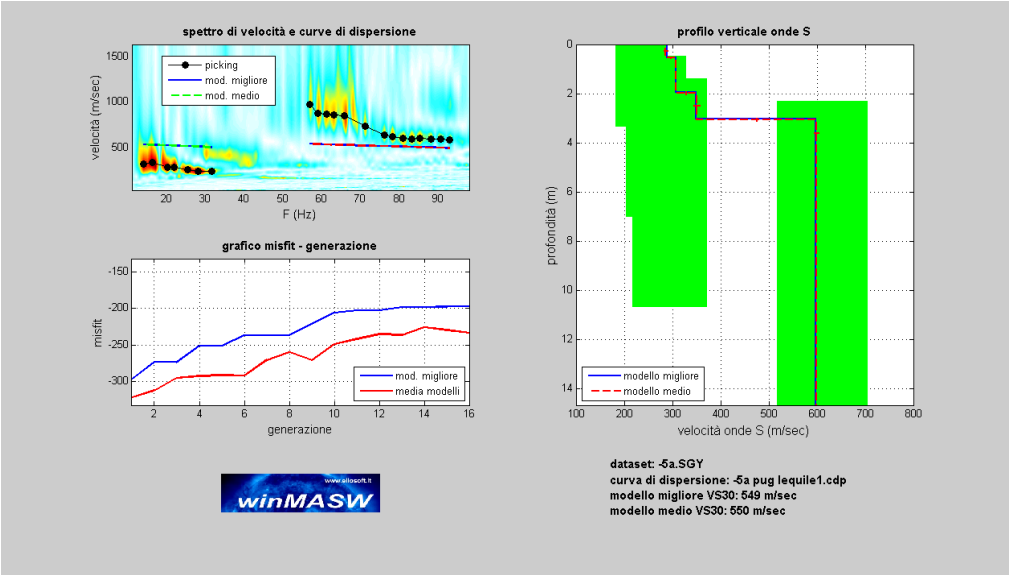
APPENDICE

CARTA UBICAZIONE PROVE MASW



MASW A

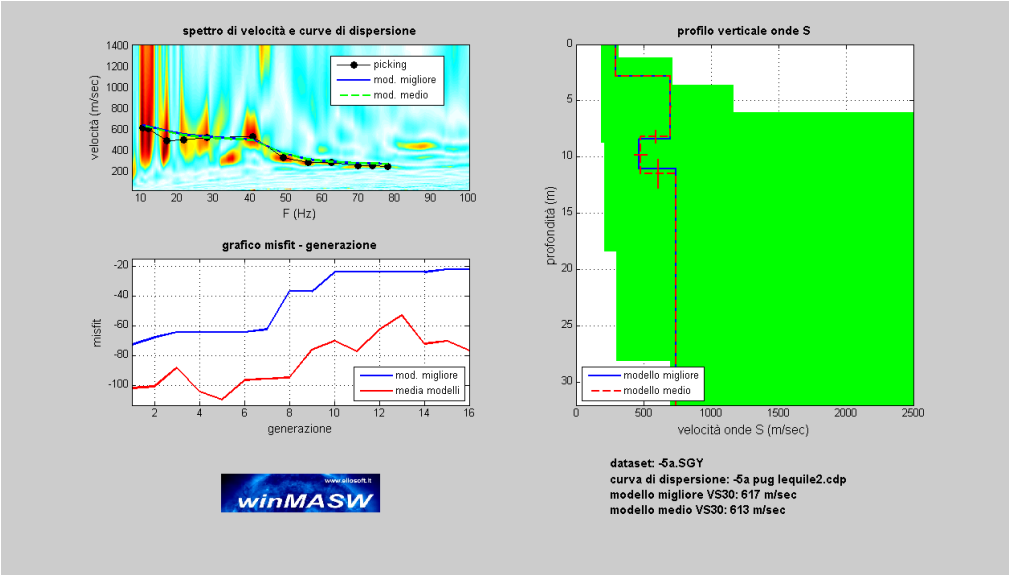
RISULTATI winMASW 2.0
Dataset: -5a.SGY
Curva analizzata: -5a pug lequile1.cdp



Modello medio
VS (m/sec): 286.5726 307.2904 351.1696 599.4795
Deviazioni Standard (m/sec): 4.732 0.82329 6.2746 5.2785
Spessori (m): 0.5276 1.4434 1.1008
Deviazioni Standard (m): 0.029361 0.067879 0.062803
VS30 (m/sec): 550
Possibile Tipo di Suolo: B

MASW B

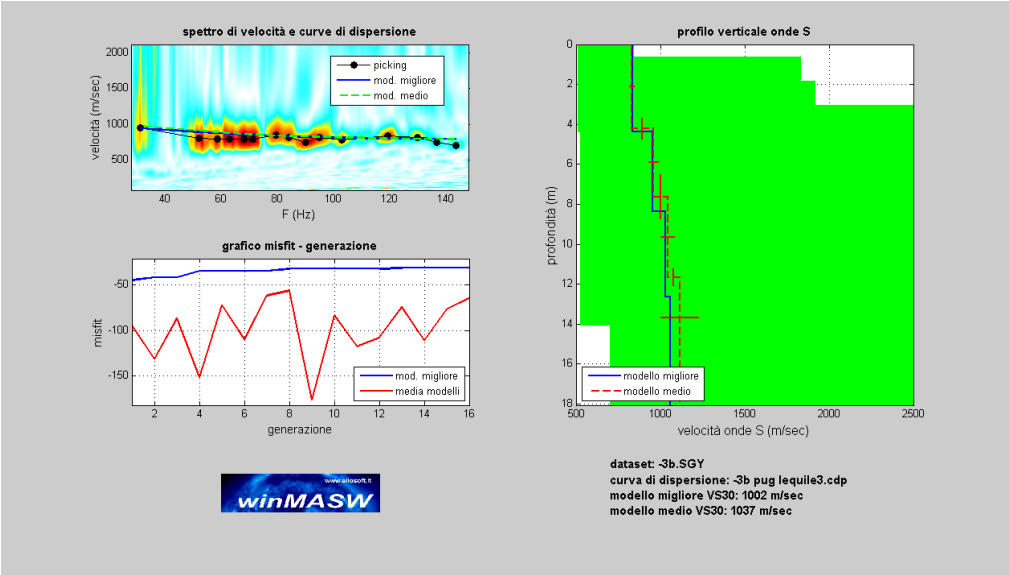
RISULTATI winMASW 2.0
Dataset: -5a.SGY
Curva analizzata: -5a pug lequile2.cdp



Modello medio
VS (m/sec): 293.68 702.3398 481.1245 743.6106
Deviazioni Standard (m/sec): 0.00363249 1.17141 48.5264 0.111575
Spessori (m): 2.8058 5.4153 3.2545
Deviazioni Standard (m): 0.00083472 0.5667 1.2746
VS30 (m/sec): 613
Possibile Tipo di Suolo: B

MASW C

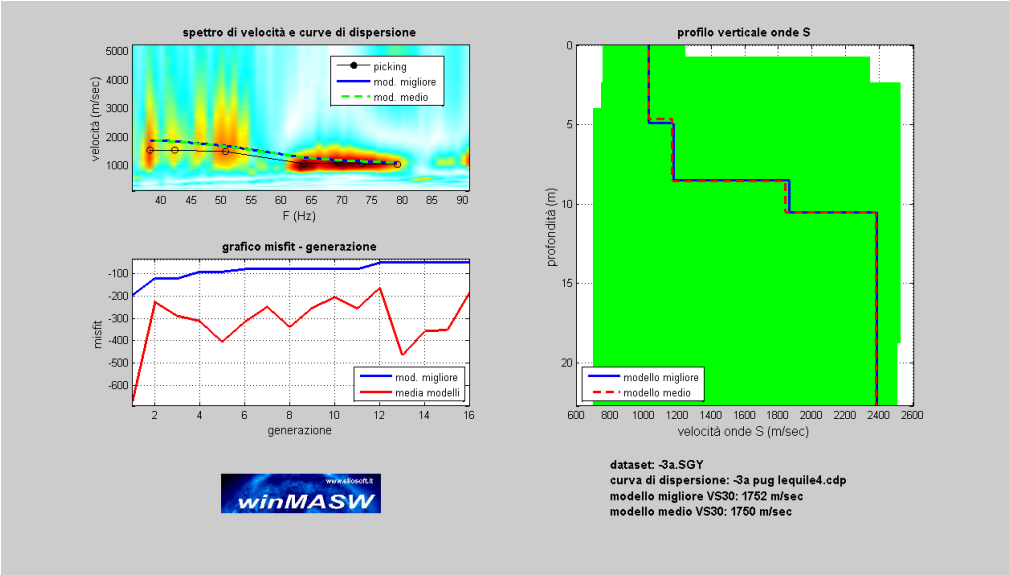
RISULTATI winMASW 2.0
Dataset: -3b.SGY
Curva analizzata: -3b pug lequile3.cdp



Modello medio
VS (m/sec): 829.88105 959.99689 1043.9132 1115.5621
Deviazioni Standard (m/sec): 15.47412 29.87241 40.71113 111.8431
Spessori (m): 4.214 3.409 4.031
Deviazioni Standard (m): 0.50557 1.1066 0.40551
VS30 (m/sec): 1037
Possibile Tipo di Suolo: A

MASW D

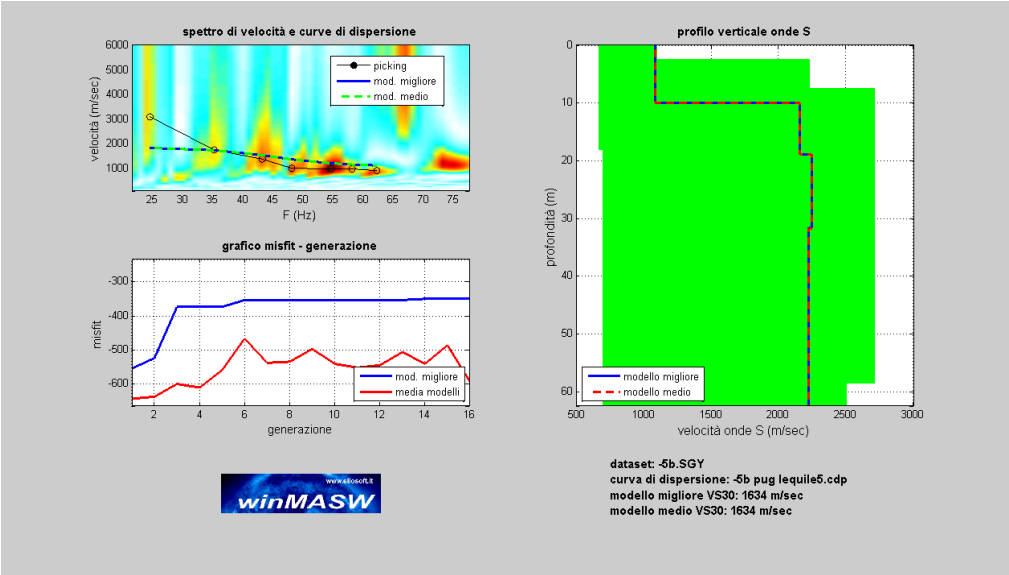
RISULTATI winMASW 2.0
Dataset: -3a.SGY
Curva analizzata: -3a pug lequile4.cdp



Modello medio
VS (m/sec): 1029.4 1169.8995 1837.5609 2372.2826
Deviazioni Standard (m/sec): 0 0 0 0
Spessori (m): 4.6784 3.8828 2.0041
Deviazioni Standard (m): 0 0 0
VS30 (m/sec): 1750
Possibile Tipo di Suolo: A

MASW E

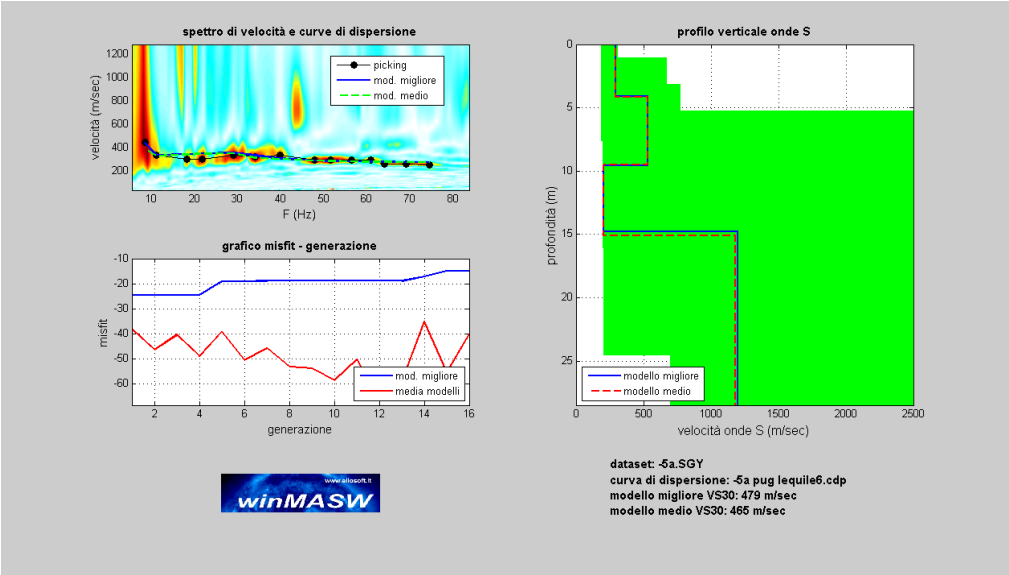
RISULTATI winMASW 2.0
Dataset: -5b.SGY
Curva analizzata: -5b pug lequile5.cdp



Modello medio
VS (m/sec): 1084.9198 2155.8 2242.4 2216.3274
Deviazioni Standard (m/sec): 0 0 0 0
Spessori (m): 10.138 8.8717 12.7723
Deviazioni Standard (m): 0 0 0
VS30 (m/sec): 1634
Possibile Tipo di Suolo: A

MASW F

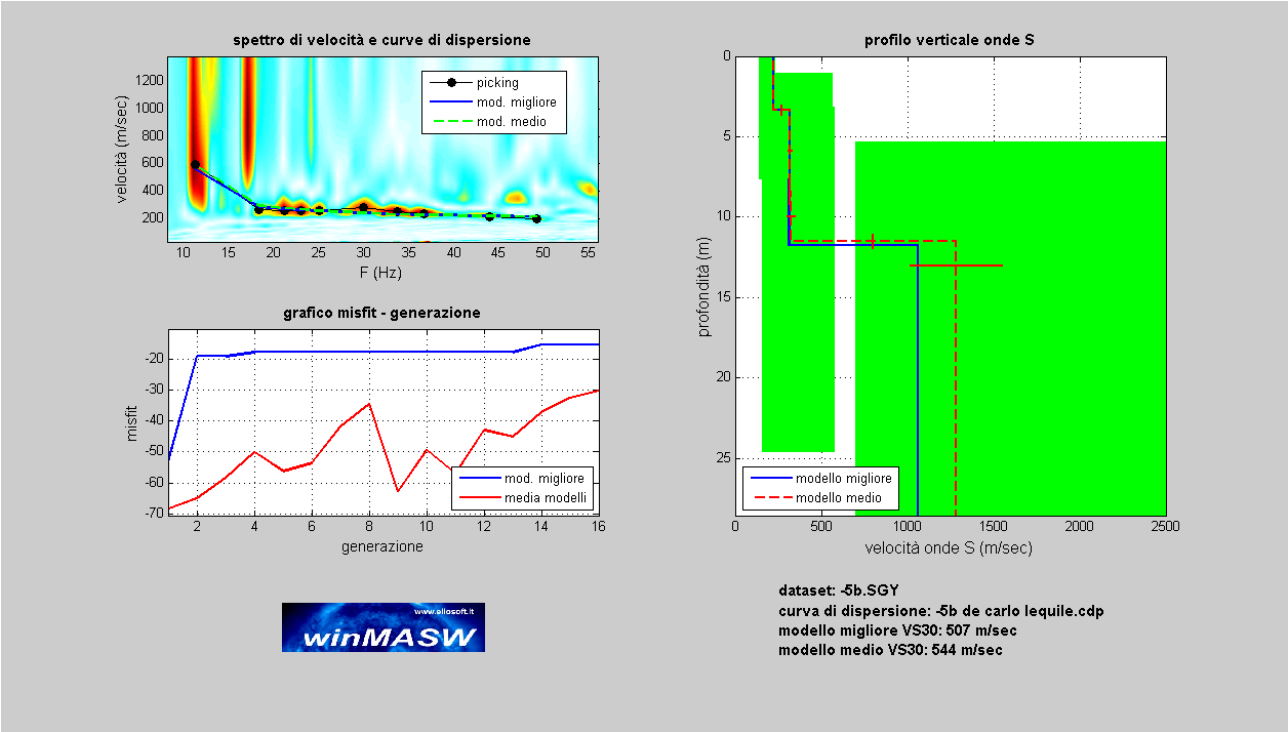
RISULTATI winMASW 2.0
Dataset: -5a.SGY
Curva analizzata: -5a pug lequile6.cdp



Modello medio
VS (m/sec): 291.75436 530.15196 203.15158 1182.8775
Deviazioni Standard (m/sec): 0 0 0 0
Spessori (m): 4.1415 5.3465 5.609
Deviazioni Standard (m): 0 0 0
VS30 (m/sec): 465
Possibile Tipo di Suolo: B

MASW 1

RISULTATI winMASW 2.0
Dataset: -5b.SGY
Curva analizzata: -5b lequile.cdp



Modello medio

VS (m/sec): 221.87436 316.38892 325.09223 1281.7975

Deviazioni Standard (m/sec): 1.391648 11.37082 21.65833 267.3931

Spessori (m): 3.365 5.103 3.0522

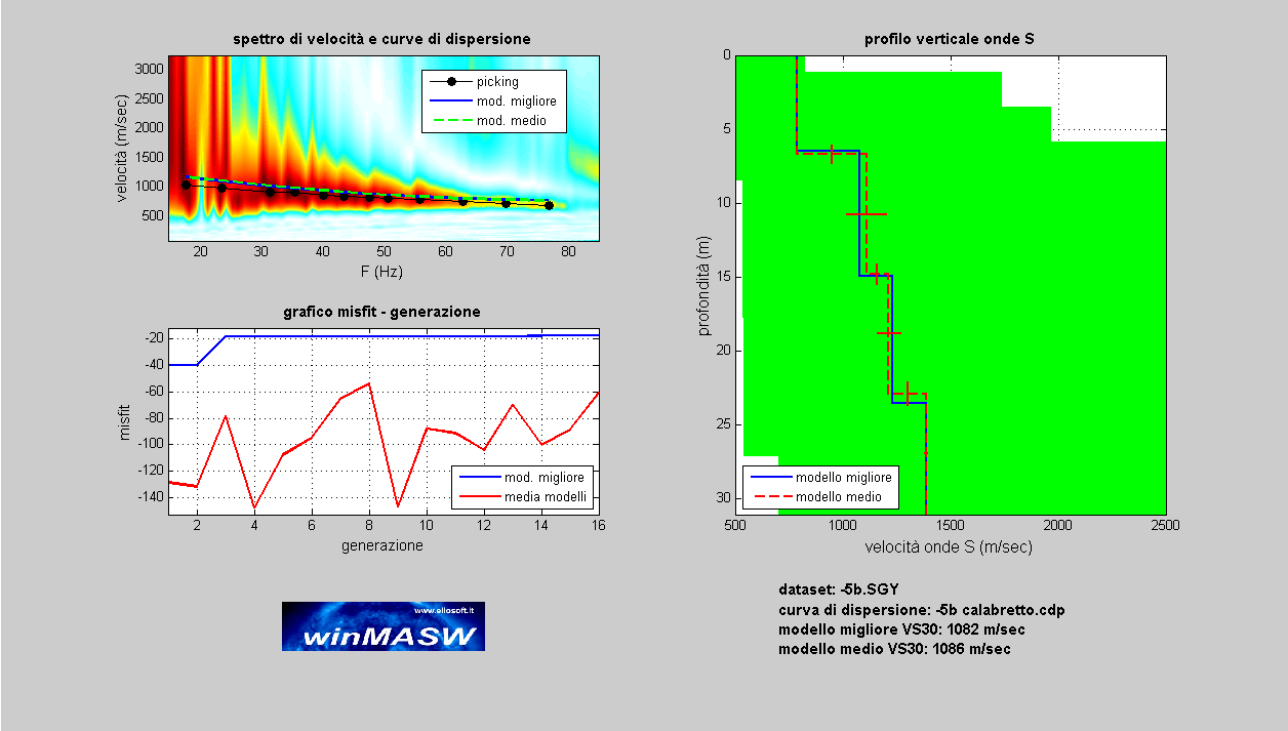
Deviazioni Standard (m): 0.32219 0.74517 0.44921

VS30 (m/sec): 544

Possibile Tipo di Suolo: B

MASW 2

RISULTATI winMASW 2.0
Dataset: -5b.SGY
Curva analizzata: -5b .cdp



Modello medio

VS (m/sec): 786.66098 1109.5987 1214.113 1386.0839

Deviazioni Standard (m/sec): 0.47489 92.5015 56.782 6.05027

Spessori (m): 6.7223 8.0953 8.0964

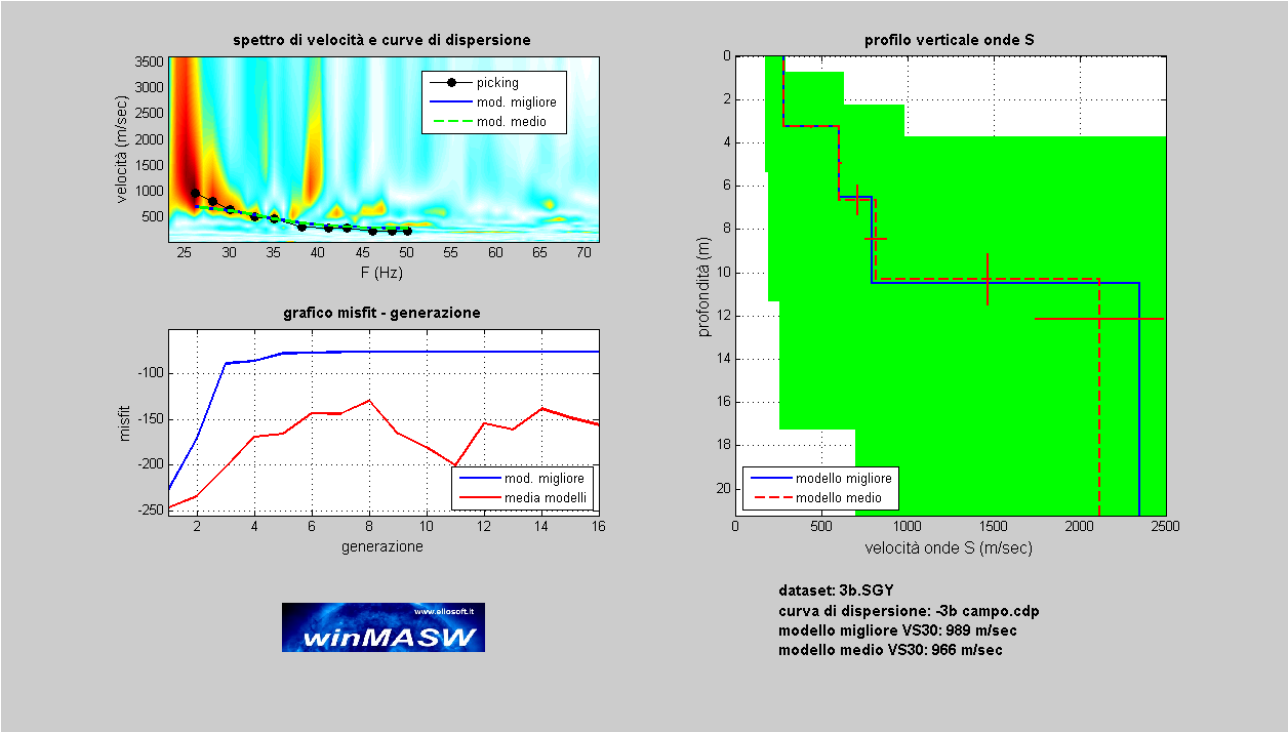
Deviazioni Standard (m): 0.62879 0.72428 0.78495

VS30 (m/sec): 1086

Possibile Tipo di Suolo: A

MASW 3

RISULTATI winMASW 2.0
Dataset: 3b.SGY
Curva analizzata: -3b.cdp



Modello medio

VS (m/sec): 279.93403 605.70669 815.84836 2114.3772

Deviazioni Standard (m/sec): 0.4291767 9.725431 61.37931 370.6257

Spessori (m): 3.2687 3.3762 3.6631

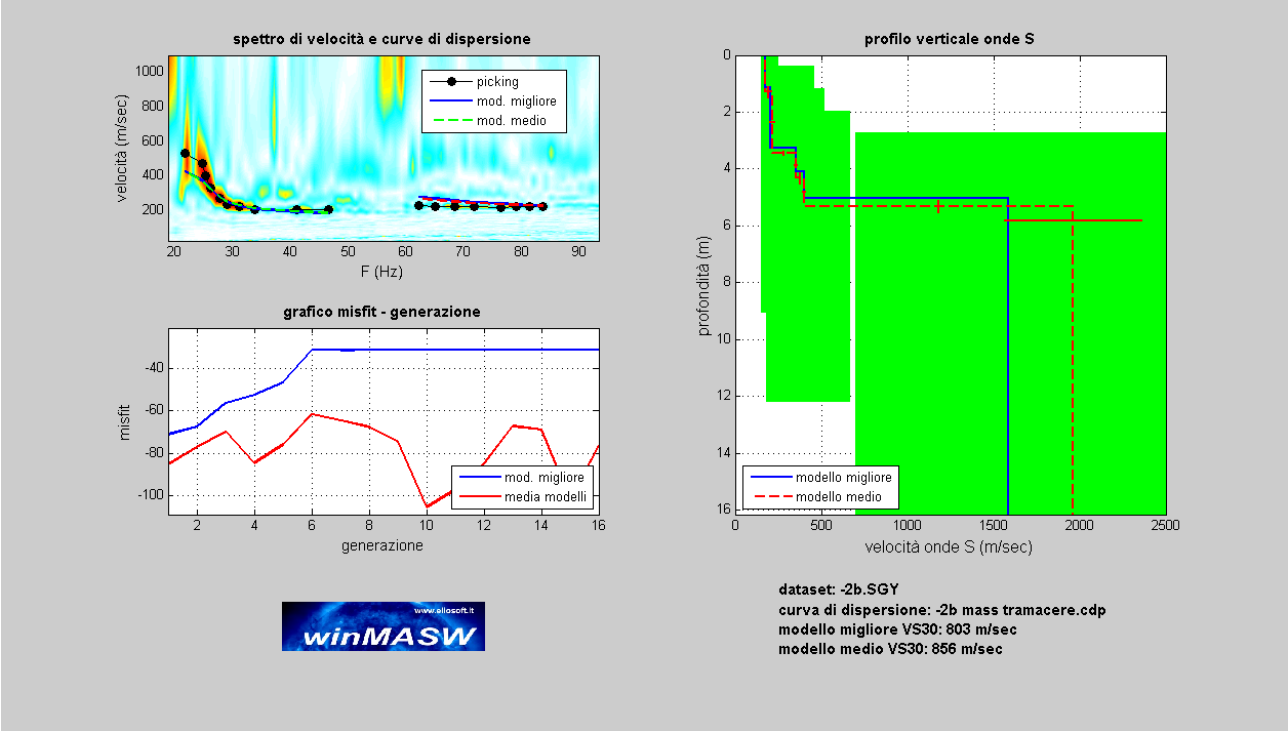
Deviazioni Standard (m): 0.016664 0.69596 1.1908

VS30 (m/sec): 966

Possibile Tipo di Suolo: A

MASW 4

RISULTATI winMASW 2.0
Dataset: -2b.SGY
Curva analizzata: -2b .cdp



Modello medio

VS (m/sec): 174.10785 214.81832 352.99043 399.01926 1961.1028

Deviazioni Standard (m/sec): 2.397422 13.72415 9.153062 9.479262 400.2679

Spessori (m): 1.2971 2.1492 0.87647 1.0045

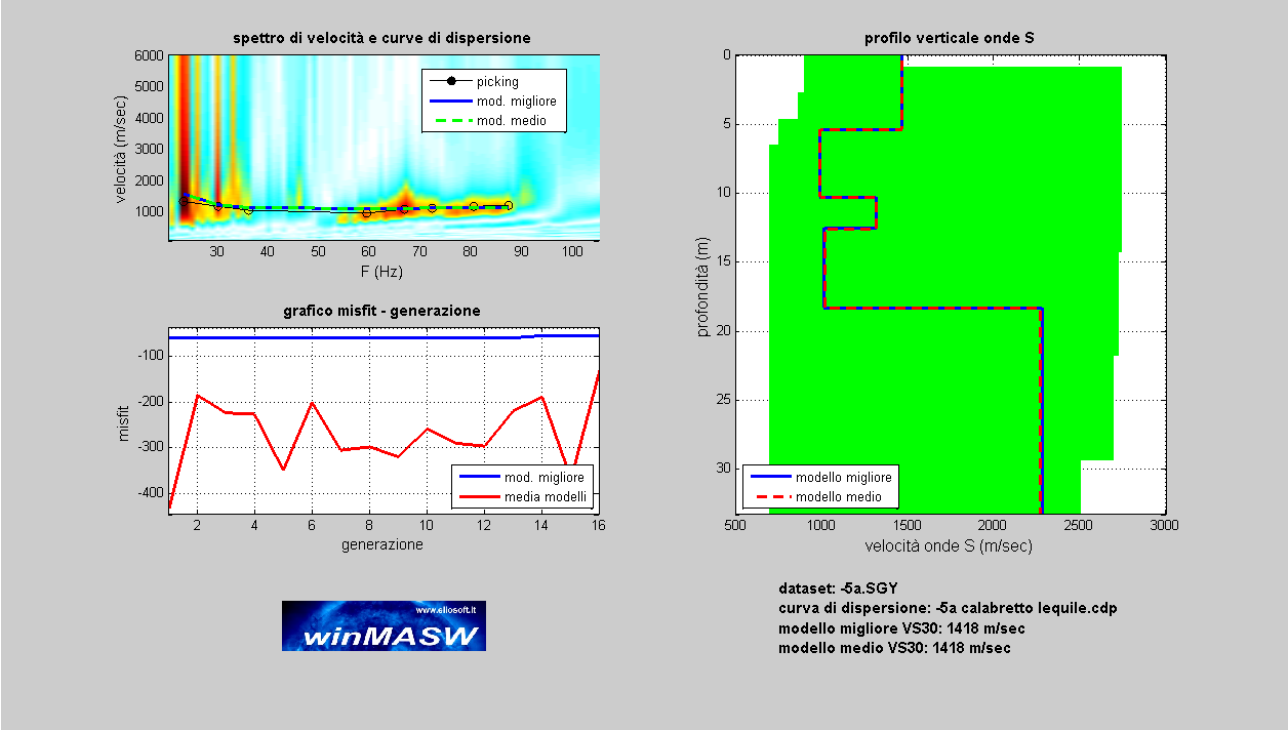
Deviazioni Standard (m): 0.20785 0.06423 0.20743 0.20837

VS30 (m/sec): 856

Possibile Tipo di Suolo: A

MASW 5

RISULTATI winMASW 2.0
Dataset: -5a.SGY
Curva analizzata: -5a lequile.cdp



Modello medio

VS (m/sec): 1464.744 991.43948 1316.4283 1017.3249 2269.2345

Deviazioni Standard (m/sec): 0 0 0 0 0

Spessori (m): 5.4593 4.8584 2.2931 5.772

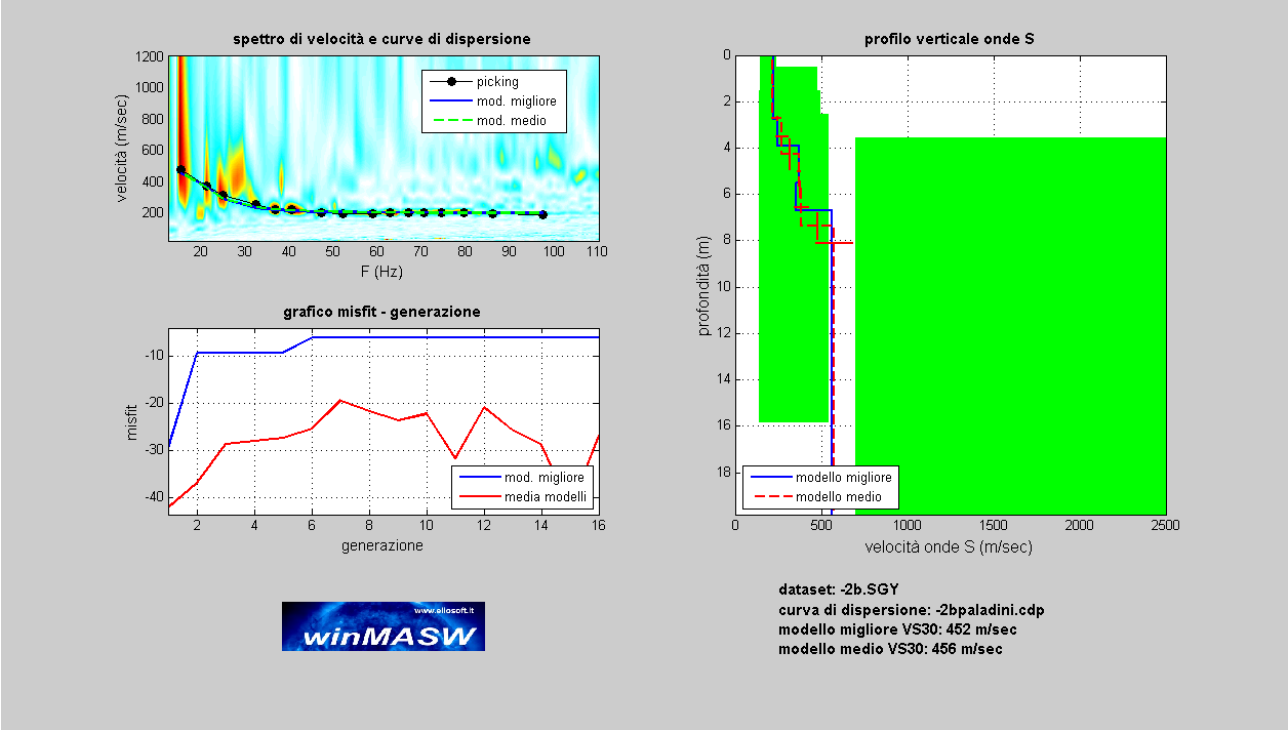
Deviazioni Standard (m): 0 0 0 0

VS30 (m/sec): 1418

Possibile Tipo di Suolo: A

MASW 6

RISULTATI winMASW 2.0
Dataset: -2b.SGY
Curva analizzata: -2b.cdp



Modello medio

VS (m/sec): 220.1927 270.1928 371.6562 383.0542 572.2616

Deviazioni Standard (m/sec): 4.159971 37.45743 9.133927 42.26161 107.9554

Spessori (m): 2.7194 1.5492 1.5017 1.5748

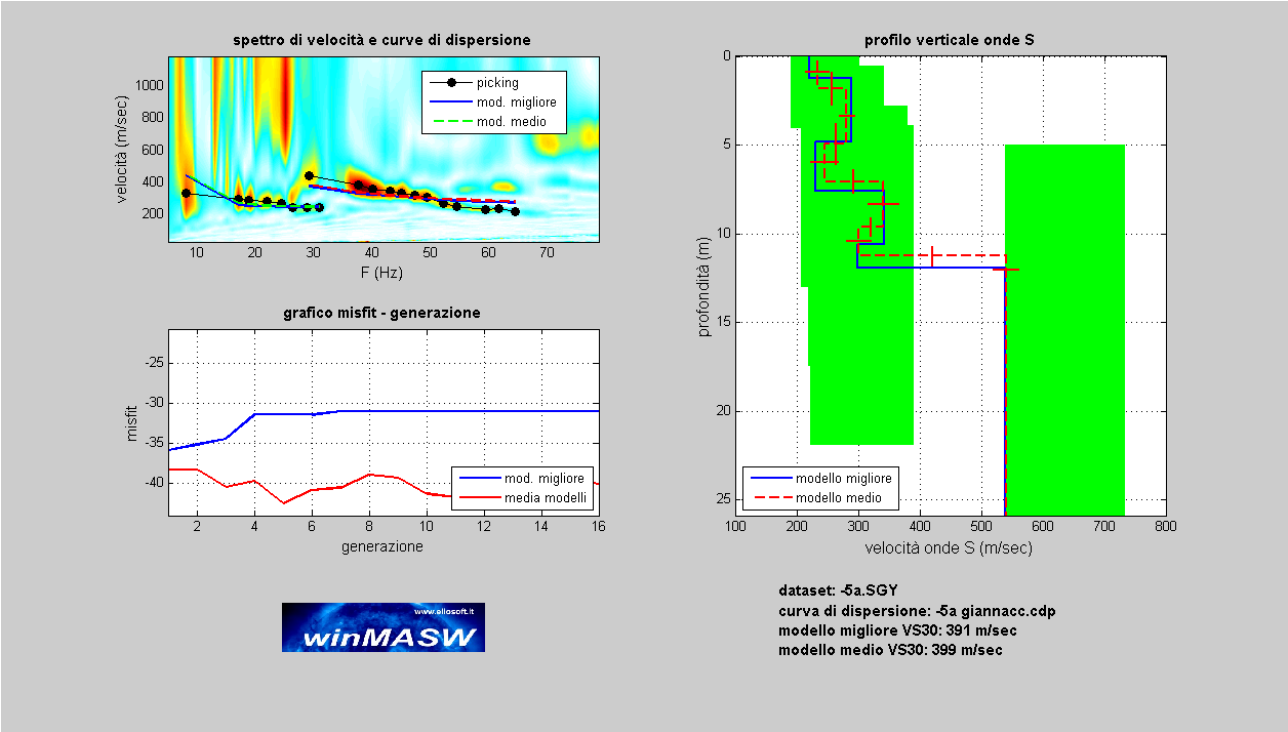
Deviazioni Standard (m): 0.10232 0.66555 0.37213 0.57396

VS30 (m/sec): 456

Possibile Tipo di Suolo: B

MASW 7

RISULTATI winMASW 2.0
Dataset: -5a.SGY
Curva analizzata: -5a.cdp



Modello medio

VS (m/sec): 233.5065 281.376 245.4119 340.8234 300.5939 540.2821

Deviazioni Standard (m/sec): 19.6473 12.1072 22.8518 25.6752 20.2844 21.191

Spessori (m): 1.8026 3.1424 2.1132 2.5632 1.6367

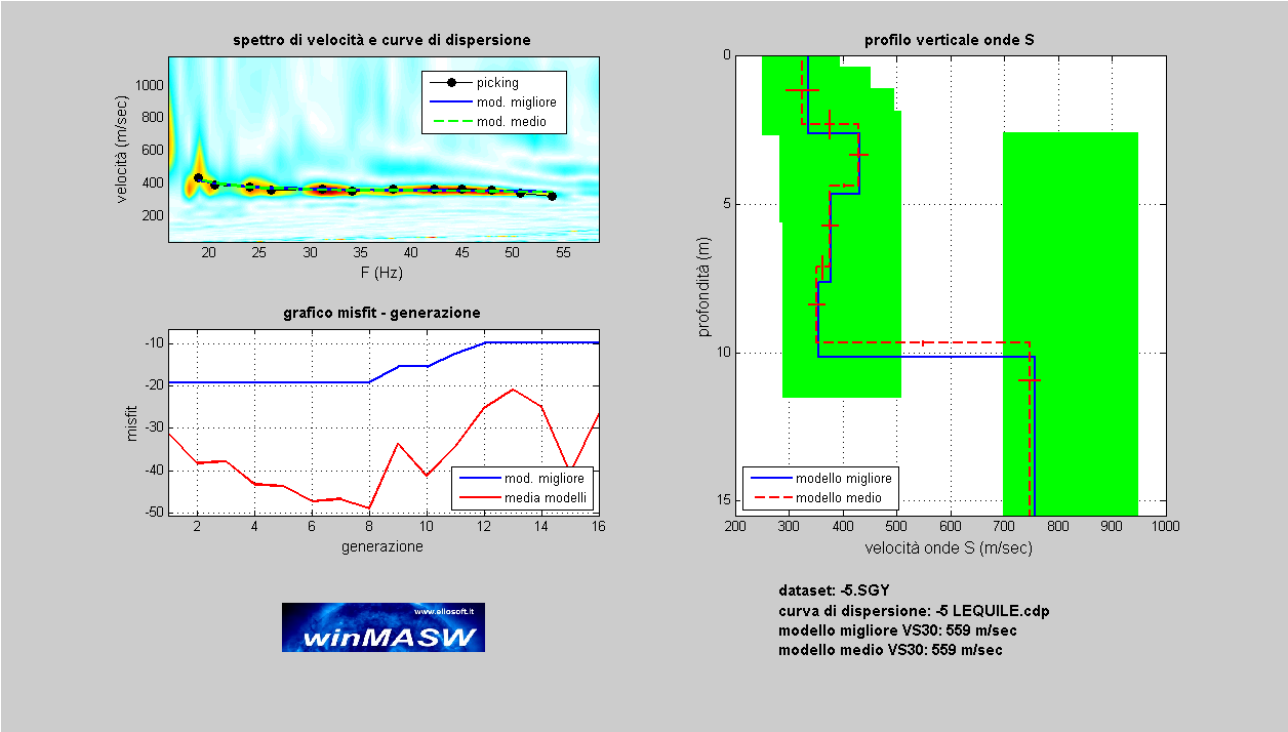
Deviazioni Standard (m): 0.92224 1.1515 0.67684 0.52576 0.55415

VS30 (m/sec): 399

Possibile Tipo di Suolo: B

MASW 8

RISULTATI winMASW 2.0
Dataset: -5.SGY
Curva analizzata: -5 LEQUILE.cdp



Modello medio

VS (m/sec): 324.9032 429.2516 376.2689 351.119 747.1946

Deviazioni Standard (m/sec): 29.6655 16.8247 15.2319 15.2006 20.2254

Spessori (m): 2.297 2.0633 2.7496 2.5682

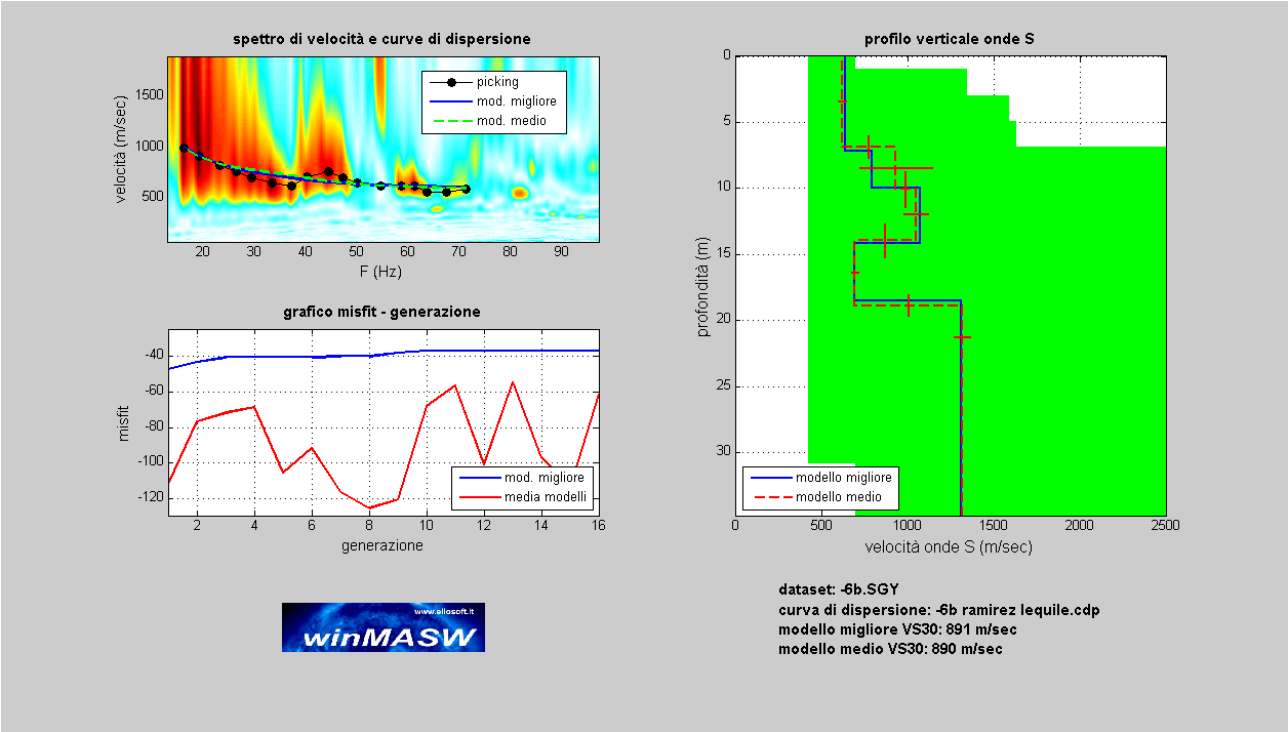
Deviazioni Standard (m): 0.47037 0.04165 0.39687 0.097002

VS30 (m/sec): 559

Possibile Tipo di Suolo: B

MASW 9

RISULTATI winMASW 2.0
Dataset: -6b.SGY
Curva analizzata: -6b.cdp



Modello medio

VS (m/sec): 621.84431 932.75538 1049.6365 695.82903 1318.1894

Deviazioni Standard (m/sec): 26.14091 210.1761 71.5282 20.09731 50.30643

Spessori (m): 6.8945 3.1981 3.8715 4.914

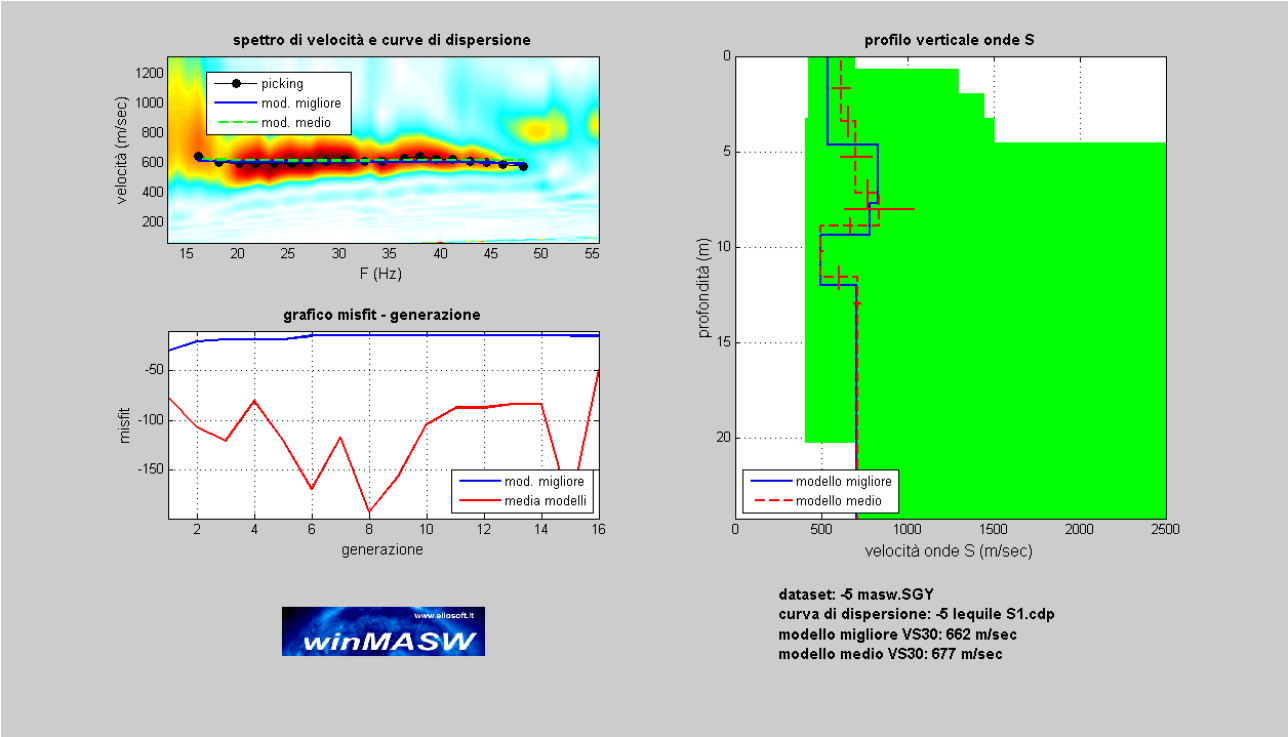
Deviazioni Standard (m): 0.86015 1.3751 1.293 0.80772

VS30 (m/sec): 890

Possibile Tipo di Suolo: A

MASW 10

RISULTATI winMASW 2.0
Dataset: -5 masw.SGY
Curva analizzata: -5 lequile .cdp



Modello medio

VS (m/sec): 617.7502 700.3017 835.6759 498.1857 709.0833

Deviazioni Standard (m/sec): 52.95693 92.05601 204.1229 9.038546 20.84483

Spessori (m): 3.4002 3.7841 1.684 2.7073

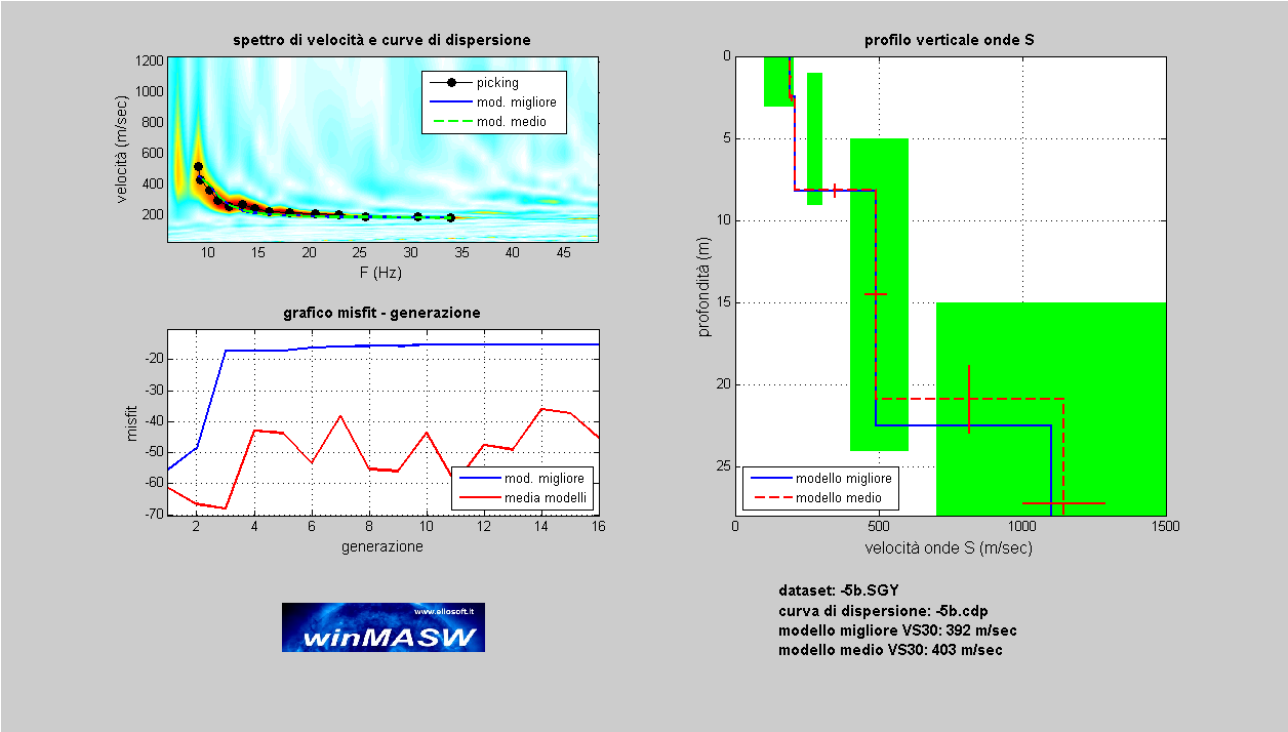
Deviazioni Standard (m): 0.8076 0.71054 0.41322 0.60213

VS30 (m/sec): 677

Possibile Tipo di Suolo: B

MASW 11

RISULTATI winMASW 2.0
Dataset: -5b.SGY
Curva analizzata: -5b.cdp



Modello medio

VS (m/sec): 190.24274 207.41 490.47043 1144.3266

Deviazioni Standard (m/sec): 3.637504 0.008221515 37.61451 141.7302

Spessori (m): 2.54233 5.63381 12.7167

Deviazioni Standard (m): 0.19954 0.42188 2.0524

VS30 (m/sec): 403

Possibile Tipo di Suolo: B