

**Studio  
Georicerche snc**

PI e CF: 01232900520  
di Luca Caselli & Roberto Cerri - geologi  
Via Pietro Nenni, 82/2 Loc. BADESSE  
53035 - MONTERIGGIONI (SI)  
Tel & Fax 0577/310021 E-mail geo.ricerche@virgilio.it

**"I Istanza per autorizzazione e/o omologa di  
opere ai sensi del R.D. N° 523/1904 -  
realizzazione di nuovo punto di scarico di  
depuratore in acque superficiali**

**RELAZIONE TECNICA**

**DATA:** 08/05/2015

**LOCALITA':** STAZIONE DI SANT'ANGELO - CINIGIANO -  
MONTALCINO (SI)

**COMMITTENTE:** BANFI SOCIETA' AGRICOLA S.r.l.



**Il Geologo**

## INDICE

PREMESSA .....	2
IMPIANTO DI DEPURAZIONE.....	3
DECRIZIONE INTERVENTO PREVISTO .....	8
CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO (C.6.2.1. - NTC 2008) .....	9
NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	9
LINEAMENTI GEOLOGICI E GEOMORFOLOGICI .....	10
INTRODUZIONE .....	10
STRATIGRAFIA.....	10
VINCOLI E PERICOLOSITA' .....	12
ASPETTI GEODINAMICI E SISMICITA' .....	17
INDAGINE MASW - PRINCIPI GENERALI.....	20
RELAZIONE GEOTECNICA (C6.2.2.5 - NTC 2008) .....	26
NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	26
CARATTERIZZAZIONE FISICA E MECCANICA DEI TERRENI E DELLE ROCCE E DEFINIZIONE DEI VALORI CARATTERISTICI DEI PARAMETRI GEOTECNICI.....	27
APPROCCI PROGETTUALI E VALORI DI PROGETTO DEI PARAMETRI GEOTECNICI .....	28
CONCLUSIONI .....	29

## **PREMESSA**

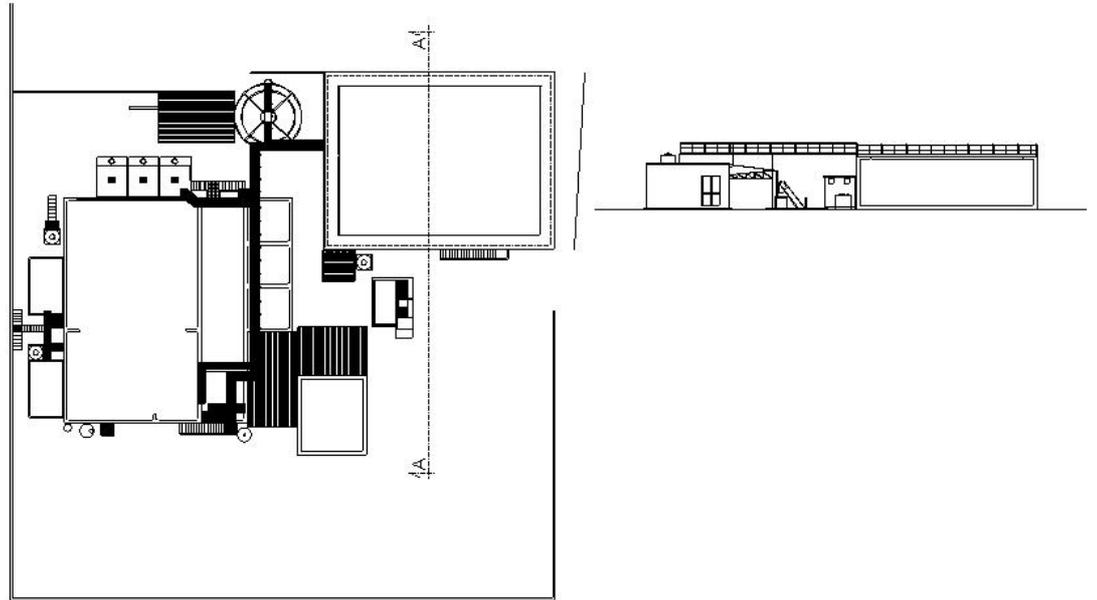
Le presente relazione tecnica, eseguita per conto del BANFI SOCIETA' AGRICOLA S.RL, è a corredo della richiesta di autorizzazione R.D. 523/1904 per la realizzazione di un punto di scarico nel Fiume Orcia, in Loc. Sant Angelo scalo – Montalcino (SI).

Attualmente il punto di scarico è situato in un corso d'acqua secondario, che nel corso degli anni ha ridotto notevolmente la portata fino a dover essere classificato come "corso d'acqua non significativo" ai fini della gestione degli scarichi in acque superficiali.

Per quanto sopra quindi si chiede l'autorizzazione per poter spostare l'attuale punto di scarico direttamente nel Fiume Orcia, corso d'acqua idoneo per ricevere scarichi di depuratori autorizzati e con parametri rientranti nella Tab. 3.

## IMPIANTO DI DEPURAZIONE

### Descrizione ciclo produttivo e materie prime impiegate



L'impianto di depurazione è al servizio delle cantine dell'azienda Banfi Società Agricola srl, dove si realizzano le normali attività di cantina, dalla vinificazione delle uve all'imbottigliamento dei vini.

Le operazioni prettamente tecnologiche (cicli produttivi) possono essere così schematizzate:

- Ricezione uve

Pesatura campionatura controlli analitici e documentali.

- Vinificazione

Cernita manuale, ottica e densimetrica, diraspatura pigiatura, pressatura chiarifiche sfecciature fermentazione, travasi, filtrazioni.

- Stoccaggio in tini d'acciaio inox e in contenitori in rovere, quest'ultimo comunemente definito "elevage"

Chiarifiche travasi filtrazioni

- Approntamento dei vini per l'imbottigliamento

Chiarifiche assemblaggi stabilizzazione tartarica e biologica.

- Imbottigliamento

Depalettizzazione bottiglie, ispezione bottiglie vuote, sciacquatura, imbottigliamento, tappatura, capsulatura, etichettamento, incartonamento, palettizzazione, immagazzinamento.

- Affinamento dei vini in bottiglia

Sosta a temperatura 15-18°C

- Immagazzinamento dei vini pronti per la spedizione e servizi logistici connessi
- Attività collegate ai cicli tecnologici, le cosiddette "Utilities"

Insieme ai cicli tecnologici convivono attività di supporto degli stessi (Utilities):

## **Ciclo delle acque**

Attingimento, potabilizzazione, distribuzione, impieghi, scarico, depurazione.

Centrale termica

Caldaie produzione vapore, acqua calda, distribuzione.

Centrale frigorifera

Produzione di acqua refrigerata e reti di distribuzione.

Impianti a fluido gassoso

Aria compressa, gas inerti, Azoto, anidride carbonica e reti di distribuzione.

Impianti a filo

Impianti elettrici (ricezione trasformazione distribuzione impianti di emergenza e di continuità statica e dinamica), telefonia, reti informatiche, sistemi di controllo impianti e di sicurezza.

Le attività sopra elencate escludono implicitamente che si rientri nei settori produttivi individuati alla Tab.3A dell'allegato 5 del D.lgs 152/2006 (elenco sostanze pericolose):

qui si esclude esplicitamente questa eventualità.

Le materie prime impiegate sono uve, mosti e vini.

Le acque da trattare sono originate per ordine decrescente:

- da acque di lavaggio di impianti tecnologici (pompe, presse, filtri diraspapigiatrici, riempitrici etc) da vasi vinari di fermentazione e stoccaggio sia inox che in rovere, dalla pulizia di pareti e pavimenti.

- dai cicli di trattamento delle acque primarie (filtrazione, rigenerazione resine cationiche per addolcimento, osmosi inversa per caldaie, laboratorio filtri tangenziali, umidificazione barriera).

- dai cicli termici dei condensatori evaporativi, torri evaporative e caldaie.

- dai servizi mensa e igienico sanitari del personale e degli ospiti.

Dati di progetto:

L'impianto è in grado di trattare fino ad un massimo di 400mc/die con un BOD5 entrante di 3000mg/lit (3Kg/mc, pari a 1200Kg/d)

Pertanto:  $(AE)_{max} = (3.000 \times 400) / 60 = 20.000$  abitanti equivalenti

## **Portate**

Le portate storiche variano fra 55.000 - 70.000mc/anno

Non esiste differenza storica fra la quantità entrante e quella uscente

La portata media del periodo di punta (vendemmia) è di 15mc/h (360mc/die)

La massima portata oraria è pari a 3 volte la portata media del periodo di punta maggiorata del 50% ;

ovvero  $(15mc/h \times 1,5)^3 = 67,5mc/h$

NB

L'impianto è stato dimensionato per portate di 400mc/d

## L'IMPIANTO IN SINTESI

### Parametri tipici ingresso

Parametro	valore	note
Portata giornaliera (Qd)	400mc/d	progetto
portata oraria	20mc/h	progetto
portata tipica	15mc/h	registrato
max portata di piena	80mc/h	sfioratore di piena
COD	6000mg/lit	registrato
BOD5 non sedimentato (So)	3000mg/lit	registrato
BOD5 dopo sedimentazione (Soeq)	2400mg/lit	registrato
Ph	5-9	oscillazioni orarie
Ph uscita eq.ne	6-8,5	oscillazioni giorn.re
Azoto totale	1,5-2,5	registrato
Fosforo	3-8	registrato
Cloruri	500-900	registrato
Solfati	150-300	registrato

### CARATTERISTICHE IMPIANTO

Superficie sedimentatori primari	11x3= 33mq	
volume sed.ri primari	3x27=81mc	
velocità ascensionale sed.ri primari	20/33= 0.66m/h	
tempo ritenzione	81/20=4h,3min	
volume vasca equalizzazione	1000mc	
volume eq.one medio occupato (Veq)	600mc	progetto
BOD5 in eq.ne (Soeq)	2400mg/lit	
tempo ritenzione idraulica eq.ne (tceq)	Veq/Qd=1,5d	
solidi sospesi SS eq.ne (SSeq)	10.000mg/lit	
carico fanghi cf eq.ne =Soeq/(SSeqxtceq)	2400/(10.000x1,5)=0,16	
rendimento teorico eq.ne $\mu$	1/(1+0,2rad0,16)=0,92	90% pratico
BOD5 uscente eq.ne (Soox)	2400(1-0,9)= 240mg/lit	
superficie sedimentatore carro ponte	40mq	
velocità ascensionale sed.re carro ponte	40/20=0,5m/h	
tempo ritenzione idraulica sed.re carro ponte	120/20=6h	
volume vasca ossidazione (Vox)	700mc	
tempo ritenzione ossidazione	700/400=1,75d	
Solidi sospesi SS ox.ne (Ssox)	8.000mg/lit	
carico fanghi cf oss.ne	240/(8000x1,75)=0,017	
rendimento ossidazione $\mu$		0,97 95% pratico
BOD5 uscita ossidazione (So out)	240(1-0,95)=12mg/lit	
rendimento totale (in/out)	1-(12/3000)=0,996	996/1000

### PARAMETRI TIPICI USCITA

Per i dettagli dei parametri di uscita si rimanda all' ALLEGATO seguente con certificato di analisi dello scarico del depuratore.

N° Accettazione: 003457/14  
 Codice Cliente: 3044  
 Descrizione Campione: ACQUA DI SCARICO DA IMPIANTO BIOLOGICO  
 Produttore: BANFI SOC. AGRICOLA SRL  
 Committente: BANFI SOC. AGRICOLA SRL  
 Prelevato da: TECNICO BIO CONSULT SRL  
 Note:  
 Metodo di prelievo: APAT CNR IRSA 6010/1030 Man 29:2003  
 Luogo di prelievo: BANFI SOC. AGRICOLA SRL  
 Data di Prelievo: 16/07/14 Data di ricevimento: 16/07/14  
 Data inizio prova: 16/07/14 Data di accettazione: 16/07/14  
 Data fine prova: 24/07/14

Spett.le  
 BANFI SOCIETA' AGRICOLA SRL  
 CASTELLO DI POGGIO ALLE MURA,  
 53024 MONTALCINO

**RAPPORTO DI PROVA 003457/14**

Parametro	Metodo	Risultato	Inc.	U.M.	Tab. 3 All.5 D.Lgs 152/06 Scarico acque superficiali	Tab.3 All.5 D.Lgs 152/06: Scarico in rete fognaria
<b>PARAMETRI CHIMICO FISICI</b>						
pH	APAT CNR IRSA 2060 Man 29 2003	<b>6.8</b>		Unità di pH	5,5 -9,5	5,5 - 9,5
TEMPERATURA *	APAT CNR IRSA 2100 MAN 29 2003	<b>26.0</b>		°C		
COLORE *	APAT CNR IRSA 2020 A MAN 29 2003	<b>incolore</b>		-		
ODORE *	APAT CNR IRSA 2060 MAN 29 2003	<b>inodore</b>		-		
MATERIALI GROSSOLANI *	AAPAT CNR IRSA 2090 C MAN 29 2003	<b>assenti</b>		mg/l	assenti	assenti
SOLIDI SOSPESI TOTALI	APAT CNR IRSA 2090 B Man 29 2003	<b>10</b>		mg/l	80	200
Richiesta biochimica di ossigeno (BOD5) *	APAT CNR IRSA 5120 A Man 29 2003	<b>&lt;10</b>		mg/l	40	250
Richiesta chimica di ossigeno (COD)	ISO 15705:2002	<b>32</b>		mg/l	160	500
<b>METALLI</b>						
ALLUMINIO	APAT CNR IRSA 3020 MAN 29 2003	<b>0.1</b>		mg/l	1.0	2.0
ARSENICO	APAT CNR IRSA 3020 MAN 29 2003	<b>0.03</b>		mg/l	0.5	0.5
BARIO	APAT CNR IRSA 3020 MAN 29 2003	<b>0.02</b>		mg/l	20	
BORO	APAT CNR IRSA 3020 MAN 29 2003	<b>0.2</b>		mg/l	2.0	4.0
CADMIO	APAT CNR IRSA 3020 MAN 29 2003	<b>&lt;0.001</b>		mg/l	0.02	0.02
CROMO TOTALE	APAT CNR IRSA 3020 MAN 29 2003	<b>&lt;0.1</b>		mg/l	2.0	4.0
CROMO VI *	APAT CNR IRSA 3150C MAN 29 2003	<b>&lt;0.01</b>		mg/l	0.2	0.2
FERRO	APAT CNR IRSA 3020 MAN 29 2003	<b>0.01</b>		mg/l	2.0	4.0
MANGANESE	APAT CNR IRSA 3020 MAN 29 2003	<b>0.002</b>		mg/l	2	4
MERCURIO	APAT CNR IRSA 3020 MAN 29 2003	<b>&lt;0.0001</b>		mg/l	0.005	0.005
NICHEL	APAT CNR IRSA 3020 MAN 29 2003	<b>0.005</b>		mg/l	2.0	4.0
PIOMBO	APAT CNR IRSA 3020 MAN 29 2003	<b>&lt;0.002</b>		mg/l	0.2	0.3
RAME	APAT CNR IRSA 3020 MAN 29 2003	<b>0.03</b>		mg/l	0.1	0.4
SELENIO	APAT CNR IRSA 3020 MAN 29 2003	<b>&lt;0.02</b>		mg/l	0.03	0.03
STAGNO	APAT CNR IRSA 3020 MAN 29 2003	<b>0.3</b>		mg/l	10	
ZINCO	APAT CNR IRSA 3020 MAN 29 2003	<b>0.08</b>		mg/l	0.5	1.0
CIANURI TOTALI *	APAT CNR IRSA 4070 MAN 29 2003	<b>&lt;0.1</b>		mg/l	0.5	1.0
CLORO ATTIVO LIBERO *	APAT CNR IRSA 4080 MAN 29 2003	<b>&lt;0.01</b>		mg/l	0.2	0.3
<b>ANIONI</b>						
SOLFURI *	APAT CNR IRSA 4160 MAN 29 2003	<b>&lt;0.1</b>		mg/l	1	2
SOLFITI *	APAT CNR IRSA 4150 MAN 29 2003	<b>&lt;0.1</b>		mg/l	1	2
SOLFATI	APAT CNR IRSA 4020 MAN 29 2003	<b>355</b>		mg/l	1000	1000
CLORURI	APAT CNR IRSA 4020 MAN 29 2003	<b>587</b>		mg/l	1200	1200
FLUORURI	APAT CNR IRSA 4020 MAN 29 2003	<b>5.3</b>		mg/l	6.0	12
FOSFORO TOTALE	APAT CNR IRSA 3020 MAN 29 2003	<b>&lt;0.1</b>		mg/l	10	10

\* Prova non accreditata da ACCREDIA.

**Documento con firma digitale avanzata ai sensi della normativa vigente.**

I Risultati si riferiscono esclusivamente al campione presentato per la prova. Il presente Rapporto di prova non può essere parzialmente riprodotto senza formale autorizzazione scritta del Laboratorio. Il tempo di conservazione del campione sarà di 3 giorni, salvo diverso accordo. La stima dell'incertezza di misura, tiene conto del fattore di copertura  $k=2$ , con livello di probabilità  $p=95\%$ . Per i parametri microbiologici l'incertezza è espressa come intervallo di confidenza al 95% di probabilità. Per altre informazioni e specifiche far sempre riferimento al Mod. 035B "Informativa cliente" e al Mod. 031 "Listino prezzi".  
 Sede laboratorio: Via Isonzo, 8 58022 Follonica (GR) T el 056649020 Fax 0566268835 EMAIL: bo@bioconsult-srl.com www.bioconsult-srl.com

**RAPPORTO DI PROVA 003457/14**

Parametro	Metodo	Risultato	Inc.	U.M.	Tab. 3 All.5 D.Lgs 152/06 Scarico acque superficiali	Tab.3 All.5 D.Lgs 152/06: Scarico in rete fognaria
AZOTO AMMONIACALE *	APAT CNR IRSA 4030 MAN 29 2003	2.4		mg/l	15	30
AZOTO NITROSO	APAT CNR IRSA 4020 MAN 29 2003	<0.1		mg/l	0.6	0.6
AZOTO NITRICO	APAT CNR IRSA 4020 MAN 29 2003	2.0		mg/l	20	30
OLI E GRASSI ANIMALI E VEGETALI *	APAT CNR IRSA 5160 B1 MAN 29 2003	<10.0		mg/l	20	40
IDROCARBURI TOTALI *	APAT CNR IRSA 5160 B2 MAN 29 2003	<1.0		mg/l	5.0	10
FENOLI *	EPA 3510 C +EPA 8270 D 2007	<0.05		mg/l	0.5	1.0
ALDEIDI *	APAT CNR IRSA 5010 MAN 29 2003	<0.1		mg/l	1.0	2.0
SOLVENTI ORGANICI AZOTATI *	EPA 5021 A/03 + EPA 8260 C/06	<0.01		mg/l	0.1	0.2
SOLVENTI ORGANICI AROMATICI *	EPA 5021 A/03 + EPA 8260 C/06	<0.01		mg/l	0.2	0.4
TENSIOATTIVI TOTALI *	DA CALCOLO (sommatoria cationici, ionici e non ionici)	0.7		mg/l	2	4
PESTICIDI FOSFORATI *	APAT CNR IRSA 5060 MAN 29 2003	<0.01		mg/l	0.10	0.10
PESTICIDI TOTALI ESCLUSI FOSFORATI *	EPA 3510 C/96 + EPA 8270 D 1998	<0.01		mg/l	0.05	0.05
ALDRIN *	EPA 3510 C/96 + EPA 8270 D 1998	<0.01		mg/l	0.10	0.10
DIELDRIN *	EPA 3510 C/96 + EPA 8270 D 1998	<0.01		mg/l	0.10	0.10
ENDRIN *	EPA 3510 C/96 + EPA 8270 D 1998	<0.01		mg/l	0.002	0.002
ISODRIN *	EPA 3510 C/96 + EPA 8270 D 1998	<0.01		mg/l	0.002	0.002
SOLVENTI CLORURATI *	EPA 5021 A/03 + EPA 8260 C/06	<0.1		mg/l	1.0	2.0
ESCHERICHIA COLI	APAT CNR IRSA 7030 F MAN 29.2003	5.5x10		UFC/100 ml	5000	5000
SAGGIO DI TOSSICITA' ACUTA *	APAT CNR IRSA 8060 29 2003	35		-	<50	<80

**Informazioni aggiuntive:**

**Dichiarazioni di conformità:** I valori dei parametri analizzati rientrano nei limiti previsti dalla tab 3 all.5 dell' D.lgs. 152/06 : scarico in acque superficiali e scarico in rete fognaria.

**Pareri ed interpretazioni - non oggetto dell'accREDITAMENTO ACCREDIA:**

Legenda:  
Inc = Incertezza estesa di misura

Data di emissione: **24/07/14**

**Responsabile di Laboratorio**

Dott.ssa Milena Margarella

 Biologa  
 Ordine Nazionale dei Biologi  
 Iscrizione n. 045513

**Responsabile area chimica**

Dott. Alfonso Verlezza

 Chimico  
 Ordine dei Chimici - L. U. A. M.  
 Iscrizione n. 2820

\* Prova non accreditata da ACCREDIA.

**Documento con firma digitale avanzata ai sensi della normativa vigente.**

*I Risultati si riferiscono esclusivamente al campione presentato per la prova. Il presente Rapporto di prova non può essere parzialmente riprodotto senza formale autorizzazione scritta del Laboratorio. Il tempo di conservazione del campione sarà di 3 giorni, salvo diverso accordo. La stima dell'incertezza di misura, tiene conto del fattore di copertura k=2, con livello di probabilità p=95%. Per i parametri microbiologici l'incertezza è espressa come intervallo di confidenza al 95% di probabilità. Per altre informazioni e specifiche far sempre riferimento al Mod. 0358 "Informativa cliente" e al Mod. 031 "Listino prezzi".*  
 Sede laboratorio: Via Isonzo, 8 58022 Follonica (GR) T el 056649020 Fax 0566268835 EMAIL box@bioconsult-srl.com www.bioconsult-srl.com

## **DECRIZIONE INTERVENTO PREVISTO**

La realizzazione del nuovo punto di scarico prevede:

- Scavo a sezione obbligata di lunghezza 330 metri con profondità massima 30 cm., (profondità maggiori non sono possibili a causa della presenza di fitte tubature per l'irrigazione a goccia del frutteto).
- Posizionamento di tubo diametro 100 mm.
- Rientro scavo
- Posizionamento nella sponda del Fiume Orcia di gabbioni drenati ( 2\*2\*1 m. )
- Posizionamento del punto di scarico nella parte bassa dei gabbioni drenanti
- Coordinate nuovo punto di scarico : Long. 11° 25' 12,4466 – Lat. 42° 57' 39,9483

**NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

- DPGR 8 agosto 2003 48/R "regolamento forestale della Toscana" art. 75
- OPCM n. 3274 del 20.03.2003
- OPCM 3519 del 28/04/2006
- DGR 19/06/2006 n° 431 "Riclassificazione sismica del territorio regionale: "attuazione del D.M. 14/09/2005 e OPCM 3519 del 28/04/2006"
- DGR 11/05/2009 n° 387 "Reg. di attuazione dell'Art. 117 commi 1 e 2 LR 3/01/05 n° 1
- DPGR 22 ottobre 2012 ° 58/R
- L.R. 21 maggio 2012 n. 21
- Comune di Montalcino – Piano Strutturale approvato

## LINEAMENTI GEOLOGICI E GEOMORFOLOGICI

### INTRODUZIONE

Nell'area in esame al di sotto dei sedimenti alluvionali del sistema fluviale Ombrone - Orcia, affiorano sedimenti di ambiente lacustre riferibili al Miocene superiore.

Il lacustre del Bacino dell'Ombrone - Orcia, che affiora tra l'area di Pari e quella di Cana è stato studiato, dal punto di vista pleontologico, solo nel suo tratto meridionale (Baccinello - Cana); qui LORENZ (1968) ha suddiviso la successione lacustre in due parti che ha riferito rispettivamente al Sarmaziano e al Pontico. Secondo l'Autore la parte inferiore, sarmaziana, corrisponde, cronologicamente e come litofacies, alla "Serie lignitifera" della Toscana Marittima; quella superiore dovrebbe trovare il suo equivalente cronologico nel Calcere di Rosignano dei Monti Livornesi, anche se ne differisce fortemente per la facies.

La successione completa ricostruita sulla destra del Torrente Trasubbie, dello spessore di circa 400 m, comprende a partire dal termine più antico (DAMIANI et al., 1981):

- conglomerato poligenico in matrice sabbiosa
- argille brune, talvolta marnose, con alla base il banco lignifero di Baccinello; in questo termine è contenuto il primo orizzonte a Vertebrati indicato da LORENZ con la sigla .
- banco conglomeratico - arenaceo - marnoso a Lymnocardium
- argille con alternanze sabbioso - conglomeratiche, contenenti il secondo orizzonte a Vertebrati .
- argille con alternanze sabbioso - conglomeratiche contenenti il terzo orizzonte a Vertebrati .
- calcari di acqua dolce a Dreissena e Melanopsis.

Il terzo orizzonte a Vertebrati , è stato attribuito da LORENZ al Pontico s.l. e correlato con le unità medio - messiniane della Val di Fine.

HURZELER & ENGESSER (1976) sulla base di nuovi dati hanno riferito questo l'orizzonte ad un'età compresa fra il Turoliano superiore ed il Rusciniense inferiore, corrispondenti, nella scala cronologica delle forme marine al Miocene superiore - Pliocene inferiore.

Di conseguenza i calcari di acqua dolce a Dreissena e Melanopsis dovrebbero correlarsi con il Lacustre Superiore del bacino del Casino. A differenza di quest'ultimo, tuttavia, nell'area di Baccinello non è stata segnalata alcuna discordanza o discontinuità all'interno della successione lacustre.

### STRATIGRAFIA

Nell'area interessata dalla realizzazione della cantina e della rimessa per attrezzi, affiorano i seguenti sedimenti:

#### DEPOSITI CONTINENTALI DEL QUATERNARIO

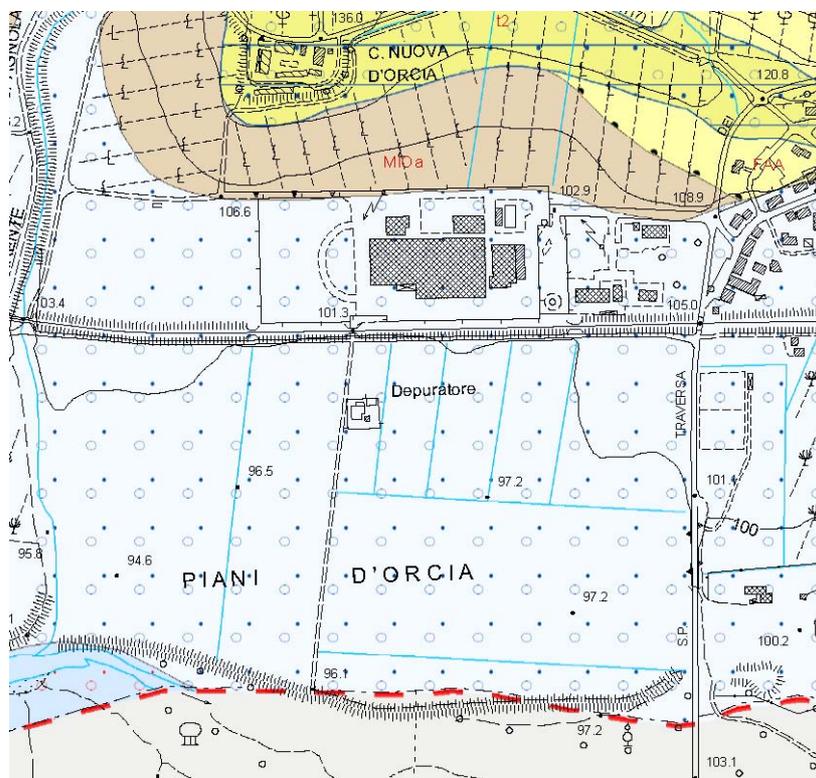
**Alluvioni recenti** - Si tratta di sedimenti sciolti di varia granulometria, dalle ghiaie ai limi rilevabili nella pianura compresa tra le quote 86 e 90 m.s.l.m..

**Alluvioni terrazzate** - Tra la pianura precedentemente descritta e l'inizio dell'area collinare, affiora una fascia di sedimenti conglomeratici in matrice sabbiosa-limosa riconducibili ad al piano e bordo di un terrazzo fluviale.

#### COMPLESSO NEOAUTOCTONO - SEDIMENTI CONTINENTALI DEL MIOCENE

Argille lacustri – Si tratta di argille e argille marnoso – siltose prevalentemente di colore nocciola, frequentemente vi si alternano nubi e livelli di ciottoli. Importanti livelli di lignite xiloide di buona qualità sono stati sfruttati industrialmente tra l’ottocento ed il novecento.

Nell’area in esame affiorano in una fascia compresa tra le alluvioni recenti e i depositi terrazzati.



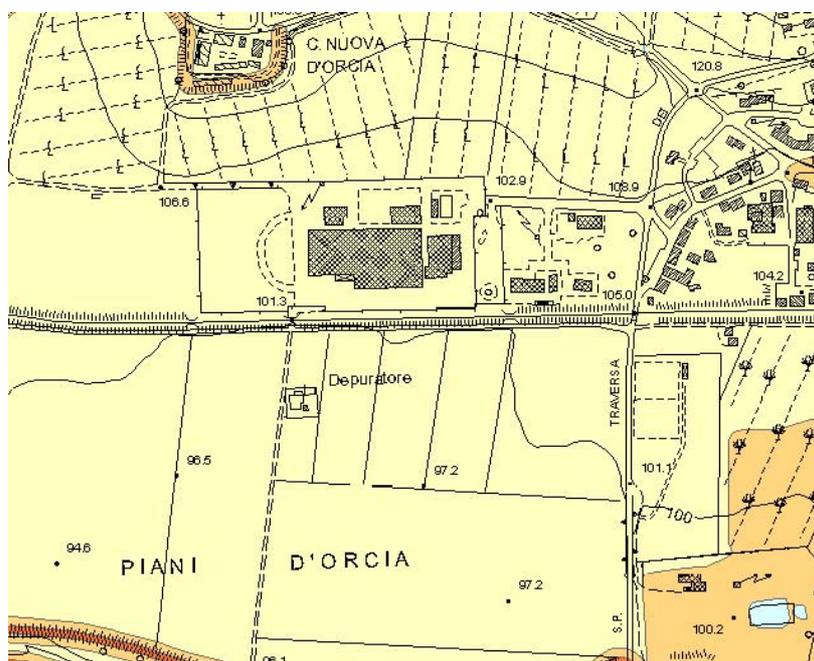
### Forme e depositi (Olocene - Pleistocene)

-  b: alluvioni attuali (con indicazione della granulometria)\*
-  a: alluvioni recenti (con indicazione della granulometria)\*
-  t1: superficie di terrazzo olocenico (con indicazione della granulometria)\*

## VINCOLI E PERICOLOSITA'

Dall'analisi delle cartografie e delle norme relative alla pericolosità geomorfologica/idraulica inserita nel PS vigente, della pericolosità geomorfologica ed idraulica del Piano di Assetto Idrogeologico e relativa al Vincolo Idrogeologico, è stato verificato quanto segue:

Pericolosità geomorfologica PS	Classe di pericolosità G.2 – pericolosità media
Pericolosità idraulica PS	Classe di pericolosità I.4 –pericolosità molto elevata
Pericolosità geomorfologia PAI	Assente
Pericolosità idraulica PAI	PIME - pericolosità idraulica molto elevata
Vincolo Idrogeologico	Assente



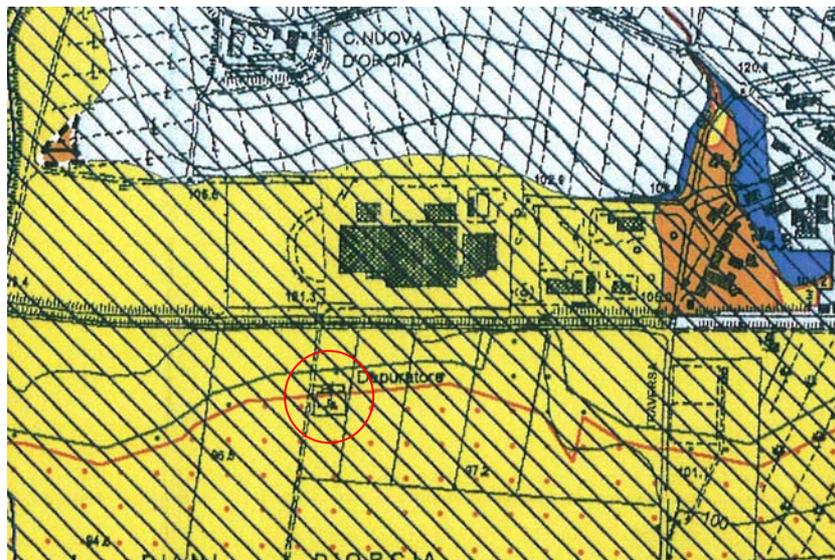
### LEGENDA

Classi di pericolosità geomorfologica ai sensi del D.G.P.R. 27 aprile 2007, n. 26/R

-  Pericolosità geomorfologica molto elevata (G.4)
-  Pericolosità geomorfologica elevata (G.3)
-  Pericolosità geomorfologica media (G.2)

### Idrografia superficiale

-  Bacini idrici - Laghi e specchi d'acqua
-  Reticolo idrografico - Corsi d'acqua superficiali
-  Confine comunale



**.LEGENDA**

**CLASSI DI PERICOLOSITA' IDRAULICA**

*Ai sensi del D.G.P.R. 27 aprile 2007, n. 26/R*

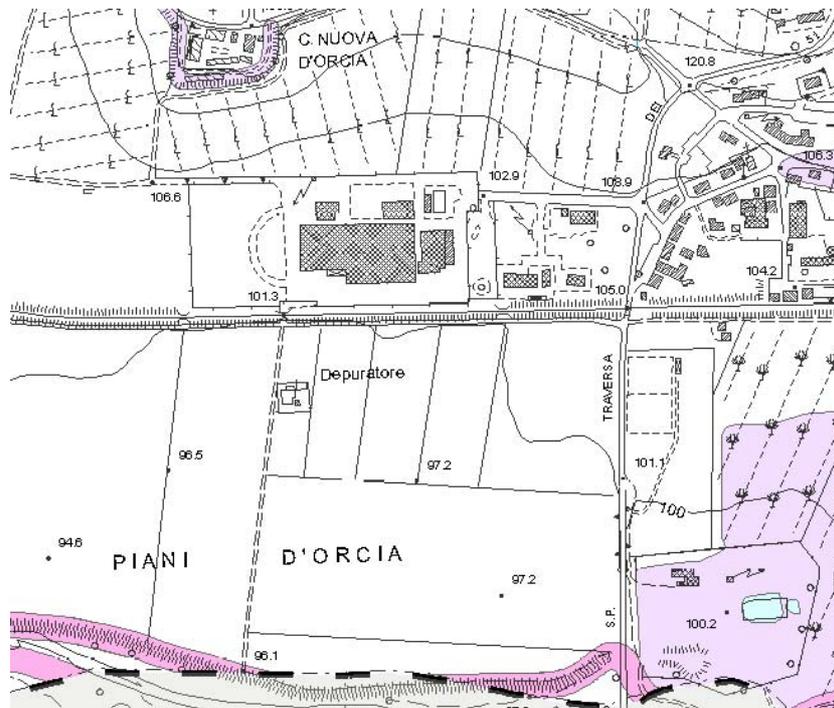
-  I1 Pericolosità idraulica bassa
-  I2 Pericolosità idraulica media
-  I3 Pericolosità idraulica elevata
-  I4 Pericolosità idraulica molto elevata

**AREE ALLAGATE**

-  Aree allagate riportate nel Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale di Siena, nel Piano di Assetto Idrogeologico del Bacino Regionale Ombrone, nella Carta delle Aree Inondabili della Regione Toscana
-  Classe di pericolosità 3 in base alla sussistenza della perimetrazione di aree allagate

**AREE ALLAGABILI**

-  Aree allagabili per Tr=30 anni tratte dallo studio dell'Ing. L.Castellani acquisito dal Bacino Regionale Ombrone con parere del C.T. nella seduta del 17/07/2006 (Fiume Ombrone nell'intorno della confluenza con il Torrente Arbia)
-  Aree allagabili per Tr=200 anni tratte dallo studio dell'Ing. L.Castellani acquisito dal Bacino Regionale Ombrone con parere del C.T. nella seduta del 17/07/2006 (Fiume Ombrone nell'intorno della confluenza con il Torrente Arbia)
-  Aree allagabili per Tr=30 anni tratte dallo studio del Prof. E.Paris acquisito dal Bacino Regionale Ombrone con parere del C.T. nella seduta del 10/06/2009 (Fiume Ombrone - eventi del 29/10/2004 e 4/12/2004)
-  Aree allagabili per Tr=200 anni tratte dallo studio del Prof. E. Paris acquisito dal Bacino Regionale Ombrone con parere del C.T. nella seduta del 10/06/2009 (Fiume Ombrone - eventi del 29/10/2004 e 4/12/2004)
-  Aree allagabili per Tr=30 anni tratte dallo studio dell'Ing. L.Castellani acquisito dal Bacino Regionale Ombrone con parere del C.T. nella seduta del 01/02/2008 (Fossi S. Angelo Destro e Sini)
-  Aree allagabili per Tr=200 anni tratte dallo studio dell'Ing. L.Castellani acquisito dal Bacino Regionale Ombrone con parere del C.T. nella seduta del 01/02/2008 (Fossi S. Angelo Destro e Sini)
-  Aree allagabili per Tr=500 anni tratte dallo studio dell'Ing. L.Castellani acquisito dal Bacino Regionale Ombrone con parere del C.T. nella seduta del 01/02/2008 (Fossi S. Angelo Destro e Sini)



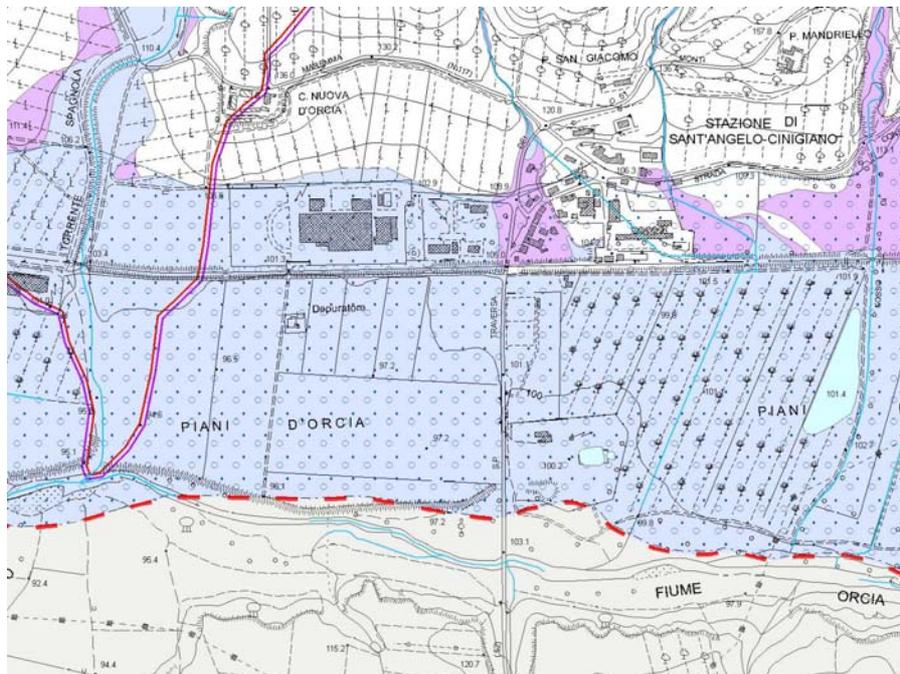
## LEGENDA

Classi di pericolosità geomorfologica ai sensi del Piano Assetto Idrogeologico del Bacino Regionale Ombrone (L. n. 183/89 - L.R. n. 91/98 - L. n. 365/00)

-  P.F.M.E.: area a pericolosità geomorfologica molto elevata
-  P.F.E.: area a pericolosità geomorfologica elevata
-  Area P.F.M.E. da Piano Assetto Idrogeologico  
- codice identificativo nell'elenco dei dissesti "mal02"
-  Implementazione del dato conoscitivo relativo all'individuazione delle nuove P.F.M.E. approvata dal Comitato Tecnico del Bacino Regionale Ombrone nella seduta del 28/11/06
-  Implementazione del dato conoscitivo relativo all'individuazione delle nuove P.F.E. approvata dal Comitato Tecnico del Bacino Regionale Ombrone nella seduta del 28/11/06

### Idrografia superficiale

-  Bacini idrici - Laghi e specchi d'acqua
-  Reticolo idrografico - Corsi d'acqua superficiali
-  Confine comunale



### LEGENDA

#### PERICOLOSITA' IDRAULICA AI SENSI DEL P.A.I. DEL BACINO REGIONALE OMBRONE

 P.I.M.E.: aree a pericolosità idraulica molto elevata

 P.I.E.: aree a pericolosità idraulica elevata

 Aree di pertinenza fluviale

#### BACINO DEL FIUME OMBRONE E RELATIVI SOTTOBACINI CON RISPETTIVO ORDINE GERARCHICO

	NOME	AMBITO IDROGRAFICO	BACINO	GERARCHIA
	Fiume Ombrone	Fiume Ombrone	Fiume Ombrone	1
	Fiume Orcia	Fiume Orcia	Fiume Orcia	2
	Torrente Serlate	Fiume Ombrone	Fiume Ombrone	2
	Torrente Suga	Fiume Ombrone	Fiume Ombrone	2
	Torrente di Camigliano	Fiume Ombrone	Fiume Ombrone	2
	Torrente Asso	Fiume Orcia	Torrente Asso	3
	Fosso del Marsaiolo	Fiume Ombrone	Fiume Ombrone	3
	Torrente Spagnola	Fiume Orcia	Fiume Orcia	3
	Torrente Ente	Fiume Orcia	Torrente Ente	3
	Torrente Ribusieri	Fiume Orcia	Fiume Orcia	3
	Torrente Tuoma	Fiume Orcia	Fiume Asso	4
	Fosso Manapetra	Fiume Orcia	Fiume Asso	4
	Fosso delle Radunate	Fiume Orcia	Fiume Orcia	4

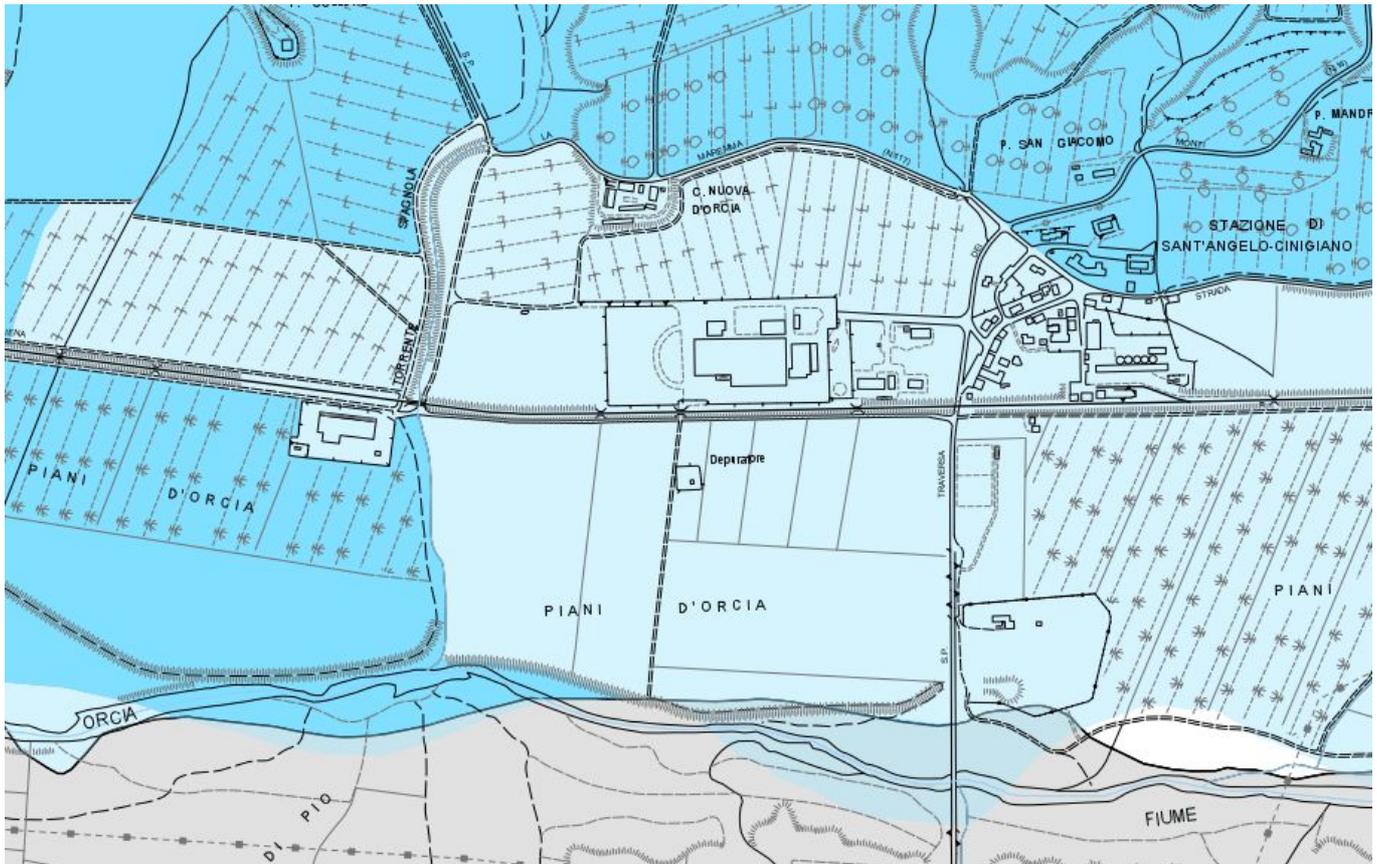
 Spartiacque dei Fiumi Ombrone ed Orcia

 Bacini idrici - Laghi e specchi d'acqua

 Reticolo idrografico significativo P.A.I.

 Confine comunale

# Cartografia Vincolo Idrogeologico



## ASPETTI GEODINAMICI E SISMICITA'

### Sismicità dell'area Amiata

L'area Toscana Meridionale/Alto Lazio occupa un'ampia fascia situata tra il bacino del fiume Albegna e il bacino del fiume Mignone. Questa fascia è limitata verso SW dalle colline di Scansano, Magliano in Toscana e Caparbio, nonché dalla costa tirrenica nel suo tratto tra Ansedonia e Civitavecchia; verso NE è bordata dai sistemi vulcanici dell'Amiata, dei Vulsini e dei Cimini. Dal punto di vista geologico l'area Toscana Meridionale/Alto Lazio appartiene al margine tirrenico della catena appenninica. Lungo questo margine strutture prevalentemente estensionali si sono sovra imposte, a partire dal Miocene superiore, alle precedenti strutture compressive ben evidenti nelle falde che compongono la catena. All'interno dell'area affiorano successioni attribuibili alle unità Toscane (unità metamorfica e Falda Toscana) e alle unità Liguri. Queste ultime sono coperte in discordanza da depositi di tipo "thrust - sheet- top" del Miocene medio. Su tutti i termini anzidetti giacciono trasgressivi depositi di età compresa tra il Messiniano e il Quaternario.

Per quanto concerne il comportamento sismico, l'area Toscana Meridionale/Alto Lazio è una delle aree italiane a più bassa sismicità tanto da essere stata scelta a suo tempo come "area sito" per una centrale nucleare. Questa scelta ha fatto sì che paradossalmente una delle zone meno sismiche d'Italia sia tra le più studiate dal punto di vista sismotettonico. Secondo l'Enel l'assenza di grandi terremoti in quest'area sarebbe giustificata dal fatto che il fronte

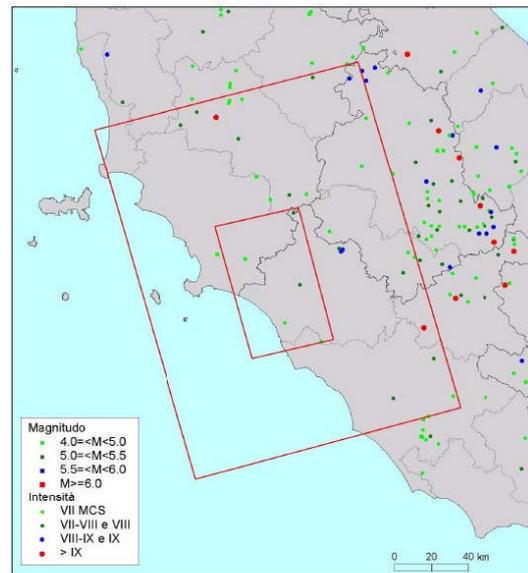


Figura 5 - Terremoti con intensità epicentrale maggiore o uguale al VII MCS (intervallo temporale 1000-1990) ovvero con magnitudo maggiore o uguale a 4,0 (intervallo temporale 1991-1996) che cadono all'interno dell'area Toscana Meridionale Alto Lazio o nei suoi immediati dintorni (da GRUPPO DI LAVORO CPTI 1999 per l'intervallo 1000-1990 e da GASPERINI e MONACCHI 2000 per l'intervallo 1991-1996)

della distensione avrebbe già raggiunto aree appenniniche più orientali e dal fatto che l'alto flusso di calore unitamente al basso tasso di deformazione impedirebbe, per ovvie ragioni reologiche, l'enucleazione di terremoti con elevata magnitudo (ENEL 1993; D'OFFIZI, 1994). Studi più recenti (BOSI et al. 1994; BONAFEDE et al. 1994) hanno sostanzialmente confermato questo modello sismotettonico ed hanno anche confermato, nell'area di Montalto di Castro, l'assenza di strutture geologiche attive capaci di generare terremoti di elevata energia. Il quadro sismotettonico complessivo dell'area Toscana Meridionale -Alto Lazio ci sembra sufficientemente documentato dagli studi compiuti negli anni '90. Nell'ultimo decennio non sono emersi elementi che modifichino le conclusioni a quel tempo raggiunte. Per quanto riguarda il presente rapporto, occorre rimarcare il fatto che le strutture geologiche responsabili dei terremoti di bassa magnitudo presenti nell'area hanno dimensioni così ridotte che il loro riconoscimento sfugge, per lo più, alle normali indagini geologiche e geofisiche. Ricordiamo che i due terremoti più importanti all'interno dell'area sono quello di Tarquinia del 26/05/1819 (magnitudo macrosismica pari a 4.8 e intensità epicentrale del VII MCS) e il terremoto di Tuscania del 06/02/1971 (Ms pari a 4.2, intensità epicentrale del VII-VIII MCS e intensità massima risentita dell'VIII-IX MCS).

Terremoti superficiali di bassa energia come il terremoto di Toscana del 1971 (v. fig. 6) possono provocare gravi danni al patrimonio edilizio ma non sono in grado di produrre fenomeni di fagliazione superficiale. Pertanto ai fini della progettazione di opere ingegneristiche questi terremoti non generano eccessive preoccupazioni anche se vengono lasciati "random" all'interno di un'"area sito".

Terremoti di maggiore energia, come il terremoto di Piancastagnaio del 16/10/1919 (Ms 5.2 e intensità massima risentita dell'VIII MCS o il terremoto di Bagnoregio dell'11/06/1695 (Ma 5.7 e intensità massima risentita del IX MCS) sono legati a strutture sismogenetiche esterne all'area Toscana Meridionale/Alto Lazio, anche se con essa confinanti. In questo caso, pertanto, gli eventi più severi vanno tenuti in considerazione ai fini della valutazione dell'hazard all'interno dell'"area sito" ma non destano alcuna preoccupazione per ciò che riguarda eventuali fenomeni di fagliazione superficiale.

### **Coefficienti sismici**

Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008 la stima della pericolosità sismica, intesa come accelerazione massima orizzontale su suolo rigido ( $V_{s30} > 800$  m/s), viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente".

Con le precedenti normative in campo antisismico, applicando il criterio "zona dipendente" avremmo potuto stimare l'accelerazione di base (senza considerare l'incremento dovuto ad effetti locali dei terreni) in maniera automatica, poiché essa sarebbe stata direttamente correlata alla Zona sismica di appartenenza del comune.

Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008 la classificazione sismica del territorio è scollegata dalla determinazione dell'azione sismica di progetto, mentre rimane il riferimento per la trattazione di problematiche tecnico-amministrative connesse con la stima della pericolosità sismica.

Pertanto (secondo quanto riportato nell'allegato A del D.M. 14 gennaio 2008) la stima dei parametri spettrali necessari per la definizione dell'azione sismica di progetto viene effettuata calcolandoli direttamente per il sito in esame, utilizzando come riferimento le informazioni disponibili nel reticolo di riferimento (riportato nella tabella 1 nell'Allegato B del D.M. 14 gennaio 2008).

Come indicato nell'Allegato A del D.M. 14 gennaio 2008, sarà possibile ottenere il valore dei suddetti parametri spettrali ( $a_g$ ,  $F_0$  e  $T^*c$ ) propri del sito in esame tramite media pesata con i 4 punti della griglia di accelerazioni (Tabella 1 in Allegato B) che comprendono l'area, mediante la seguente formula:

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

dove:

$p$  = valore del parametro di interesse nel punto in esame;  
 $P_i$  = valore del parametro di interesse nell' $i$ -esimo punto della maglia elementare contenente il punto in esame;  
 $d_i$  = distanza del punto in esame dall' $i$ -esimo punto della maglia suddetta.

I valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_0$  e  $T^*c$  determinati sono relativi a situazioni geologiche corrispondenti ad un sito con assenza di effetti locali dei terreni, ovvero con presenza di substrato sismico ( $V_{s30} > 800$  m/s) affiorante o subaffiorante ed in condizioni morfologiche pianeggianti.

Qualora il sito di progetto non presenti le suddette condizioni sarà necessario, come indicato nel Studio Georicerche Snc, 2015 \_\_\_\_\_ pag. 18

Cap.3.2 del D.M. del 14/01/2008, compiere specifiche analisi di valutazione della risposta sismica locale, o in alternativa, verificare:

La categoria di suolo di fondazione mediante la stima del parametro  $V_{s,30}$  (tabella 3.2.II nel Cap 3.2 della Norma) e di conseguenza valutare l'incremento sull'azione sismica (tabella 3.2.V nel Cap 3.2 della Norma). In funzione delle descrizioni litologiche e geotecniche proposte dalla suddetta tabella e di verifiche dirette in situazioni geologiche simili e limitrofe, consideriamo il terreno in questione di Classe 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  $NSPT_{,30} > 50$  nei terreni a grana grossa e  $c_{u,30} > 250$  kPa nei terreni a grana fina).

Il coefficiente di amplificazione topografica (tabelle 3.2.IV e tabelle 3.2. VI nel Cap 3.2 della Norma). Per il caso seguente, ci riferiamo ad una categoria topografica T2, cioè pendii caratterizzati da inclinazione media  $i > 15^\circ$ .

Pertanto, valutati i parametri spettrali  $a_g$ ,  $F_0$  e  $T^*c$  per il sito di progetto (approccio "sito-dipendente") secondo la formula 1, eventualmente corretti per il calcolo del periodo di ritorno necessario (formula 3), incrementati eventualmente per l'amplificazione stratigrafica e topografica (Cap. 3.2 del D.M.2008) e sulla base della classe d'uso della costruzione (Cap. 2.4 del D.M.2008), sarà possibile definire gli spettri orizzontali e verticali, necessari per la stima dell'azione sismica di progetto.

Di seguito viene riportato il calcolo dell'azione sismica di progetto per il sito in località Castiglioni d'Orcia (SI), così come previsto dalle nuove normative, utilizzando il software "Spettri NTC ver. 1.0.2" distribuito da Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

## **INDAGINE MASW – PRINCIPI GENERALI**

Lo scopo dell'indagine MASW è quello di determinare le Vs30 per definire la classificazione sismica del sottosuolo per il calcolo dell'azione sismica di progetto, in ottemperanza alle NTC definite in base al D.M. 14-01-2008. Il D.M. 14-01-2008, la normativa tecnica europea in materia di edilizia e indagini sismiche a servizio dell'edilizia (rispettivamente Eurocodici EC 7 e EC 8) e le più avanzate normative internazionali attribuiscono la giusta importanza alla caratterizzazione geotecnica sismica del terreno su cui dovranno essere realizzate opere di qualunque natura (edifici residenziali e industriali, opere di sostegno e di stabilizzazione di versanti, rilevati stradali, opere infrastrutturali, argini, dighe e opere idrauliche, gallerie, ponti e opere strutturali di grandi dimensioni, etc..).

La caratterizzazione del terreno dal punto di vista sismico in particolare e dinamico in generale richiede come elemento indispensabile la conoscenza del profilo di velocità delle onde di taglio Vs degli strati di terreno presenti nel sito, fino alla profondità di almeno 30 m dal piano campagna, secondo quanto richiesto dalle sopraccitate normative. Il profilo delle onde di taglio Vs nei primi 30 m di profondità risulta necessario per:

- valutare l'azione sismica di progetto al livello delle fondazioni di qualunque struttura
- valutare il rischio di liquefazione del terreno in sito
- valutare rischi di instabilità dei pendii e/o delle opere di sostegno
- valutare i cedimenti dei rilevati stradali, delle opere di sostegno, delle fondazioni degli edifici
- valutare la trasmissione delle vibrazioni generate dai treni, dalle macchine vibranti, dalle esplosioni in superficie o in sotterraneo, dal traffico veicolare.

Sulla base del profilo di velocità delle onde di taglio Vs nei primi 30 m di profondità è possibile determinare una velocità equivalente Vs30 rappresentativa del sito in esame, che consente di classificare il sito come sottosuolo di tipo A, B, C, D, E, S1, S2 secondo la nuova normativa sismica italiana o secondo la normativa europea Eurocodice 8.

### **INDAGINE MASW - CENNI TEORICI**

Il M.A.S.W. è una tecnica d'indagine recente che sfrutta le onde superficiali di Rayleigh. Questa tecnica "multi-station" rappresenta un'evoluzione del metodo S.A.S.W. e rispetto a quest'ultimo consente una determinazione senz'altro più affidabile delle proprietà del terreno.

La tecnica MASW viene eseguita mediante la trattazione spettrale del sismogramma acquisito, cioè a seguito di una trasformata di Fourier, che restituisce lo spettro del segnale. Il metodo utilizza l'analisi della dispersione geometrica delle onde di superficie mediante una funzione detta curva di dispersione, che associa ad ogni frequenza la velocità di propagazione dell'onda. Tale curva è facilmente estraibile dallo spettro del segnale poiché essa approssimativamente posa sui massimi del valore assoluto dello spettro. La curva di dispersione in realtà può non essere così facile da estrarre, questo perché dipende molto dalla pulizia dei dati e da quanto disturbano gli altri segnali presenti nel sismogramma. La curva di dispersione sperimentale deve essere confrontata con quella relativa ad un modello sintetico che verrà successivamente alterato in base alle differenze riscontrate tra le due curve, fino ad ottenere un modello sintetico a cui è associata una curva di dispersione sperimentale approssimativamente coincidente con la curva sperimentale. Questa delicata seconda fase di interpretazione è comunemente detta fase di inversione. Il risultato finale del processo di elaborazione

zione è il profilo verticale delle velocità delle onde S. Tale prova viene applicata quando la profondità delle coperture da investigare è compresa tra i 10m ed i 50m e presenta una maggiore affidabilità per profondità minori di 20m. I vantaggi della tecnica M.A.S.W. possono essere così riassunti:

- particolarmente indicata per terreni attenuanti ed ambienti rumorosi;
- è in grado di evidenziare inversioni di velocità nel profilo di velocità;
- buona risoluzione.

Tali caratteristiche ne hanno reso particolarmente indicato l'uso nel sito in oggetto, caratterizzato dalla presenza di rocce in posto al di sotto di una copertura superficiale e situato in un'area interessata da rumore generato mezzi meccanici in movimento.

### **SCHEMA DELLA PROVA**

- Schematicamente il processo di analisi è il seguente:
- Creazione della curva di dispersione;
- Ricerca del miglior fitting fra la curva di dispersione sperimentale e la curva di dispersione teorica;
- Profilo di velocità delle onde s.

Il sismografo utilizzato per le misure sismiche è sistema multicanale in grado di registrare su ciascun canale in forma digitale le forme d'onda e di conservarle su memoria di massa dinamica a 24 bit DOLANG JEA 247 Telemetrico collegato ad un pc portatile; il sistema telemetrico permette di collegare teoricamente un numero infinito di canali senza dover cambiare l'unità centrale.

Di seguito si riportano le caratteristiche del sistema utilizzato:

ACQUISITION PARAMETERS & Technical Specifications

JEA247 ITALY - Telemetrico

il segnale parte digitalizzato scorre lungo il cavo e raggiunge integro il PC A/D Conversion: 24 bit real based on DSPAD BF531, one per channel, Proprietary DOLANG GEOPHYSICAL.

Signal/Noise ratio: at 2msec 131.5dB instantaneous

Distortion: 0.0005% average

INL: typical 3 ppm max 7.6 ppm

Bandwidth: 1Hz to 1600KHz

Common Mode Rejection: -110dB

Crosstalk: Not existing

Total Noise Input: 0.8uV at 2 msec with open input

Number of channels: Up to 255 with BOXRep every 24 ch

Maximum Input Signal: 10 Vpp Input saturation is very hard.

Input Impedance: 1500 ohm

Gain: Autoranging

Anti-alias Filter: 1600Hz 1st order

Sample Interval: 0.032, 0.064, 0.128, 0.256, 0.512, 1.024, 2.048, 4.096 msec (32KHz - 500Hz)

Record Length: 131,072 samples

Samples before trigger: From 0 to half number of samples acquire

Data Transmission: RS485 Line transmission at 3Mhz with USB interface for PC On acquisition board: notch at 50Hz or 60 Hz settable filters on acquisition by software

Postprocessing:

Band pass settable filter

Hyperbole fitting

Linear velocity

Normal move out

Frequency Spectrum & MORE

Real time noise monitor displays real-time output from geophones Notebook HD - Gb

Triggering: Contact closing or opening, software selectable

Data Formats: SU & SEG-Y

Power: with internal battery.

24 channels in stand by, 0.6 A consumption

24 channels in acquisition, 1,2 A consumption

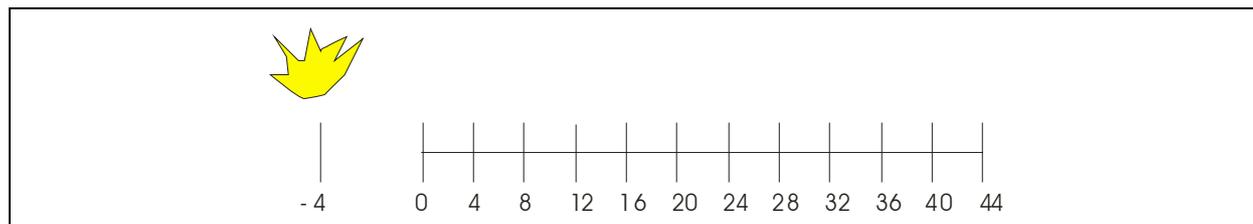
External aux battery terminals.

Plotting – print available on post-acquisition or processing

Environmental supporting by computers ruggedized MIL-STD 810F

Operating System: Windows 2000, XP.

L'acquisizione del segnale è stata eseguita su uno stendimento di 12 geofoni aventi frequenza di 4,5 Hz equidistanti 4 metri come descritto nella figura seguente.; l'energizzazione è avvenuta utilizzando una mazza del peso di 10 Kg incidete su una piastra metallica.



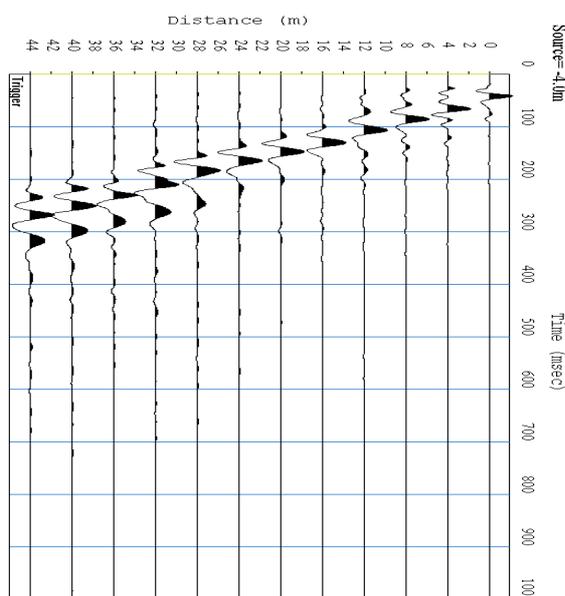
Schema del profilo MASW

L'energia prodotta ed il contenuto in frequenza sono risultati adeguati per le finalità dello studio ed il sismogramma ottenuto è risultato di buona qualità.

### **PROFILO**

La lunghezza dello stendimento corrisponde a 44 metri e l'interdistanza tra i geofoni è di 4 metri; la fonte di energizzazione, massa battente da 10 Kg, è stata collocata in posizione offset-shot a una distanza di 4 metri dal primo geofono.

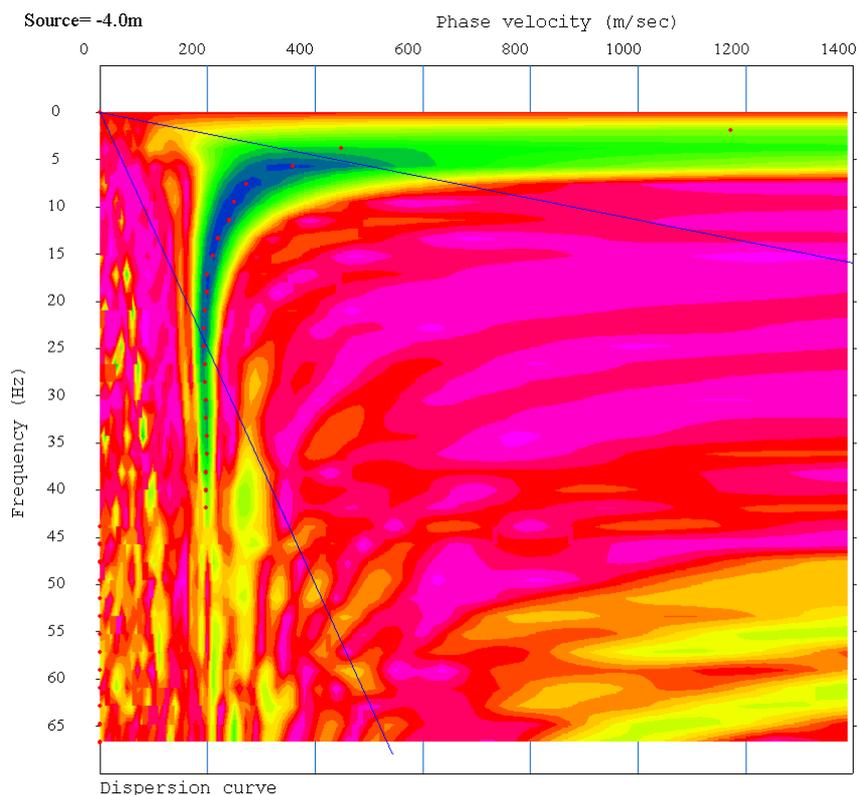
I sismogrammi registrati sono risultati di buona qualità ed analizzabili con i software commerciali. La figura seguente mostra la registrazione delle tracce.



### **Creazione della curva di dispersione**

L'utilizzo dei software commerciali consente di preprocessare i dati grezzi acquisiti epurandoli da eventuali disturbi. Successivamente, partendo dal sismogramma di sito, sono calcolati gli spettri FK

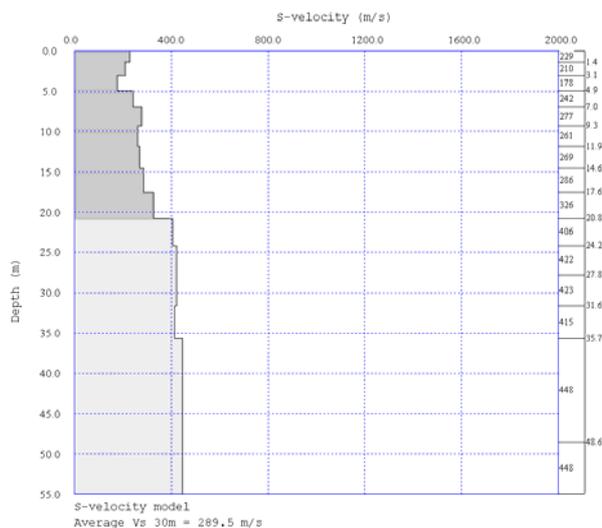
(Frequenza-Velocità di Fase) come segue:



Curva di dispersione

**Profilo di velocità delle onde s**

Dalla interpolazione ed inversione della curva FK si ottiene il seguente profilo grafico:



Profilo verticale delle velocità delle onde S

Dall'osservazione del diagramma riportato in figura 6 si possono osservare le variazioni della velocità delle onde S con la profondità, in particolare ne deriva un profilo che evidenzia un progressivo aumento della velocità con la profondità ad eccezione di una piccola inversione di velocità collocata ad una profondità di circa 4 m e un'altra più profonda compresa circa tra 10 e 15 metri. Il valore del Vs30 che ne deriva è **289 m/s** approssimato per difetto con un errore sulla stima di  $\pm 3.4\%$ . Questo

comporta che l'intervallo in cui è compreso il valore Vs è stimato da 279 m/s a 299 m/s).

L'indagine sismica MASW ha permesso di calcolare il parametro Vs30 corrispondente a 289 m/s. I risultati ottenuti permettono di attribuire, al sottosuolo indagato, la classe C descritta nel D.M. 14-01-2008 .

Classificazione del tipo di sottosuolo secondo la nuova normativa sismica italiana  
D.M. 14-01-2008

Sottosuolo	Descrizione geotecnica	Vs30(m/s)
<b>C</b>	<b>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 Vs,30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero <math>15 &lt; NSPT_{30} &lt; 50</math> nei terreni a grana grossa e <math>70 &lt; cu_{30} &lt; 250</math> kPa nei terreni a grana fina).</b>	<b>180÷360</b>

### Parametri sismici

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii  
Muro rigido: 0

Sito in esame.

latitudine: 42,9667019491413  
longitudine: 11,4203162782019  
Classe: 2  
Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1	ID: 23612	Lat: 42,9655	Lon: 11,3718	Distanza: 3952,358
Sito 2	ID: 23613	Lat: 42,9667	Lon: 11,4401	Distanza: 1608,113
Sito 3	ID: 23391	Lat: 43,0167	Lon: 11,4385	Distanza: 5752,914
Sito 4	ID: 23390	Lat: 43,0155	Lon: 11,3701	Distanza: 6790,192

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C  
Categoria topografica: T1  
Periodo di riferimento: 50anni  
Coefficiente cu: 1

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %  
Tr: 30 [anni]  
ag: 0,047 g  
Fo: 2,479  
Tc\*: 0,241 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %  
Tr: 50 [anni]  
ag: 0,059 g  
Fo: 2,518  
Tc\*: 0,250 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %

Tr: 475 [anni]  
ag: 0,141 g  
Fo: 2,496  
Tc\*: 0,277 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %

Tr: 975 [anni]  
ag: 0,175 g  
Fo: 2,525  
Tc\*: 0,283 [s]

#### Coefficienti Sismici

SLO:

Ss: 1,500  
Cc: 1,680  
St: 1,000  
Kh: 0,014  
Kv: 0,007  
Amax: 0,698  
Beta: 0,200

SLD:

Ss: 1,500  
Cc: 1,660  
St: 1,000  
Kh: 0,018  
Kv: 0,009  
Amax: 0,871  
Beta: 0,200

SLV:

Ss: 1,490  
Cc: 1,600  
St: 1,000  
Kh: 0,050  
Kv: 0,025  
Amax: 2,053  
Beta: 0,240

SLC:

Ss: 1,430  
Cc: 1,590  
St: 1,000  
Kh: 0,060  
Kv: 0,030  
Amax: 2,461  
Beta: 0,240

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50

Geostru software - [www.geostru.com](http://www.geostru.com)

Coordinate WGS84

latitudine: 42.965727

longitudine: 11.419350

## **RELAZIONE GEOTECNICA (C6.2.2.5 – NTC 2008)**

### **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

- D.M. 14/01/2008 "Testo Unico per le Costruzioni"
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici :Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008. Circolare 2 febbraio 2009.
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici: Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale. - Allegato al voto n. 36 del 27.07.2007
- Eurocodice 8 (1998) - Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003)
- Eurocodice 7.1 (1997) Progettazione geotecnica – Parte I : Regole Generali . - UNI
- Eurocodice 7.2 (2002) Progettazione geotecnica – Parte II : Progettazione assistita da prove di laboratorio (2002). UNI
- Eurocodice 7.3 (2002) Progettazione 2002) geotecnica – Parte II : Progettazione assistita con prove in sito(2002). UNI
- DPGR 09/07/2009 n° 36/R

## CARATTERIZZAZIONE FISICA E MECCANICA DEI TERRENI E DELLE ROCCE E DEFINIZIONE DEI VALORI CARATTERISTICI DEI PARAMETRI GEOTECNICI

Per la caratterizzazione del terreno di fondazione si utilizzano i dati raccolti in indagini effettuate ed elaborate dagli scriventi in un'area limitrofa e con le stesse caratteristiche. Nell'occasione fu effettuato un sondaggio geognostico e uno scavo meccanico della profondità di 3.5 m. Lo scavo ha permesso di rilevare un terreno di natura argillosa, di colore marrone-rossastro con abbondanti frammenti litici, eterometrici, eterogenici e subangolosi. Il terreno sopra descritto raggiunge una profondità di 3.0 m dal piano di campagna. A partire da 3.0 m fino a 5.8 m, si trovano argille variegata marrone-grigio chiaro, leggermente sovraconsolidate e rigonfianti. Da 5.8 m fino a 12.0 m si trovano delle argille di colore grigio scuro, debolmente sabbiose, sovraconsolidate e rigonfianti. Localmente, le argille grigio scure possono presentarsi foliate per la presenza di una frazione siltosa più abbondante.

Da una prova di taglio Diretto UU, effettuata su un campione prelevato alla profondità di 3.2 metri, sono stati ricavati i seguenti parametri utilizzati per caratterizzare l'assetto geologico-tecnica dell'area in esame:

	valori medi
$\gamma$ (peso di volume naturale) T/mc =	2.00
$\gamma_d$ (Peso di volume secco) T/mc=	1.67
$\phi$ (angolo di attrito) =	19.9°
<b>W</b> (contenuto d'acqua) %	17.75
<b>C<sub>u</sub></b> (coesione non drenata) T/mq =	7.4
<b>C</b> (Coesione) T/mq =	22
<b>Ed</b> (modulo edometrico) Kg/Cmq =	80

Limitatamente alla profondità d'indagine non sono state individuate falde o venute d'acqua.

## APPROCCI PROGETTUALI E VALORI DI PROGETTO DEI PARAMETRI GEOTECNICI

### CRITERI DI PROGETTO

#### → Valori caratteristici (fk)

Applicando quanto contenuto nelle Istruzioni del CSLP si sono assunti quali valori caratteristici delle terre i valori prossimi ai medi; questo metodo appare giustificato, secondo CSLP, quando nello stato limite considerato è coinvolto un elevato volume di terreno (fondazioni superficiali o movimenti franosi)

- Valori medi: - terreno di sedime di fondazioni superficiali
  - coltre di frana
  - struttura rigida

#### → Valori di progetto (fd)

I valori di progetto di  $c'$ ,  $c_u$  e  $\varphi'$  da adottare nel calcolo si ottengono per la Combinazione contenente M2 ( quindi DA1.C2 - A2+M2+R2), dividendo i valori caratteristici per un coefficiente riduttivo parziale secondo quanto indicato nell'Eurocodice 7 e nel D.M. 14.01.2008 - NTC.

I valori di progetto (fd) si ottengono come segue:

$$\text{tg } \varphi' d = \text{tg } \varphi' k/1,25$$

$$c' d = c' k/1,25$$

$$c_u d = c_u k/1,4$$

$$q_u d = q_u k/1,6 \text{ (resistenza a compressione uniassiale)}$$

## CONCLUSIONI

In base alle indagini sopra riportate si rileva quanto segue:

- Nei confronti dell'azione sismica l'area in esame è classificata da un punto di vista amministrativo in Classe 3, e in particolare:

ai sensi dell'aggiornamento della classificazione sismica regionale, approvata con Del. GRT n° 878 del 8/10/2012 (pubblicata su BURT Parte Seconda n. 43 del 24.10.2012 Supplemento n. 136), la zona 3 è suddivisa in fasce di pericolosità che tengono conto del "valore di accelerazione sismica su suolo rigido e pianeggiante, allo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV), riferito al periodo di ritorno (TR) di 475 anni, corrispondente in termini progettuali ad una vita nominale (Vn) di 50 anni e categoria d'uso (Cu) pari ad 1 (classe d'uso II), ", di seguito indicato "ag", come segue:

- **fascia A**, contraddistinta da valori di  $ag > 0.15g$ ;
- **fascia B**, contraddistinta da valori di  $0.125 < ag \leq 0.15g$ ;
- **fascia C**, contraddistinta da valori di  $ag \leq 0.125g$ .

Dal calcolo dei Parametri Sismici effettuato con le indicazioni del Reg.58/R, si attribuisce l'area in oggetto alla Fascia B:

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %  
Tr: 475 [anni]  
**ag: 0,141 g**  
Fo: 2,496  
Tc\*: 0,277 [s]



- in base a quanto previsto dal nuovo DM 14/01/08 l'area viene definita mediante un approccio "sito dipendente" con i seguenti parametri:

#### Parametri sismici

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii  
Muro rigido: 0

#### Sito in esame.

latitudine: 42,9667019491413  
longitudine: 11,4203162782019  
Classe: 2  
Vita nominale: 50

#### Siti di riferimento

Sito 1	ID: 23612	Lat: 42,9655	Lon: 11,3718	Distanza: 3952,358
Sito 2	ID: 23613	Lat: 42,9667	Lon: 11,4401	Distanza: 1608,113
Sito 3	ID: 23391	Lat: 43,0167	Lon: 11,4385	Distanza: 5752,914
Sito 4	ID: 23390	Lat: 43,0155	Lon: 11,3701	Distanza: 6790,192

#### Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C  
Categoria topografica: T1  
Periodo di riferimento: 50anni  
Coefficiente cu: 1

#### Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %  
Tr: 30 [anni]  
ag: 0,047 g  
Fo: 2,479  
Tc\*: 0,241 [s]

#### Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %  
Tr: 50 [anni]  
ag: 0,059 g  
Fo: 2,518  
Tc\*: 0,250 [s]

#### Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %  
Tr: 475 [anni]  
ag: 0,141 g  
Fo: 2,496  
Tc\*: 0,277 [s]

#### Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %  
Tr: 975 [anni]  
ag: 0,175 g  
Fo: 2,525  
Tc\*: 0,283 [s]

#### Coefficienti Sismici

##### SLO:

Ss: 1,500  
Cc: 1,680  
St: 1,000  
Kh: 0,014  
Kv: 0,007  
Amax: 0,698  
Beta: 0,200

SLD:

Ss: 1,500  
Cc: 1,660  
St: 1,000  
Kh: 0,018  
Kv: 0,009  
Amax: 0,871  
Beta: 0,200

SLV:

Ss: 1,490  
Cc: 1,600  
St: 1,000  
Kh: 0,050  
Kv: 0,025  
Amax: 2,053  
Beta: 0,240

SLC:

Ss: 1,430  
Cc: 1,590  
St: 1,000  
Kh: 0,060  
Kv: 0,030  
Amax: 2,461  
Beta: 0,240

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50  
Geostru software - [www.geostru.com](http://www.geostru.com)  
Coordinate WGS84  
latitudine: 42.965727  
longitudine: 11.419350



Il Geologo  
Dott. Geol. Roberto Cerri