

**REALIZZAZIONE PARCO EOLICO DI
"SANT' EGIDIO"**
Comune di Cortona – Loc. Croce di Sant' Egidio
POTENZA COMPLESSIVA 900,00 kWp



Richiesta Autorizzazione Unica

All. 06 - Relazione geologica
Settembre 2016

Ing. Sauro Casini	Ing. Simona Sadotti	P.I. Federico Ugolini	Ing. Michele Bittoni

PROPRIETÀ: Sig. Pier Paolo Farina

COMMITTENTE:



En.Tec. S.r.l.

Via Margaritone n°9, 52100 Arezzo
Tel. 0575350325 – Fax. 0575296014
P.IVA 01872510514

PROGETTISTA:



TSI Studio Associato

Via Margaritone n°9, 52100 Arezzo
Ing. S. Casini, Ing. S. Sadotti,
P.I. F. Ugolini Ing. M. Bittoni

COMUNE DI CORTONA
Provincia di Arezzo

PARCO EOLICO SANT'EGIDIO:
ENERGIA DAL VENTO A CORTONA

RELAZIONE GEOLOGICA

committente: **EN.TEC. s.r.l.**

proprietà: **Sig. Paolo Farina**

località: **Croce di Sant'Egidio**

IL GEOLOGO
Dott. Benedetta Chiodini



Giugno 2014

INDICE

PREMESSA	pag. 1
SINTESI DELLE CONOSCENZE	pag. 2
NORMATIVA DI RIFERIMENTO	pag. 3
METODOLOGIA OPERATIVA	pag. 6
INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO E REGIMAZIONE DELLE ACQUE	pag. 6
INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO	pag. 8
CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO	pag. 8
ANALISI GEOSTRUTTURALE	pag. 10
CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	pag. 11
STABILITA' DEL SITO	pag. 12
TERRE E ROCCIE DA SCAVO	pag. 13
CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO	pag. 13
VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ' SISMICA	pag. 15
CONCLUSIONI	pag. 16
ELENCO ALLEGATI	pag. 17

PREMESSA

Per incarico della Società EN.TEC s.r.l. che ha sede in Arezzo Via Margaritone n° 9, è stata realizzata un'indagine geologica per la realizzazione di un parco eolico in località Croce Sant'Egidio nei terreni di proprietà del sig. Pier Paolo Farina censiti al catasto terreni del Comune di Cortona al F. 70 p.lle 3-4-43.

In particolare il progetto prevede il posizionamento di un aerogeneratore e la realizzazione di una viabilità di collegamento. Saranno realizzate opere di sistemazione superficiale di un percorso esistente senza modificazione morfologica dello stato dei luoghi; l'unico scavo previsto è quello per la creazione di un fosso di bordo strada funzionale alla raccolta delle acque superficiali.

Questa prima fase di studio è stata finalizzata alla caratterizzazione ed alla modellazione geologica del sito con la ricostruzione dei caratteri geomorfologici, litologico-stratigrafici ed idrogeologici.

Lo studio è stato finalizzato:

- alla caratterizzazione ed alla modellazione geologica del sito con la ricostruzione dei caratteri geomorfologici, litologico-stratigrafici ed idrogeologici
- alla caratterizzazione geotecnica dei terreni interessati dalle opere in progetto.

Nella programmazione delle indagini si è tenuto conto:

- della classificazione dell'area nella Cartografia Geologico-tecnica di supporto al Regolamento Urbanistico, in particolare di quanto indicato nelle Carte della Pericolosità Geomorfologica e della Pericolosità Idraulica e degli abachi per la determinazione delle fattibilità. *(Lo stralcio delle cartografie è stato inserito nel presente elaborato, nel paragrafo relativo alla sintesi delle conoscenze)*
- della Delibera del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del fiume Arno del 29\11\1999 n° 139 e delle perimetrazioni delle aree con pericolosità da fenomeni geomorfologici di versante, individuate nel Piano di bacino del fiume Arno "Assetto idrogeologico" (P.A.I.).

In quanto area soggetto a vincolo idrogeologico nella redazione degli elaborati si è tenuto conto di quanto previsto dalla L.R. 39/2000 , D.P.G.R. 48/R/2003.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Normativa nazionale

- Ord. P. C. M. n°3274 del 20 marzo 2003
- Ord. P. C. M. n°3519 del 28 aprile 2006
- D.M. 14/01/2008 “Norme tecniche per le costruzioni”
- Circ. LL.PP. 2 febbraio 2009 n° 617 Istruzioni per l’applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni”
- Euc 8 (1998) “Indicazioni progettuali per la resistenza delle strutture”
Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003)
- Euc 7.1 (1997) Progettazione geotecnica - Parte I: Regole generali. - UNI
- D.P.C.M. 06/05/2005 “Approvazione del Piano di Bacino del Fiume Arno, Stralcio assetto Idrogeologico”

Normativa regionale

- D.P.G.R. 9 luglio 2009 n°36/R “Regolamento di attuazione dell’articolo 117 commi 1 e 2 della legge regionale 3 gennaio 2005 n°1(Norme per il governo del territorio). Disciplina sulle modalità di svolgimento delle attività di vigilanza e verifica delle opere e delle costruzioni in zone soggette a rischio sismico”.
- Deliberazione G.R.T. del 19-06-2006 n° 431 Riclassificazione sismica del territorio regionale: “Attuazione del D.M. 14.09.2005 e O.P.C.M. 3519 del 28 aprile 2006 pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale dell’11-05-2006”
- L.R. 39/2000 , D.P.G.R. 48/R/2003.

Normativa comunale

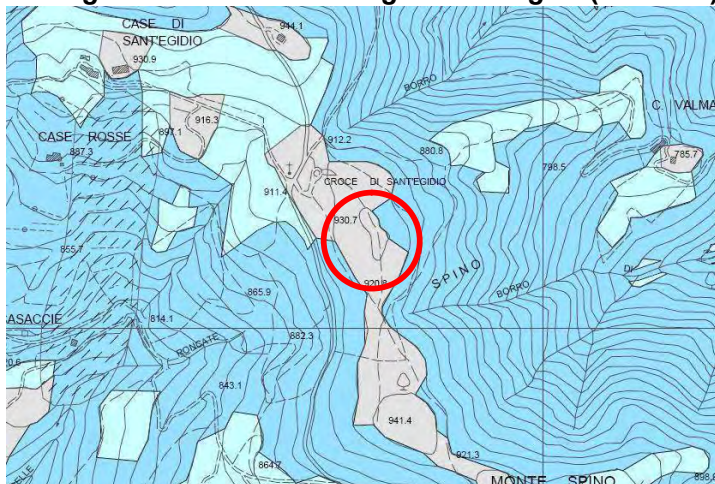
- Regolamento Urbanistico

SINTESI DELLE CONOSCENZE

La zona di intervento è stata oggetto di studi geologico-tecnici a livello territoriale che hanno interessato il Comune di Cortona in occasione della stesura del Piano Strutturale e della redazione del Regolamento Urbanistico. Sono state applicate le direttive tecniche previste dal D.P.G.R. 27 aprile 2007 n 26/R e quindi è stata verificata la pericolosità del territorio relativamente alle caratteristiche geologico-geomorfologiche e idrauliche.

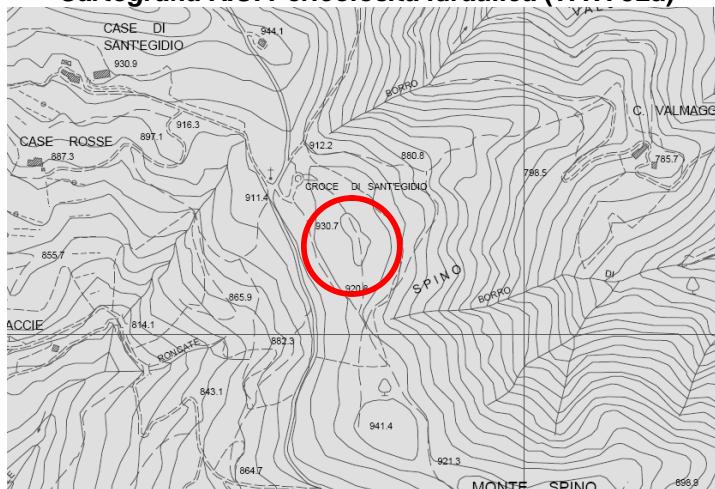
Trattandosi di un intervento esterno ai perimetri individuati dal Comune per gli approfondimenti di studio e quindi per la redazione della Carta ZMPSL non è stata per l'area in oggetto attribuita la classe di Pericolosità Sismica.

Cartografia R.U. Pericolosità geomorfologica (TAV. J1a)



Pericolosità geomorfologica classe G.1 bassa

Cartografia R.U. Pericolosità idraulica (TAV. J2a)



Pericolosità idraulica classe I.1 bassa

Utilizzando gli abachi compresi nel R.U. sulla base dei livelli di pericolosità riscontrata è stata attribuita la classe di Fattibilità:

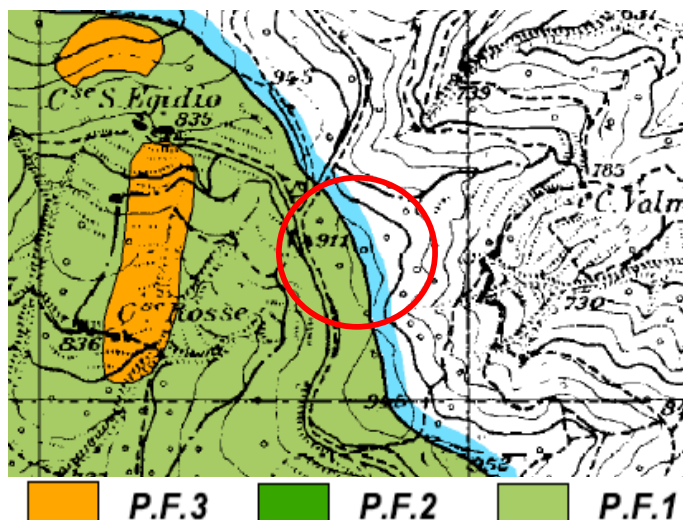
- Fattibilità geomorfologica 2
- Fattibilità idraulica 1

Nella definizione del globale grado di fattibilità in rapporto alla pericolosità e quindi del livello di approfondimento delle indagini da svolgere si è tenuto conto della categoria di Fattibilità F2.

Fattibilità con normali vincoli (F2): si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali è necessario indicare la tipologia di indagini e/o specifiche prescrizioni ai fini della validità della formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.

La zona di intervento essendo posta nel crinale del rilievo coincide con lo spartiacque tra il bacino del Fiume Arno a ovest ed il bacino del Fiume Tevere ad est.

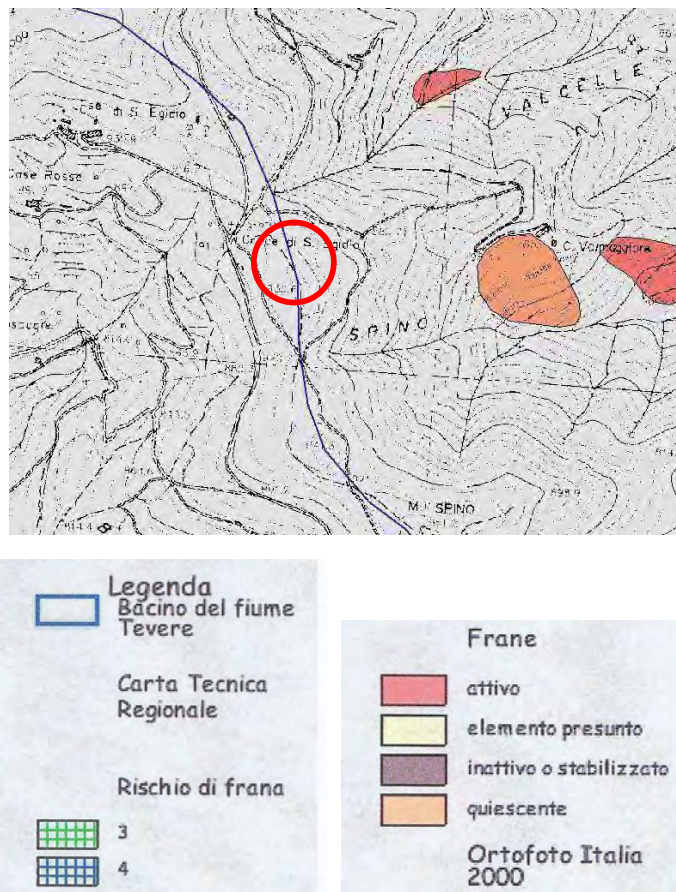
Piano di Bacino del Fiume Arno – Assetto Idrogeologico
Cartografia PAI
(Stralci n° 154-159)



Nella “Perimetrazione delle aree con pericolosità da fenomeni geomorfologici di versante” del **Piano di Bacino del Fiume Arno – Assetto idrogeologico** la zona è classificata come Area a **Pericolosità moderata P.F.1** (“aree apparentemente stabili ed interessate da litologie con caratteri favorevoli alla stabilità dei versanti che, talora, possono essere causa di rischio reale o potenziale, moderato”). In tutte le aree a pericolosità P.F.1

moderata nel PAI non risultano essere presenti fenomeni franosi attivi o diffuse aree instabili cartografabili; la natura dei terreni affioranti è comunque tale da richiedere attenzione per quanto riguarda gli interventi che prevedono modificazioni morfologiche e della regimazione delle acque.

**Autorità di Bacino del Fiume Tevere
PAI assetto geomorfologico**



Nell'area oggetto di studio non risultano essere presenti frane attive e/o quiescente ne sono stati messi in evidenza elementi di rischio di frana.

Gli interventi in progetto non comportano modificazione morfologica dello stato dei luoghi e sono tali da non interferire negativamente con le attuali condizioni di stabilità.

METODOLOGIA OPERATIVA

L'indagine per la redazione dello studio geologico di supporto alla progettazione è stata predisposta sulla base delle valutazioni territoriali ed è stata finalizzata ad approfondire gli aspetti specificatamente evidenziati nelle classi di pericolosità attribuite alla zona.

Ai sensi di quanto previsto dal D.P.G.R. 9 luglio 2009 n°36/R art. 7 *Classi di indagine geologiche geofisiche e geotecniche* l'intervento in progetto di modestissima entità relativamente a nuove edificazioni e modifiche strutturali importanti è stato comunque considerato nella classe di indagine n° 2 ed è stato così condotto:

- –esame di dati bibliografici ed informazioni contenute in studi e pubblicazioni riguardanti il territorio investigato;
- –rilevamento geologico di superficie;
- –rilevamento geomorfologico di superficie;
- –rilievo geostrutturale;
- –indagine geofisica sismica M.A.S.W;
- –esame dei dati relativi ad altre indagini geognostiche che hanno interessato in tempi diversi la zona.

Come base topografica della cartografia geologico-tecnica è stata utilizzata la Carta Tecnica Regionale della Regione Toscana Sezione n° 299050 Tornia e gli elaborati progettuali.

INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO E REGIMAZIONE DELLE ACQUE

Lo studio ha interessato una zona caratterizzata da morfologia di alta collina posta circa a quota 920 m s.l.m. nella fascia di vetta di Monte Spino; in particolare l'intervento si colloca in prossimità di Croce Sant'Egidio a ridosso della linea di spartiacque che separa il bacino del Fiume Arno ad ovest dal Bacino del Fiume Tevere ad est.

Il parco comprende il posizionamento di un aerogeneratore e la realizzazione di una strada di collegamento.

Tutte le opere in progetto non incidono in maniera rilevante nell'assetto geomorfologico in quanto non sono previsti interventi di sbancamento e le stesse non interferiscono con il reticolo idrografico principale.

La prevista viabilità si sovrappone a percorsi esistenti senza modifiche sostanziali dello stato dei luoghi che deriva da una serie di modificazioni morfologiche dovute anche ad interventi antropici.

I valori di pendenza media nella zona sono variabili, minori dell'ordine del 25%, nel versante che immerge in direzione ovest e maggiori, dell'ordine del 40%, nel versante che immerge in direzione.

Si tratta di un andamento caratteristico di tutta la zona in quanto direttamente dipendente dall'assetto strutturale delle formazioni litoidi e pseudo litoidi affioranti che sono caratterizzate da direzione di immersione prevalente dei piani di strato verso sud-ovest. Nei versanti esposti ad ovest, sud-ovest infatti, gli strati a frana poggio portano a valori di inclinazione minori mentre l'assetto a reggi poggio degli strati nei versanti esposti ad est, nord est condizionano la morfologia con pendenze maggiori indice di una più elevata stabilità.

Allo stato attuale i versanti, da entrambe i lati del rilievo, sono stabili e non sono stati rilevati indizi morfologici che facciano presupporre l'esistenza di fenomeni di instabilità in atto o latenti tali da coinvolgere la zona in profondità. L'andamento della stratificazione e la tipologia degli interventi garantiscono sufficientemente il mantenimento delle condizioni geostatiche esistenti.

L'assetto strutturale della formazione affiorante garantisce sufficientemente la stabilità globale del sito in quanto la stratificazione è caratterizzata da inclinazione dei piani di strato molto superiore a quella del pendio.

modestissimi interventi di livellamento previsti per la predisposizione della superficie idonea alla posa della Pala eolica e della strada di accesso alle piazzole sono tali da non compromettere le globali condizioni geostatiche esistenti; gli interventi di scavo e riporto sono limitati e non superano il metro.

Il drenaggio delle acque superficiali di scorrimento risulta in gran parte garantito dai torrenti che tagliano il versante e dai fossi che bordano gli appezzamenti di terreno e le strade; non sono stati rilevati fenomeni di erosione e dilavamento superficiale legati a ruscellamento diffuso.

Per la bassa permeabilità del litotipo affiorante il reticolo idrografico è ben sviluppato e tutte le acque sono al momento raccolte e convogliate agli impluvi naturali senza provocare fenomeni di erosione; quanto previsto dal progetto, in area già in parte modificata morfologicamente da precedenti interventi, non interferisce con le linee di drenaggio principali. Con l'intervento in progetto saranno comunque realizzate fossette di raccolta delle acque superficiali che saranno poi convogliate ad idoneo ricettore.

INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

La formazione affiorante, a grande scala impermeabile, è costituita dall'alternanza di strati permeabili con livelli poco permeabili o impermeabili; il maggior grado di permeabilità è riscontrabile in corrispondenza degli strati arenacei rispetto a quelli marnosi e marnoso-argillosi. Si tratta di un tipo di permeabilità secondario dovuto principalmente al notevole grado di fratturazione che questi strati possono raggiungere a causa del loro comportamento più rigido.

Gli acquiferi esistenti all'interno della formazione del Macigno s.l. sono legati alla presenza di banchi arenacei e calcarenitici sufficientemente spessi e fratturati; non sono state rilevate sorgenti nell'area di intervento.

Nella zona, dove prevalgono in superficie strati e banchi arenacei con siltiti e marne in stratificazione sottile, non sono state rilevate sorgenti che possano indicare la presenza di falde acquifere superficiali tali da interferire con le opere in progetto; le prime falde sfruttabili si rilevano a profondità superiore a 70 metri.

CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO

Nella zona investigata affiorano argilliti e marne con strati calcarei di colore grigiastro e tabacco (Formazione degli Scisti Varicolori e Nummulitico) e strati arenacei e calcarenitici bruni, siltiti marne e marne argillose appartenenti alla successione dei flysch terziari della Serie Toscana (Macigno s.l. **mg** datato Miocene inferiore medio), coperte a tratti da coltri detritiche di non recente formazione.

La successione flyschoidale arenaceo argillitica si sviluppa nella fascia collinare e montuosa che borda il lato orientale della Val di Chiana.

I movimenti più importanti che hanno caratterizzato l'area in esame sono databili cronologicamente al Miocene superiore con una tettonica di tipo distensivo. In questo periodo si viene a creare il bacino sedimentario della Val di Chiana in una depressione tettonica denominata Graben che si è generata a seguito del rilassamento post-orogenetico successivo alla formazione della catena Appenninica. Si tratta di un bacino che ha una lunghezza di oltre 100 Km che comprende Val di Chiana Val di Paglia e media Valle del Tevere. Le faglie che si sono create in questo periodo hanno direzione appenninica.

Dal punto di vista geologico generale, nella CARTA GEOLOGICA D'ITALIA II Edizione in scala 1:100.000, la zona ricade nel Foglio n°122 Perugia.

Si riporta la descrizione della formazione affiorante come da carta geologica di dettaglio allegata:

Flysch terziario della serie Toscana **mg** (Miocene inferiore medio)

Si tratta di una formazione litoide e pseudo litoide costituita dall'alternanza di arenarie e calcareniti in strati e banchi e siltiti marne e argilliti in strati sottili e livelli. Generalmente nella zona prevale nettamente la componente arenacea variamente fratturata rispetto a quella marnosa e marnoso argillosa.

Formazione degli Scisti Varicolori - Nummulitico. (**mag**” Miocene inferiore)

“Argille e marne grigiastre e varicolori, calcareniti brecciole calcaree arenarie calcari e calcari marnosi”.

Tale complesso posto alla base del Macigno s.l. è costituito da un intervallo di argille e marne policrome, noto come Scisti Varicolori con la porzione basale costituita in prevalenza da calcareniti, con intercalazioni marnose e argillose come Nummulitico.

L'assetto strutturale della regione è dato da una serie di sovrascorrimenti embricati, molto pellicolari, che coinvolgono i flysch scollati sul livello incompetente offerto dagli Scisti Varicolori. Le singole scaglie tettoniche si presentano in giacitura monoclinale, con strati immergenti verso sud ovest o ovest sud ovest i sovrascorrimenti presentano la medesima giacitura.

Questo complesso di falde superficiali si accavalla, nella zona ad ovest di Perugia, sul più esterno complesso torbido della Marnoso-Arenacea.

L'edificio a falde, messo in posto nel Miocene medio-superiore, è dislocato da successive, importanti faglie dirette, legate alla fase distensiva recente.

L'area oggetto di questo studio si inserisce perfettamente in questo quadro stratigrafico e tettonico.

Generalmente nella zona il contatto tra le due formazioni non è ben definibile in quanto gli scisti sfumano all'interno del macigno s.l. che affiora più diffusamente.

Dove si prevede il posizionamento dell'aerogeneratore prevale la facies argillitica e marnosa, con frammenti di strati calcarei. In base ai risultati dell'indagine geofisica risulta che il bedrock compatto è posto a circa 3,5 metri dal p.c. attuale.

Per l'intensa deformazione tettonica che subiscono i livelli argillitici e marnosi, l'assetto giaciturale non è sempre rilevabile. Il modello geologico del terreno è stato ricostruito tenendo conto di tutte le indicazioni strutturali rilevabili nelle fasce di affioramento degli strati arenacei e calcarenitici.

L'andamento della stratificazione è regolare, a franapoggio, leggermente ruotata rispetto alla direzione di immersione del pendio nel versante sud ovest e a reggipoggio nel versante nord est dove insiste l'impianto; la direzione di immersione dei piani di strato è circa sud-ovest ed inclinazione di circa 35°.

Il modello del terreno ricostruito con le indagini è quindi quello di ammasso pseudo litoide stratificato.

ANALISI GEOSTRUTTURALE

Nella zona, in occasione di altre fasi di studio, il rilevamento di superficie nelle zone di affioramento di strati e banchi arenacei è stato coadiuvato da un'analisi dei piani di fratturazione principali che attraversano l'ammasso. Tali rilievi hanno interessato porzioni del versante occidentale di Monte Spino .

La stratificazione è caratterizzata da direzione di immersione 220° con inclinazione dei piani di strato pari a 35° e costituisce un sistema di discontinuità lungo il quale potenzialmente potrebbero scivolare porzioni di strato sbloccate dalla fratturazione sub-verticale. Le famiglie di fratture sub-verticali riportate negli elaborati grafici sono le seguenti:

- sistema di giunti coniugati sub-verticali con inclinazione di 85° la cui direzione di immersione che tende a coincidere con quella della stratificazione (50°);
- sistema di giunti sub-verticali con inclinazione di circa 80° e direzione di immersione pari a 90°;
- sistema di giunti sub-verticali con inclinazione di circa 80° e direzione di immersione pari a 330°;
- sistema di giunti sub-verticali con inclinazione di circa 85° e direzione di immersione pari a 175°.

L'andamento delle principali famiglie di fratturazione è stato riportato nel diagramma equiareale unitamente all'andamento dei piani di strato e del pendio. Anche dove i piani di strato si presentano a franapoggio l'inclinazione degli strati superiore a quella del pendio garantisce sufficientemente la stabilità del versante. Le condizioni critiche per la possibilità di scivolamento lungo i piani di strato di blocchi liberati lungo i binari offerti dalla fratturazione

sub-verticale si potrebbero avere spostando la linea che rappresenta il pendio all'interno del piano di strato stesso e la possibilità di movimento, nel versante sud ovest solo nel caso di fronti di scavo aventi inclinazione superiore all'inclinazione degli strati; l'intervento in progetto non prevede scavi in questa zona per cui si esclude la possibilità di scivolamento di ampie porzioni del versante.

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Il modello geologico-tecnico ricostruito è stato ritenuto appropriato per la definizione dei valori caratteristici dei parametri fisici e meccanici dei terreni. Per la valutazione dei parametri geotecnici da utilizzare si è quindi tenuto conto:

- dei rilievi di superficie in corrispondenza di affioramenti esistenti;
- dell'indagine geofisica;
- dell'esperienza personale acquisita nella zona.

Nel caso specifico il terreno di fondazione è identificabile come un sistema a struttura complessa il cui valore di progetto della resistenza è rappresentato dal comportamento dell'ammasso.

Sulla base delle indagini svolte è stato ricostruito il seguente modello litologico tecnico:

- **Livello 1 – Argilliti e marne intensamente fratturate**
- **Livello 2 – Bedrock sismico:** roccia compatta calcarenitica ed arenacea che si rileva a profondità di circa 3,5 metri; caratteristiche geotecniche buone anche per l'assetto strutturale a reggipoggio.

L'intervento in progetto prevede comunque una quota di imposta del piano di fondazione a profondità superiore a 2 metri dal p.c.; in fase esecutiva saranno definite le scelte progettuali idonee all'opera in elevazione.

Livello 1

PARAMETRI	SIMBOLO	UNITA'	VALORI medi
Angolo di attrito interno ¹	Φ	gradi	33-35
Densità ³	γ	KNm ⁻³	18,8-19,2
Modulo di Poisson ³	μ	-	0,35-0,40
Modulo di Young ³	E _s	MPa	210

Livello 2

PARAMETRI	SIMBOLO	UNITA'	VALORI medi
Angolo di attrito interno ¹	Φ	gradi	35-38
Densità ³	γ	KNm ⁻³	22,2
Modulo di Poisson ³	μ	-	0,35
Modulo di Young ³	E _s	MPa	5000

1: valutazione globale dello stato dell'ammasso

2: considerata nulla, a favore della sicurezza

3: valori da masw

STABILITÀ DEL SITO

In base alle risultanze della relazione degli studi effettuati, all'attenta osservazione delle caratteristiche morfologiche e litostratigrafiche e in considerazione del fatto che l'intervento non prevede sbancamenti ma esclusivamente scavi per la realizzazione del sistema fondale dell'aereogeneratore, il sito, allo stato attuale, è da ritenere stabile nei confronti di dissesti gravitativi.

Nei confronti della liquefazione, il sito è da ritenere non a rischio in quanto la successione stratigrafica non comprende strati estesi o lenti spesse di sabbie sciolte sotto falda.

Lo scavo per la realizzazione dei sistemi fondali interesseranno sia argilliti e marne che arenarie e dovranno essere realizzati preferibilmente in due fasi:

- rimozione e preventivo allontanamento dei terreni superficiali
- successivo scavo fino alla prevista quota di imposta del sistema di fondazione con pendenze dei fronti 1:1.

In alternativa, in caso di fronte di scavo unico, dovranno essere previste opere di contenimento del tipo provvisoriale.

Si pone comunque in evidenza che è sempre necessario il rispetto delle seguenti norme sulla sicurezza:

○ *D.Lgs 81/2008, art. 118*: Nei lavori di splanteamento o sbancamento eseguiti senza l'impiego di escavatori meccanici, le pareti delle fronti di attacco devono avere una inclinazione o un tracciato tali, in relazione alla natura del terreno, da impedire franamenti. Quando la parete del fronte di attacco supera l'altezza di m 1,50, è vietato il sistema di scavo manuale per scalzamento alla base e conseguente franamento della parete. Quando per la particolare natura del terreno o per causa di piogge, di infiltrazione, di gelo o disgelo, o per altri motivi, siano da temere frane o scoscendimenti, deve essere provveduto all'armatura o al consolidamento del terreno.

○ *D.Lgs 81/2008, art. 118*: Nello scavo di pozzi e di trincee profondi più di m 1,50, quando la consistenza del terreno non dia sufficiente garanzia di stabilità, anche in relazione alla pendenza delle pareti, si deve provvedere, man mano che procede lo scavo, alla applicazione delle necessarie armature di sostegno.

○ *D.Lgs 81/2008, art. 120*: È vietato costituire depositi di materiali presso il ciglio degli scavi. Qualora tali depositi siano necessari per le condizioni del lavoro, si deve provvedere alle necessarie puntellature.

○ *DM 14 01 08 "Norme tecniche sulle costruzioni", 6.8.6. (fronti di scavo)*: Per scavi trincea a fronte verticale di altezza superiore ai 2 m, nei quali sia prevista la permanenza di operai, e per scavi che ricadano in prossimità di manufatti esistenti, deve essere prevista una armatura di sostegno delle pareti di scavo.

TERRE E ROCCE DI SCAVO

Per la realizzazione del sistema di fondazione e della strada di accesso sono previsti interventi di scavo per un volume pari a circa 200 m³ che sarà totalmente riutilizzato nel sito per gli interventi previsti dal progetto.

Ai sensi dell'art. 185 comma 1 lett. c bis del D. Lgs. 152/2006 *“il suolo non contaminato o altro materiale allo stato naturale scavato nel corso dell'attività di costruzione ove sia certo che il materiale sarà utilizzato a fini di costruzione allo stato naturale nello stesso sito in cui è stato scavato”* non rientra nel campo di applicazione della disciplina vigente in materia di rifiuti.

Nello specifico si tratta di suolo e terreno, litologicamente costituito da frammenti litoidi, provenienti dal disfacimento e dall'alterazione dei terreni di base, marne argilliti ed arenarie che potrà essere utilizzato ai fini di costruzione allo stato naturale nello stesso sito per sistemazioni esterne all'interno dell'unità di intervento.

CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO

Il territorio italiano è stato suddiviso in 4 zone sismiche individuate mediante valori di accelerazione massima al suolo a_g , definiti sulla base di studi macrosismici e sismotettonici a carattere nazionale, con probabilità di superamento del 10% in 50 anni riferiti a suoli rigidi caratterizzati $V_{s30} > 800$ m/s.

Zona	accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni	accelerazione orizzontale massima convenzionale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (ag/g)
1	>0,25 g	0,35 g
2	0,15 g – 0,25 g	0,25 g
3	0,15 g – 0,05 g	0,15 g
4	< 0,05g	0,05 g

Il Comune di Cortona è in **zona sismica 2**, con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008, infatti, **la stima della pericolosità sismica viene definita mediante un approccio “sito dipendente”** e non più tramite un criterio “zona dipendente”. L'azione sismica di progetto in base alla quale valutare il rispetto dei diversi *stati limite* presi in considerazione viene definita partendo dalla “pericolosità di base” del sito di costruzione, le coordinate del sito sono:

Coordinate WGS84

Lat. 43.306044

Long.12.016178

Coordinate ED50

Lat. 43,307006

Long.12,017136

Categorie di sottosuolo

Le nuove categorie di sottosuolo (profilo stratigrafico) dalle quali dipende l'azione sismica di progetto ridefinite dal DM sono:

Categoria	Descrizione
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di V_{S30} 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 fine molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{S30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT} > 50$ nei terreni a grana grossa e $Cu_{30} > 250$ KPa nei terreni a grana fine)
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{S30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < Cu_{30} < 250$ KPa nei terreni a grana fine)
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fine scarsamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{S30} inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT} < 15$ nei terreni a grana grossa e $Cu_{30} < 70$ KPa nei terreni a grana fine)
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20m, sul sub-strato di riferimento (con $V_{S30} > 800$ m/s)

Per terreni particolarmente pericolosi per i quali si richiede uno studi approfonditi sono state definite due categorie di sottosuolo aggiuntive:

Categoria	Descrizione
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di V_{S30} inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < Cu_{30} < 20$ KPa) che includono uno strato di almeno 8 metri a grana fine 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.

Sulla base dell'indagine sismica il sottosuolo di riferimento, sul valore delle V_s 30 rilevato, 810 m/s, sulle conoscenze stratigrafiche il sito di intervento è inquadrabile nella categoria di sottosuolo **A**. Per tutte le considerazioni di dettaglio si rimanda ai risultati dell'indagine realizzata dalla ditta GEO MA che viene integralmente riportata in allegato.

Condizioni topografiche

La normativa consente, per condizioni topografiche semplici l'utilizzo delle seguenti tabelle.

Categorie topografiche

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

Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T

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

Nel caso esaminato la categoria topografica è **T3** e quindi il coefficiente di amplificazione topografica **ST** è pari a **1,2**.

VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA

Per la valutazione **della pericolosità sismica** è stata determinata l'accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido di **a_g** con le coordinate geografiche decimali dell'opera da verificare.

Sulla base della maglia di riferimento delle tabelle dei parametri spettrali fornite dal ministero si determinano i valori del punto come media pesata dei valori nei vertici della maglia moltiplicati per le distanze dal punto. Sono stati così ottenuti i valori ($a_g F_0 T_c'$) per ogni stato limite considerato che definiscono gli spettri di riferimento. L'accelerazione massima attesa è:

$$a_{max} = a_g * S_s * S_t$$

Si determinano, inoltre, i coefficienti sismici orizzontale e verticale per ogni stato limite:

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

$$K_v = 0.5 K_h$$

Dove:

a_{max} = accelerazione orizzontale massima attesa al sito

β_s = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito come da tabella

Tab.7.11.I- Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	β_s	β_s
$0,2 < a_g(g) \leq 0,4$	0,30	0,28
$0,1 < a_g(g) \leq 0,2$	0,27	0,24
$a_g(g) \leq 0,1$	0,20	0,20

Per il sito in oggetto in caso di opere ordinarie e quindi periodo di riferimento per l'azione sismica $VN \leq 50$ anni si ottiene per i diversi SL:

coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,013	0,016	0,052	0,072
kv	0,007	0,008	0,026	0,036
a max (m/s²)	0,651	0,799	1,889	2,357
β	0,200	0,200	0,270	0,300

CONCLUSIONI

Viste le caratteristiche geolitologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche del sito, si ritiene non esistano impedimenti alla realizzazione di quanto previsto dal progetto. Le indagini svolte hanno messo in evidenza quanto segue:

- Il sito è da ritenere stabile nei confronti di fenomeni gravitativi;
- Il sito è da ritenere stabile nei confronti di fenomeni di liquefazione delle sabbie;
- Il profilo litostratigrafico è essenzialmente composto da formazioni litoidi e pseudo litoidi
- L'intervento in progetto è tale da non compromettere le condizioni geostatiche esistenti.
- L'intervento in progetto è tale da non modificare l'assetto del drenaggio superficiale.

Giugno 2014

IL GEOLOGO
Dott. Benedetta Chiodini




ELENCO ALLEGATI

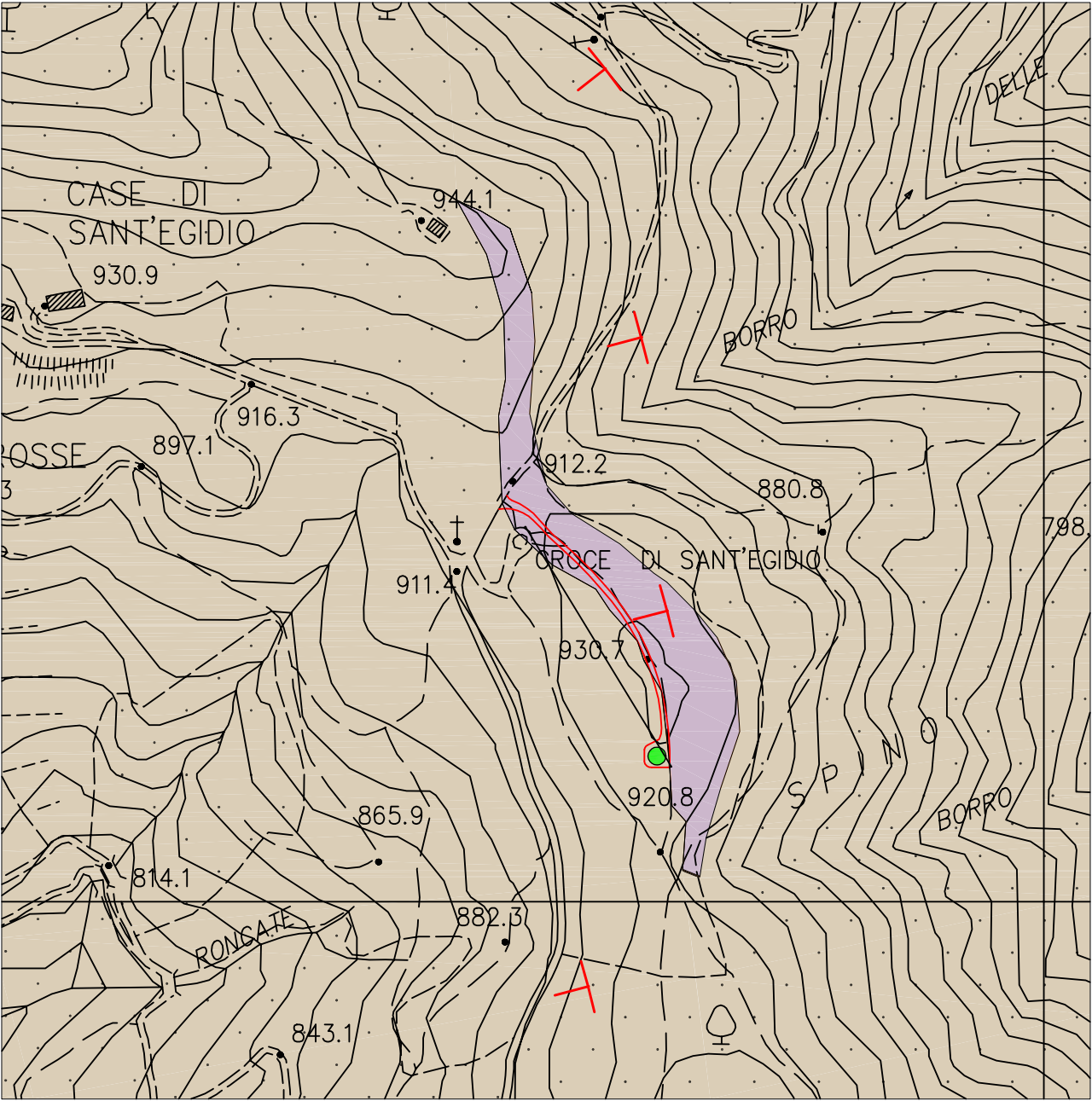
Tav. n°1 – Carta Tecnica Regionale	scala 1:10.000;
Tav. n° 2 – Carta geologica	scala 1:5.000;
Tav. n° 3 – Carta geomorfologica e dei dati di base	scala 1:5.000;
Tav. n° 4 – Planimetria catastale	scala 1:2.000;
Tav. n° 5 – Carta delle indagini	scala 1:2.000;
Tav. n° 6 – Sezioni geologiche;	
Tav. n° 7 – Modello geologico del terreno;	
Allegato n° 1 – Indagini e dati di base <i>Stratigrafia pozzo da banca dati territoriali Provincia di Arezzo</i> <i>Diagramma equiareale</i>	
Allegato n° 2 – Caratterizzazione sismica <i>Indagine geofisica sismica M.A.S.W</i> <i>Parametri di pericolosità sismica</i>	

[illegible]






Sezione 299050 Tornaia

 Ubicazione aerogeneratore

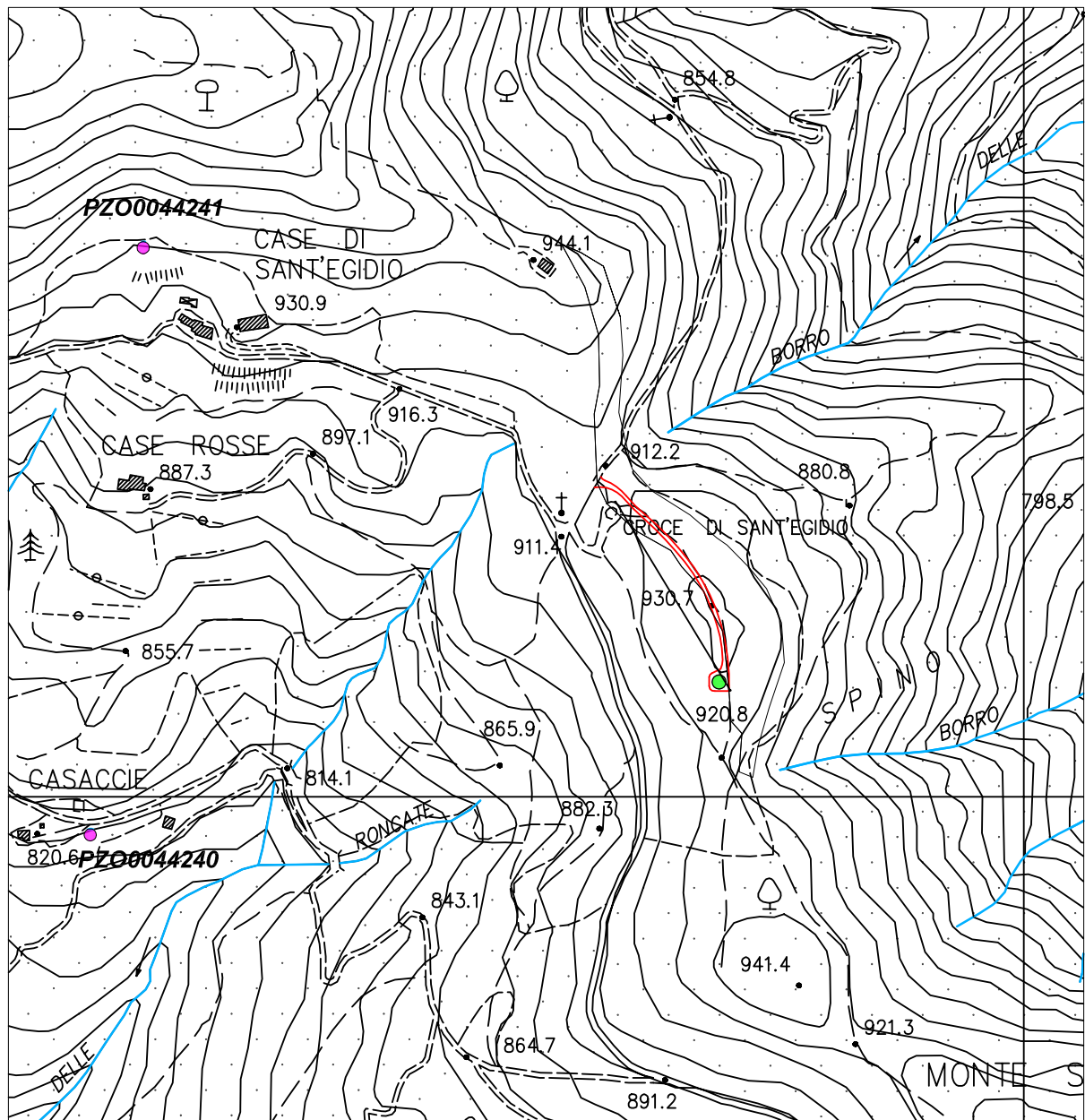
Tav. n° 2 - CARTA GEOLOGICA








scala 1: 5.000

-  Arenarie quarzoso feldspatiche alternate a marne siltoseed argillose. Flysch Terziario della Serie Toscana - Macigno s.l.
-  Calcari, calcareniti, marne ed argilliti. Nummulitico - Scisti varicolori
-  Andamento della stratificazione
-  Strada di accesso alla piazzola
-  Ubicazione aerogeneratore

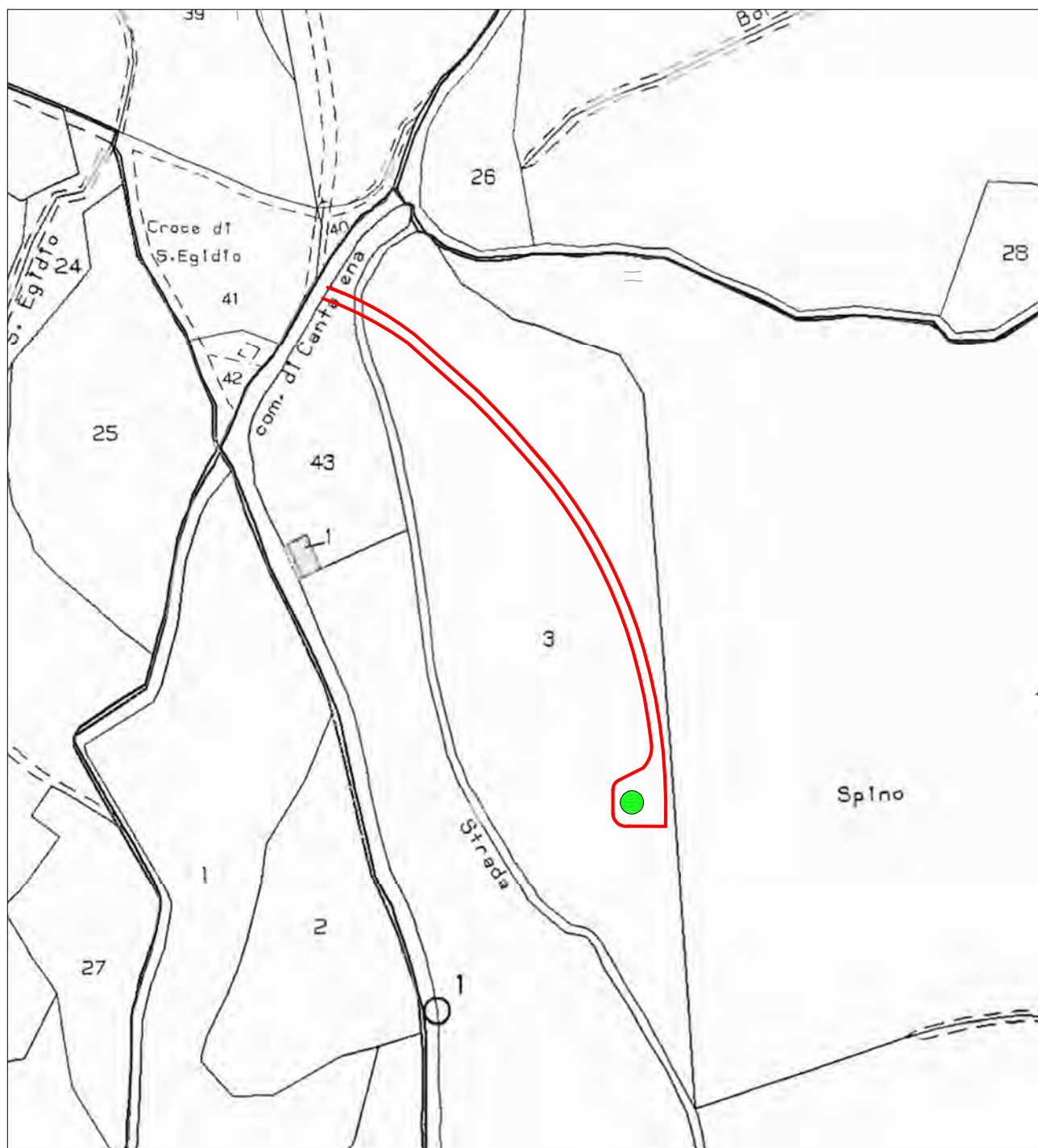
Tav. n° 3 - CARTA GEOMORFOLOGICA E DEI DATI DI BASE



scala 1: 7.500

-  Linee di drenaggio principali
-  Pozzi di stratigrafia nota
(da Banca Dati Provincia di Arezzo)
-  Scarpate
-  Strada di accesso alla piazzola
-  Ubicazione aerogeneratore

Tav. n° 4 - PLANIMETRIA CATASTALE



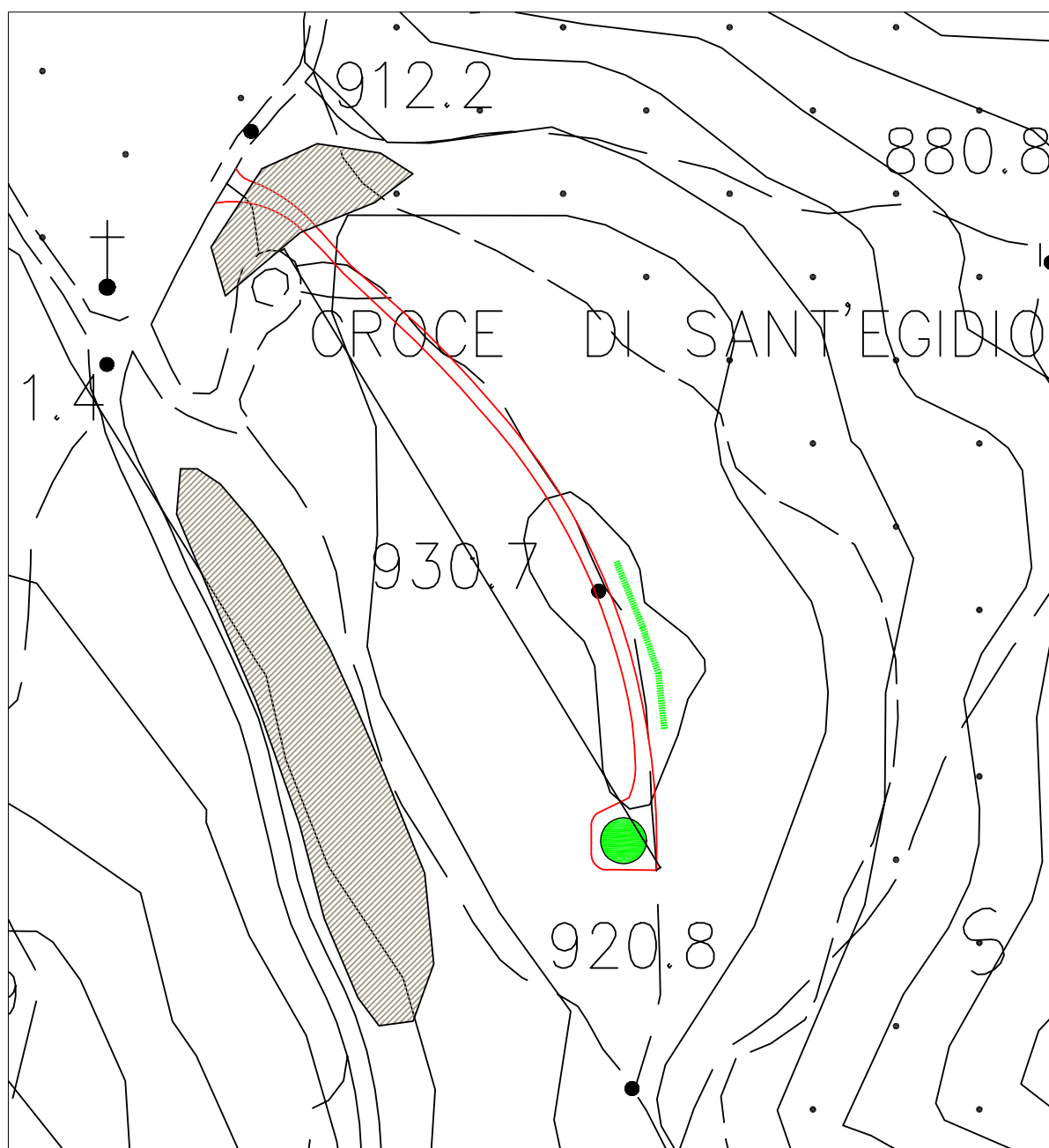
scala 1:2.000

Foglio n° 70 Particelle n° 3 - 4 - 43





— Strada di accesso alla piazzola

● Ubicazione aerogeneratore

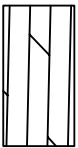
Tav. n° 5 - CARTA DELLE INDAGINI

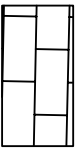


scala 1: 2.000

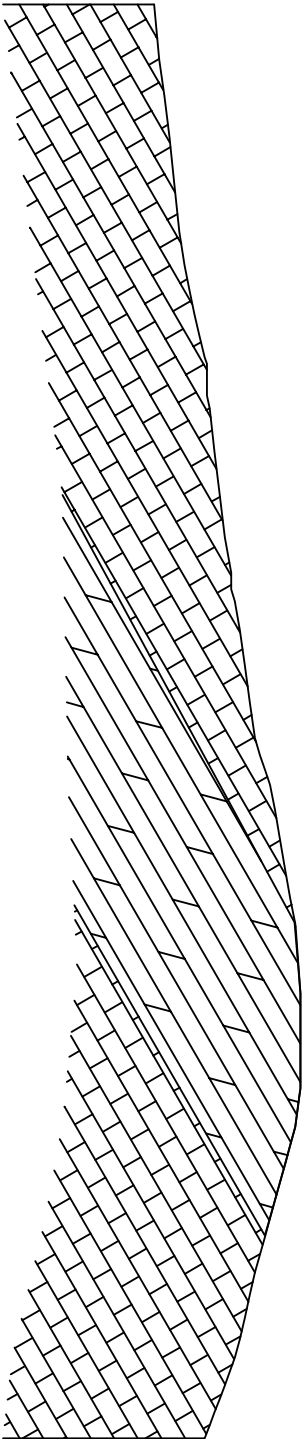
-  Zone di affioramento degli strati coperte da rilievo strutturale
-  Indagine geofisica sismica M.A.S.W.
-  Strada di accesso alla piazzola
-  Ubicazione aerogeneratore

Tav. n° 6 - SEZIONI GEOLOGICHE (scala 1:1.500)

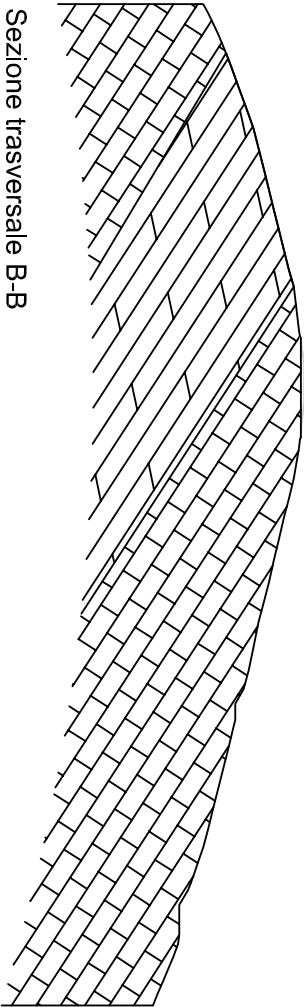
- 

Calcarei, calcareniti, marne ed argilliti
(Nummulitico - Scisti varicolori)
- 

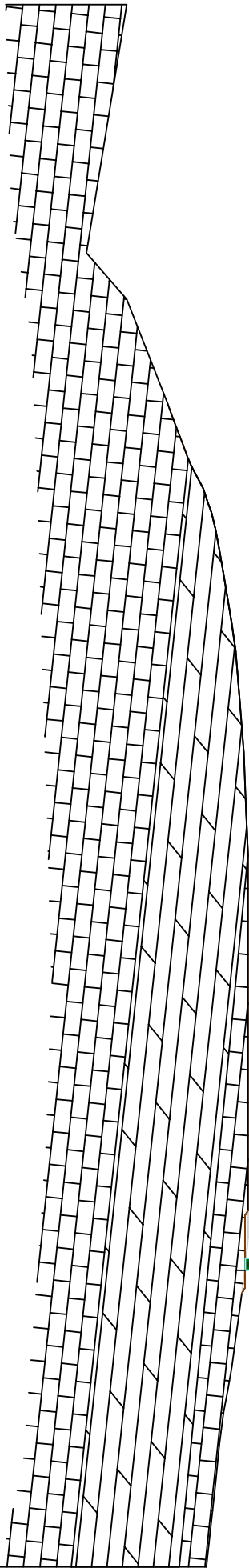
Arenarie quarzose feldspatiche alternate a marne siltose ed argillose
(Flysch Terziario della Serie Toscana - Macigno s.l.)



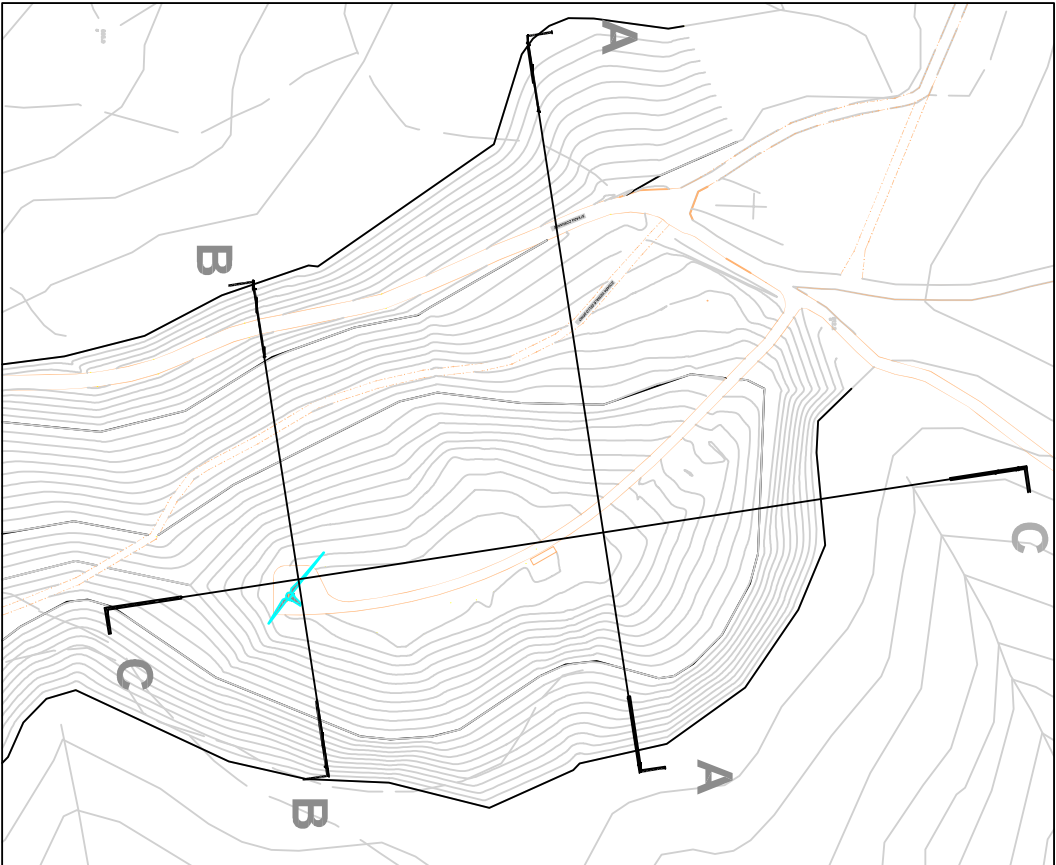
Sezione trasversale A-A



Sezione trasversale B-B



Sezione trasversale C-C





Planimetria di riferimento

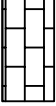
scala 1:3.000

Tav. n° 7 - MODELLO GEOLOGICO DEL TERRENO

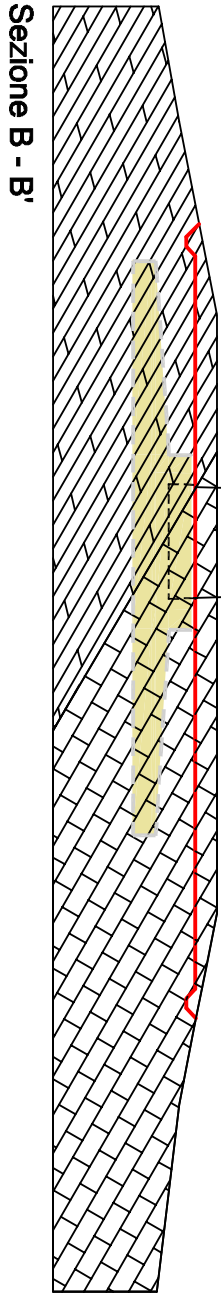
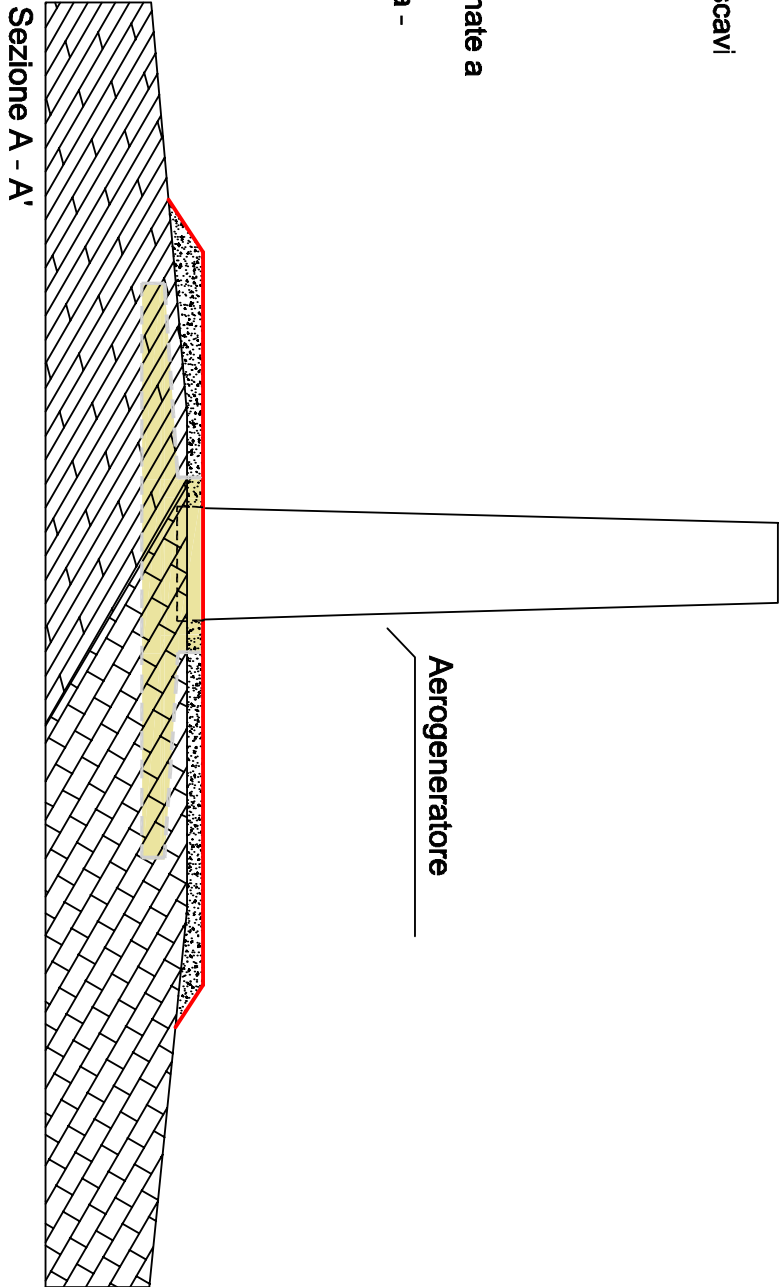
(Sezioni di progetto scala 1:200)


- 


Terreno di riporto proveniente dagli scavi
- 


Calcarì, calcareniti, marne ed argilliti
(Nummulitico - Scisti varicolori)
- 

Arenarie quarzose feldspatiche alternate a
marne siltose ed argillose
(Flysch Terziario della Serie Toscana -
Macigno s.l.)

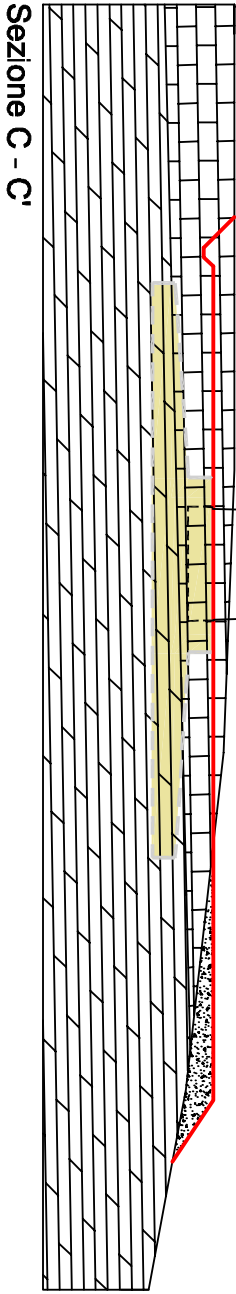
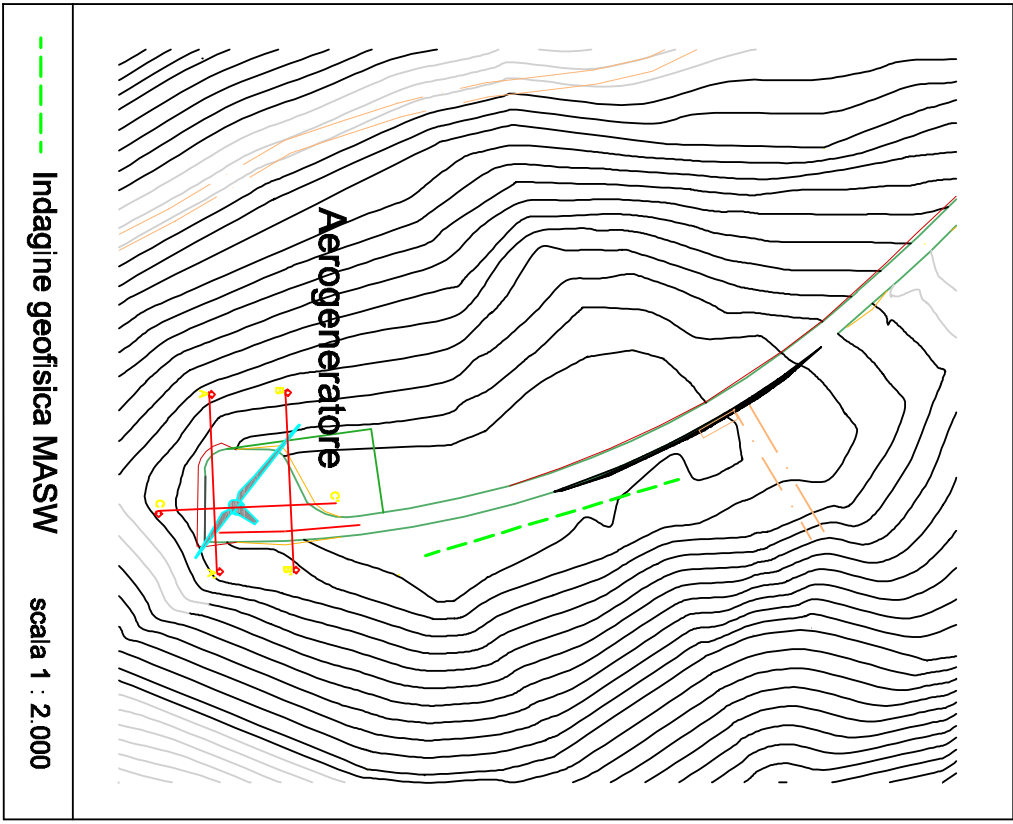


- 

Area di fondazione
- 

Profilo del terreno - stato attuale
- 

Profilo del terreno - stato modificato



Allegato n° 1

INDAGINI E DATI DI BASE

*Stratigrafia pozzi da banca dati territoriali Provincia di Arezzo
Rilievo strutturale-Diagrammi equiareali*

COLONNA STRATIGRAFICA
PZO0044240


Quota m.s.l.m.	Profondità m.	Spessore m.	Simbologia	Descrizione
818 751	0			
		67		Alternanze di Arenarie e Marne
	67			

687

64

Alternanze di Arenarie e Marne

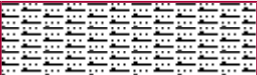
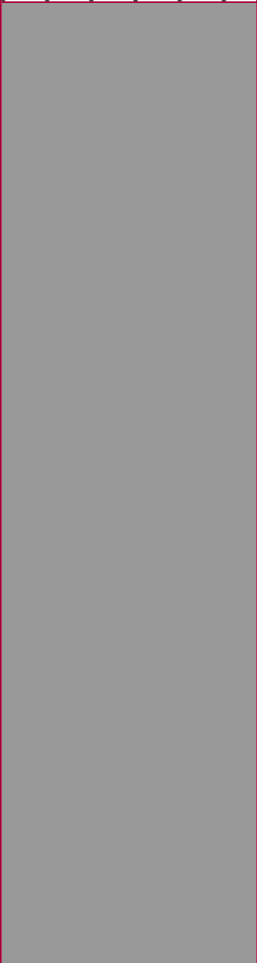
131

Powered by 



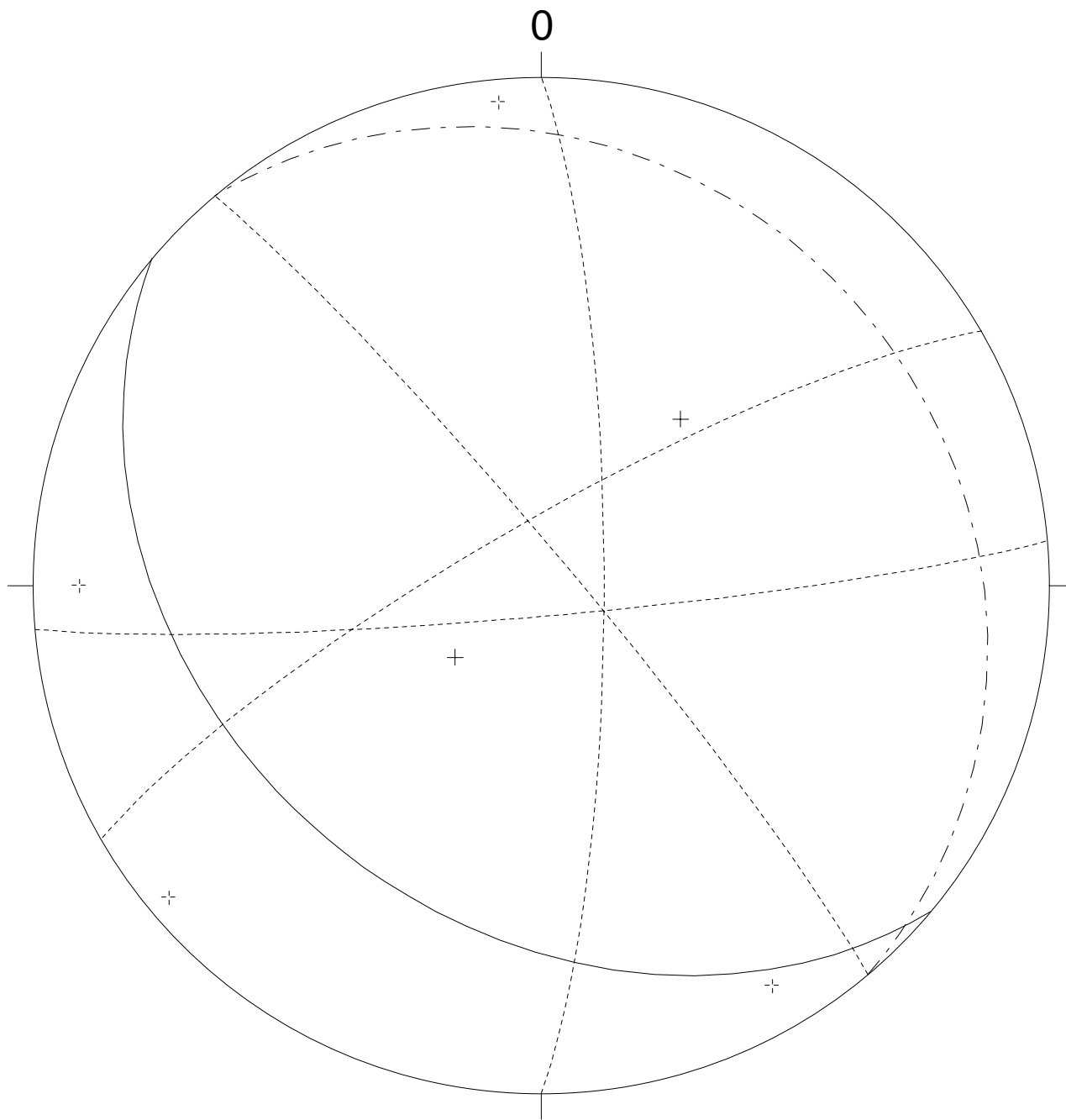
COLONNA STRATIGRAFICA
PZO0044241

Quota m.s.l.m.	Profondità m.	Spessore m.	Simbologia	Descrizione
941	0			
		10		Detrito di Falda
931	10			
		57		Siltiti, Marne ed Arenarie
874	67			

871	70	3		Siltiti, Marne ed Arenarie
831	110	40		Arenarie Fratturate

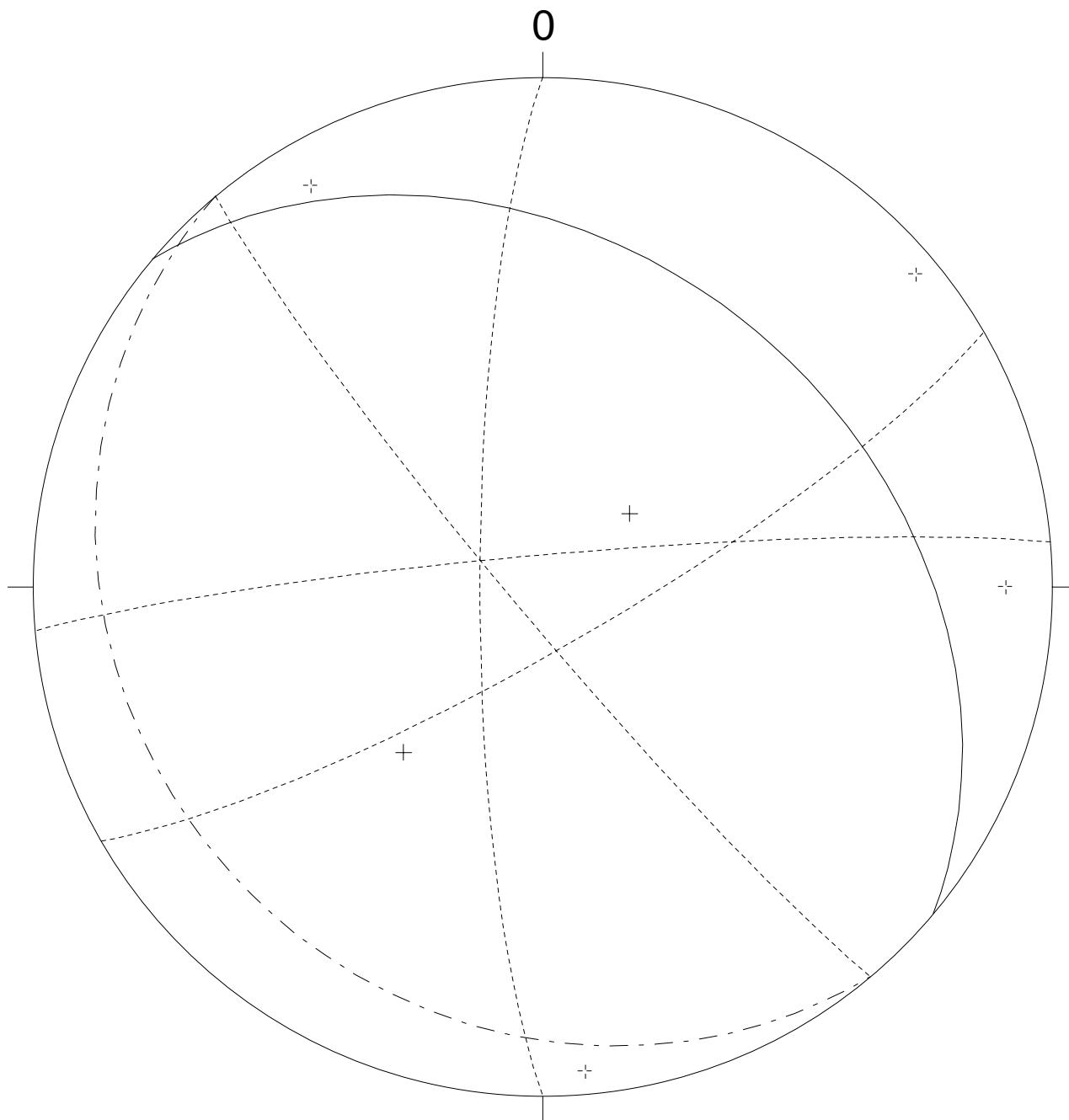
Powered by 

1:	50,0	18,0	P	+	Andamento del pendio
2:	220,0	35,0	P	+	Andamento della stratificazione
3:	175,0	85,0	P	-+-	Principali famiglie di discontinuità
4:	330,0	80,0	P	-+-	
5:	90,0	80,0	P	-+-	
6:	50,0	85,0	P	-+-	



+ n=1 (P)
 + n=1 (P)
 ⊕ n=4 (P)
 Num total: 6

Equal area projection, lower hemisphere



+ n=1 (P)
+ n=1 (P)
+ n=4 (P)
Num total: 6

Equal area projection, upper hemisphere

Allegato n° 2

CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Indagine geofisica sismica M.A.S.W
Parametri di pericolosità sismica

2012

GEOMA
di Marco Marzupini

Cell.328-7255608

Email: marzupinimarco@gmail.com

Skype: Geoma.Marzupini

Dom: Via Laparelli Pitti, 10

Arezzo (AR) 52100

Res Fisc via delle Cicogne 28

Capoterra (CA) 09012

C.F. MRZMRC83B01A390P

P.IVA 03318000928

INDAGINE GEOFISICA SISMICA M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves)

LOCALITÀ: **CORTONA**

DATA: **03/07/12**

Geoma di Marco Marzupini Cell: 3287255608 Piva 03318000928

1

PREMESSA

In località *Muraglione – Sant'Egidio Cortona (AR)* in data 03/07/2012 (Illustrazione 1) è stata eseguita un'indagine M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves), con obiettivo la valutazione della velocità media di propagazione delle onde elastiche per la definizione del parametro VS30 nei primi 30 metri. Tale parametro permette la definizione del comportamento sismico dei terreni presenti nell'area di intervento, secondo la recente normativa antisismica DM 14.01.2008.

Illustrazione 1: Ubicazione dello stendimento (stendimento non in scala)



TEORIA ALLA BASE DELLA TECNICA M.A.S.W. E SULL'ANALISI DELLE ONDE SUPERFICIALI DI RAYLEIGH

Il M.A.S.W. è una tecnica d'indagine recente che sfrutta le onde superficiali di Rayleigh e Love (in questo studio verranno utilizzate solamente le prime). Il metodo mira ad una caratterizzazione sismica del sottosuolo basandosi sull'analisi della dispersione geometrica delle onde di superficie. Le onde superficiali si creano quando il fronte d'onda nel terreno incontra una discontinuità fisica, che può essere sia la superficie terreno-atmosfera (il nostro caso), sia il passaggio areato-consolidato (Thorne L & Wallace T.C, 1995,. *Modern Global Seismology*,). Nella discontinuità, la somma del moto delle onde riflesse e rifratte, dà origine alle onde superficiali.

ONDE DI RAYLEIGH

L'interazione delle onde P e SV sulla superficie libera dà origine alle onde di Rayleigh (Illustrazione 2) che si muovono con un movimento ellittico delle particelle nello strato superficiale avente un asse dell'ellisse parallelo alla direzione dell'onda e l'altro ortogonale alla superficie libera.

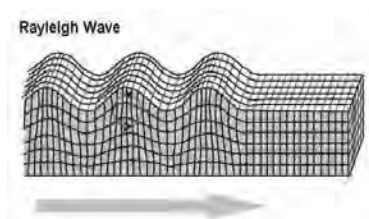


Illustrazione 2: Onde di Rayleigh

ONDE DI LOVE

La riflessione totale delle onde SH dà origine alle onde di Love (Illustrazione 3), che si muovono con moto delle particelle perpendicolare alla direzione di propagazione, ma polarizzato nel piano orizzontale.

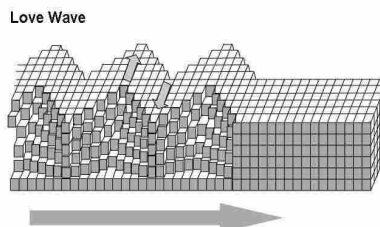


Illustrazione 3: Onde di Love

Le onde superficiali, a differenza di quelle di volume (P ed S), hanno le seguenti proprietà:

Sono dispersive in mezzi non omogenei (perché variano la propria velocità a seconda della frequenza). La velocità di propagazione è lievemente più bassa rispetto alle onde S. La proprietà fondamentale delle onde superficiali di Love e Rayleigh, sulla quale si basa l'analisi per la determinazione delle V_s , è costituita dal fenomeno della dispersione che si manifesta in mezzi stratificati. Un'ulteriore proprietà importante è la diminuzione dell'ampiezza che diminuisce con radice quadrata della distanza dalla sorgente. Pertanto, analizzando la curva di dispersione, ossia la variazione delle velocità di fase delle onde di Rayleigh in funzione della lunghezza d'onda (o della frequenza, che è l'inverso della lunghezza d'onda), è possibile determinare la variazione della velocità delle onde di taglio con la profondità tramite il processo d'inversione.

ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE

L'analisi M.A.S.W. viene condotta in due fasi principali:

PRIMA FASE

La prima fase avviene in campagna con l'acquisizione multicanale dei segnali sismici, mediante il sismografo DoReMi a 24 canali della SARA electronic instruments s.r.l..

L'acquisizione viene effettuata mediante 24 geofoni verticali da 4,5 Hz distanziati di 1,5 m per una lunghezza totale dello stendimento di 34,5 metri.

Le energizzazioni, eseguite mediante una mazza, vengono effettuate con offset (dal primo geofono) di -3 m, -6 m, -9 m e dal ventiquattresimo geofono a +3, +6. L'indagine geofisica viene eseguita sul livello di campagna, ma il valore della V_s 30 verrà calcolato dalla quota delle fondazioni dell'infrastruttura che verrà posta a -1 m dal livello di campagna.

Illustrazione 4: Stendimento



SECONDA FASE

La seconda fase, che consiste nell'elaborazione dei dati acquisiti in campagna, è stata eseguita mediante il software WinMASW 5,0 ACADEMY della EliaSoft.

Il programma, dopo il calcolo dello spettro di velocità, richiede il picking della curva di dispersione che poi mediante inversioni e modellizzazioni permetterà la ricostruzione del profilo delle velocità delle onde s nel terreno.

Tutte queste fasi devono essere seguite accuratamente dall'operatore mediante la verifica, attraverso l'utilizzo di modelli, della qualità dei dati, ma soprattutto della loro possibile congruità con i dati geologici del sito.

Qui di seguito vengono riportati i più importanti passaggi dell'elaborazione (Illustrazione 5 e Illustrazione 6):

Illustrazione 5: A sinistra sismogramma e a destra picking della curva di dispersione

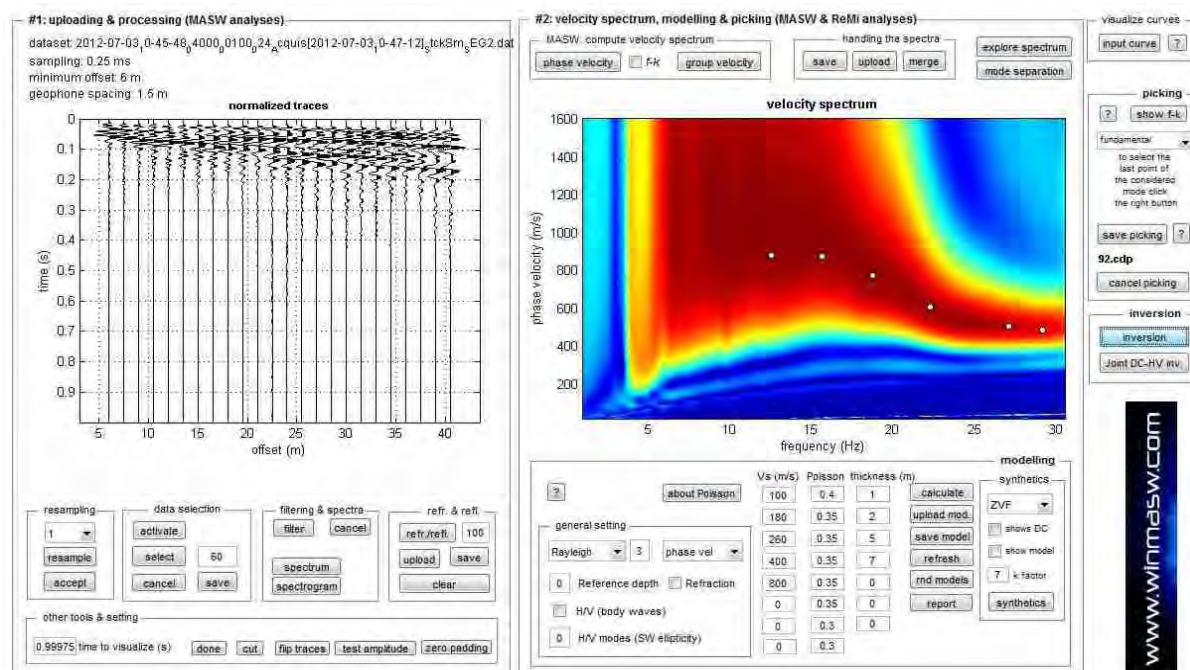
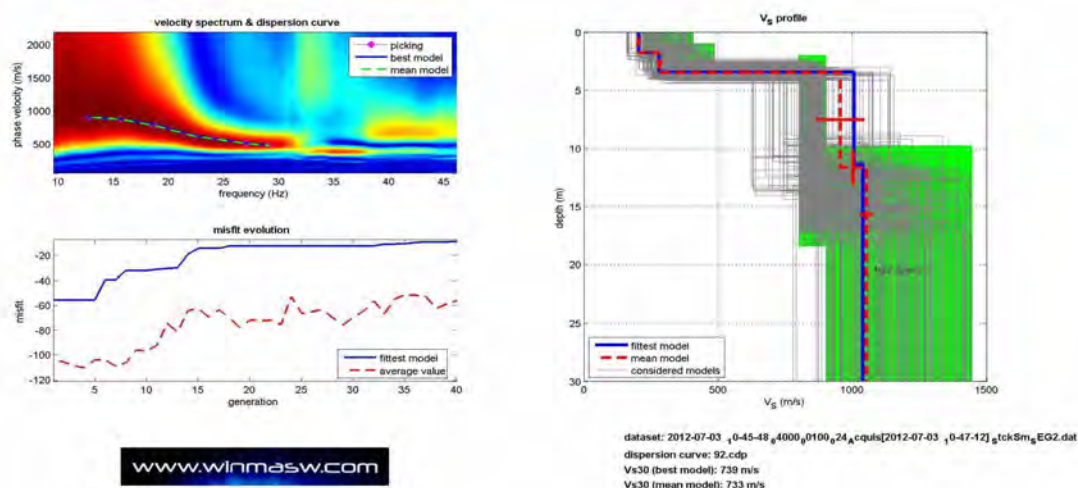


Illustrazione 6: Inversione della curva di dispersione



NORMATIVA

La nuova normativa (modifiche del D.M. 14/09/2005 Norme Tecniche per le Costruzioni, emanate con D.M. Infrastrutture del 14/01/2008, pubblicato su Gazzetta Ufficiale Supplemento ordinario n° 29 del 04/02/2008) stabilisce l'azione sismica di progetto, in assenza di ulteriori analisi specifiche, sulla base della zona sismica di appartenenza del sito e la categoria sismica del suolo su cui sarà realizzata l'opera.

La norma divide il territorio nazionale in 4 zone sismiche (tab. 1), definite dal valore a_g dell'accelerazione di picco al suolo (PGA), normalizzata rispetto all'accelerazione di gravità.

CLASSIFICAZIONE SISMICA tab. 1		
zona	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni [a_g/g] PGA	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme Tecniche) [a_g/g]
1	> 0,25	0,35
2	0,15-0,25	0,25
3	0,05-0,15	0,15
4	<0,05	0,05

Ai fini della definizione della azione sismica di progetto si definiscono le seguenti categorie di profilo stratigrafico del suolo di fondazione (le profondità si riferiscono al piano di posa delle fondazioni, i valori da utilizzare per V_s , NSPT e C_u sono valori medi):

- A - Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi, caratterizzati da valori di VS_{30} superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo di 3 m.
- B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS_{30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $NSPT_{30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u30} > 250$ kPa nei terreni a grana fine).

- C - Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche, con la profondità e valori del VS30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < \text{NSPT30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < \text{cu30} < 250$ kPa nei terreni a grana fine).
- D - Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fine scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 inferiori a 180 m/s (ovvero $\text{NSPT30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $\text{cu30} < 70$ kPa nei terreni a grana fine).
- E - Terreni dei sottosuoli dei tipi C o D per spessori non superiori a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $\text{VS} > 800$ m/s).
- S1 - Depositi di terreni caratterizzati da valori di VS30 inferiori 100 m/s (ovvero $10 < \text{cuS30} < 20$ kPa) che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fine di bassa consistenza, oppure che includano almeno 3 m di torba o argille altamente organiche.
- S2 - Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti. .

Nelle definizioni precedenti la V_{s30} è la velocità media di propagazione entro i 30 m di profondità

delle onde di taglio che viene calcolata con la seguente espressione:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1, N} \frac{h_i}{V_i}}$$

dove h_i e V_i indicano lo spessore (in m) e la velocità delle onde di taglio (per deformazioni di taglio $\gamma < 10^{-6}$) dello strato i -esimo, per un totale di N strati presenti nei 30 m superiori.

CONCLUSIONI

L'analisi della dispersione delle onde di Rayleigh a partire dai dati di sismica attiva (M.A.S.W.) ha consentito di determinare il profilo sismico verticale della VS

- La sezione ottenuta mostra un primo sismo-strato con una velocità delle onde S di circa 202 m/s fino alla profondità di circa 0,8 m
- Un secondo sismo-strato con velocità 281 m/se spessore 1,7 m
- Un terzo sismo-strato con velocità 953 m/se spessore 8,2 m
- La sezione sismo-stratigrafica evidenzia, al di sotto dei 10,7 di profondità, velocità delle onde di taglio (Vs) che aumentano fino a circa 1050 m/s alla profondità di 30 m.

Qui di seguito vengono riportati in tabella i risultati ottenuti e sismo-stratigrammi

Tabella 1: PROFILO SISMICO E DATI

VS30 e PARAMETRI ELASTICI						
Profondità livello fondazione	1	Profondità livello campagna	0	Profondità (m) dal liv fond		
Strato	Vs (m/s)	Vp (m/s)	Rapporto (Vp/Vs)	Spessore (m)	da	a
1	202	495	2,45	1,8	0	-0,8
2	281	585	2,08	1,7	-0,8	-2,5
3	953	1984	2,08	8,2	-2,5	-10,7
4	1050	2186	2,08	18,3	-10,7	-30

Strato	Poisson v	Densità (g/cm ³)	Shear G (kPa)	Bulk Ev (kPa)	Young E (kPa)
1	0,40	1,88	76711,52	358364,97	214807,36
2	0,35	1,92	151605,12	454931,84	409344,3
3	0,35	2,22	2016223,98	6050189,68	5443941,31
4	0,35	2,24	2469600	7411255,04	6668140,89

1	0,004	1	0,004
2	0,006	2	0,002
3	0,009	3	0,008
4	0,018		
	0,04		0,014

VS 30	810,91	Vs copertura del substrato (attenzione quando inferiore 360 m/s)	VS 30	Rapporto Vs substrato / Vs copertura (attenzione quando > 2.2)
		0	0	0

Illustrazione 7: Sismo-stratigramma dal livello campagna

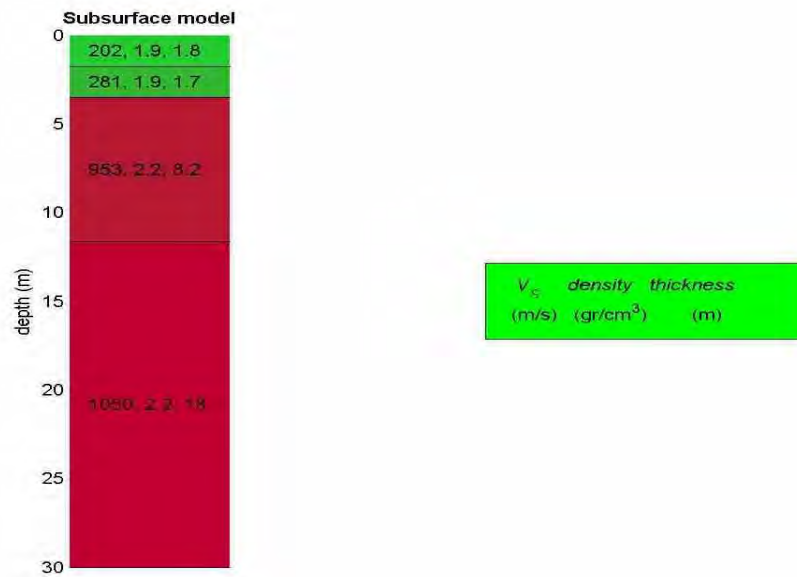
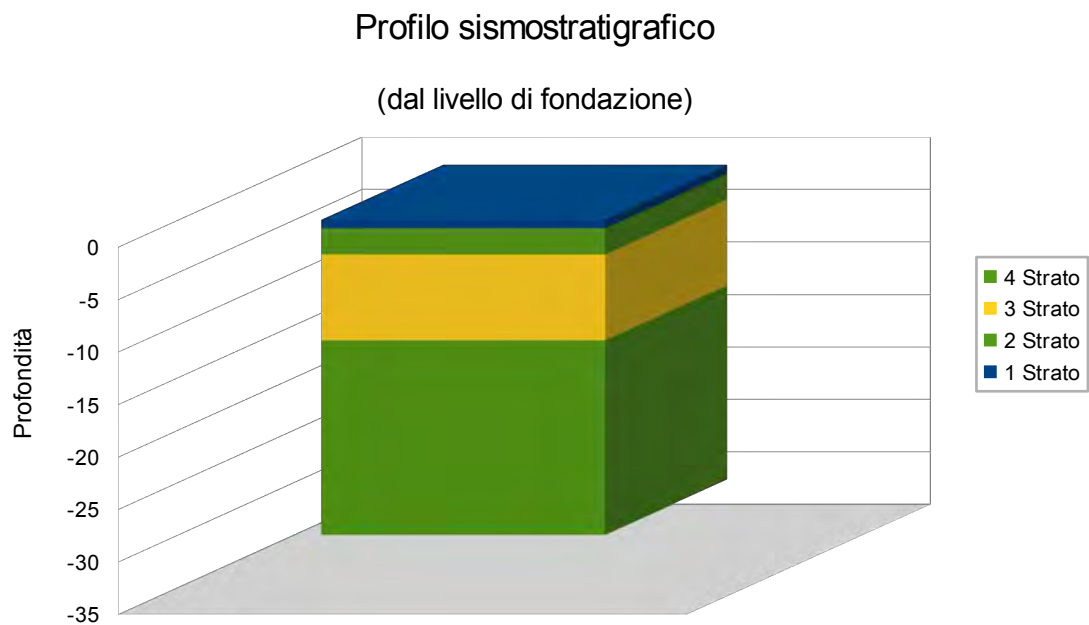


Illustrazione 8: Sismo-stratigramma dal livello di fondazione



Il valore della velocità media equivalente delle onde di taglio dei primi 30 metri (Vs30) dal livello delle fondazioni è risultato :

$$\mathbf{VS30 = 810 \text{ m/s}}$$

che comporta una classificazione del suolo in categoria:

A

A - Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi, caratterizzati da valori di VS30 superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo di 3 m. .

Nota

La suddetta classificazione del suolo è determinata mediante l'elaborazione di dati acquisiti in campagna. A causa delle semplificazioni intrinseche della modellizzazione matematica adottata, si rimanda al geologo, grazie all'esperienza maturata e alle conoscenze del sito, dare la classificazione che ritiene più idonea .

**Disegno 1: ALLEGATO (CONFIGURAZIONE DELLO
STENDIMENTO)**



GEOMA di Marco Marzupini
 Res. Fisc.: Via delle Cicogne, 28 - 09012 Capoterra (CA)
 Dom.: Via Laparelli Pitti, 10 - 52100 Arezzo (AR)
 Cell. 328-7255608 - marzupinimarco@gmail.com
 C.F. MRZ MRC 83B01 A390P - P.I. 03318000928

03/07/2012

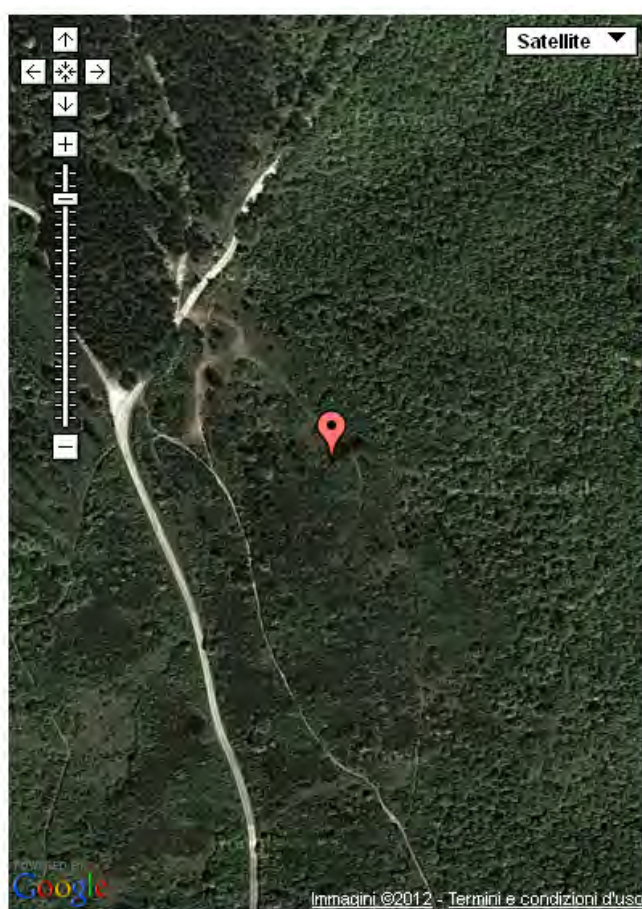
Dott. Marco Marzupini

Id 7253030712224

V 2,2,4

Parametri di pericolosità sismica

Cerca Posizione		Determinazione dei parametri sismici	
Via	Sant' Egidio n°	(1)* Coordinate WGS84	
Comune	Cortona Cap	Lat. 43.306044 °	Long. 12.016178 °
Provincia	Arezzo	(1)* Coordinate ED50	
	<input type="button" value="Cerca"/>	Lat. 43,307006 °	Long. 12,017136 °
Coordinate WGS84		Classe dell'edificio	
Latitudine	43,306044 °	II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche <input type="button" value="Cu = 1"/>	
Longitudine	12,016178 °	Vita nominale <input type="button" value="50"/>	
	<input type="button" value="Cerca"/>	(Opere provvisorie <=10, Opere ordinarie >=50, Grandi opere >=100)	
		Interpolazione <input type="button" value="Media ponderata"/>	
		<input type="button" value="Calcola"/>	



43.306044, 12.016178

Stato Limite	Tr [anni]	ag [g]	Fo	Tc* [s]
Operatività (SLO)	30	0,055	2,516	0,262
Danno (SLD)	50	0,068	2,518	0,273
Salvaguardia vita (SLV)	475	0,161	2,445	0,294
Prevenzione collasso (SLC)	975	0,200	2,453	0,303
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

Calcolo dei coefficienti sismici

- ☐ Muri di sostegno
 ☐ Paratie

☒ Stabilità dei pendii e fondazioni

☐ Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m)

 us (m)

 Categoria sottosuolo

 Categoria topografica

	SLO	SLD	SLV	SLC
Ss *				
Amplificazione stratigrafica	<input type="text" value="1,00"/>	<input type="text" value="1,00"/>	<input type="text" value="1,00"/>	<input type="text" value="1,00"/>
Cc *				
Coeff. funz categoria	<input type="text" value="1,00"/>	<input type="text" value="1,00"/>	<input type="text" value="1,00"/>	<input type="text" value="1,00"/>
St *				
Amplificazione topografica	<input type="text" value="1,20"/>	<input type="text" value="1,20"/>	<input type="text" value="1,20"/>	<input type="text" value="1,20"/>

☐ Personalizza acc.ne massima attesa al sito [m/s²]

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,013	0,016	0,052	0,072
kv	0,007	0,008	0,026	0,036
Amax [m/s²]	0,651	0,799	1,889	2,357
Beta	0,200	0,200	0,270	0,300