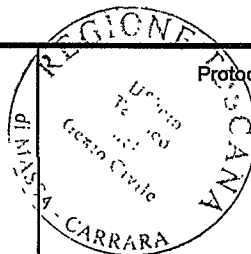




REGIONE TOSCANA
Giunta Regionale

Ufficio Tecnico del GENIO CIVILE di
MASSA-CARRARA
Sede di MASSA



Protocollo generale

SANATORIA

L.R. 01/05 Art. 140

N° 380/01 Art. 26

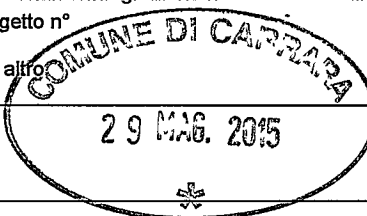
☒ OPERE GIA' CONFORMI

☐ OPERE DA ADEGUARE
(vedi allegato progetto)

☒ Nuovo Progetto

☐ Variante/Integrazione n° al progetto n°

☐ altro



- ☒ D.P.R. 380/01 artt. 93 e 94*, L.R. 1/05 art. 105 ter
- ☐ D.P.R. 380/01 artt. 65, 93 e 94**, L.R. 1/05 art. 105 ter
- ☐ D.P.R. 380/01 artt. 61 (art.2 L.64/74)

☒ D.M. 14/01/2008

☐ D.M. 16/01/1996*

* così come disposto dal D.L. 248/07 art. 20, convertito con L. 21/08

☐ Altra normativa di riferimento specificare (da relazione) nella

☐ AUTORIZZAZIONE (zona sismica 2)

☒ DEPOSITO (zona sismica 3 e 4)

Zona di classificazione sismica

☒ 3

Valore di ag 0,136 g

☐ 4

Fascia di pericolosità sismica

☐ A

☒ B

☐ C

Descrizione dell'intervento **A SANATORIA**: Progetto di edificio di civile abitazione

Comune **Carrara**

Estremi catastali

FG 25 Mapp. 419

Loc. **Sorgnano**

Estremi Prat. Comunale

Via **Di Gragnana n.3**

Committente	Nome Andrea Bernardini		sede legale*: Comune	
	Via	n.	legale rappresentante*	
	nato a	Carrara	il	12/06/1979
	Domiciliato in Lucca		CAP 55100	
	Via	Romana n. 955/D	Tel. 328 7192530	
	Codice Fiscale BRN NDR 79H12 B832V		e-mail	
* indicare in caso di società o enti		Il committente per il progetto è domiciliato presso (facoltativo) _____		

1	Ditta Costruttrice	in economia	2	Geologo	Roberto Fantoni
sede legale*: Comune			nato a Livorno il 09/05/1955		
Via n.			Iscritto all'Albo Geologi		
legale rappresentante*			Regione TOSCANA n. 388		
nato a il			domiciliato in CARRARA CAP 54033		
domiciliato in CAP			Via ARUNA n. 5B		
Via n.			Tel. 058574604 Fax 058574604		
Tel. Fax			e-mail studio_fantoni@iol.it		
e-mail			Codice Fiscale FNT RRT 55E09 E625K		
Codice Fiscale					
* indicare in caso di società o enti					

3	Progettista Strutturale	Michele Viani	4	Direttore dei Lavori Strutturale	
nato a Sarzana (SP) il 18/11/1974		nato a		il	
iscritto all'Albo Ingegneri		iscritto all'Albo			
prov. di SP n. A 1105		prov. di REGIONE TOSCANA n.			
domiciliato in Castelnuovo Magra CAP 19038		domiciliato in Ufficio del Genio Civile		CAP	
Via Aurelia n. 68 B		di MASSA - CARRARA n.			
Tel. 3483265520 Fax		Tel.		Fax	
e-mail michele.viani@ingpec.it		e-mail questo Ufficio ai sensi della			
Codice Fiscale VNI MHL 74S18 I449V		Codice Fiscale e DPR 6.06/2001 n. 380			

Pratica n. **722-13**
Prot. n. **346598** Massa **09 DIC. 2013**
D'ORDINE DEL DIRIGENTE
(Dott. Ing. Alessandro Fignani)

Il/i sottoscritto/i in qualità di costruttore/i dichiara/dichiarano che si impegna/impegnano a realizzare l'opera così come è descritta nel progetto.		
 (timbro e firma)	 (timbro e firma)	 (timbro e firma)
Il sottoscritto Roberto Fantoni in qualità di geologo , dichiara che sono state rispettate le prescrizioni contenute negli strumenti della pianificazione territoriale e negli atti del governo del territorio con riferimento alla fattibilità degli interventi a seguito delle indagini geologico-tecniche e che le indagini geologiche, geofisiche e geotecniche relative all'intervento sono state eseguite in ottemperanza alle disposizioni di cui agli artt. 6 e 7 del d.p.g.r. 36/R/2009.		
Ordine Geologi Toscana Dr. Geol. Roberto Fantoni N° 388 (timbro e firma)	 (timbro e firma)	 (timbro e firma)
Il/i sottoscritto/i in qualità di direttore dei lavori dichiara/dichiarano che il progetto depositato è eseguibile ed è conforme alla vigente normativa, e che risulta adeguato alle prescrizioni di cui all'art. 106 della L.R. 1/2005.		
..... (timbro e firma)	 (timbro e firma)	 (timbro e firma)
11 Informazione utile alle attività dell'Ufficio - Inizio lavori		
In caso di opere da adeguare il sottoscritto in qualità di Committente fa presente che l'inizio dei lavori strutturali relativi al progetto in oggetto: ☐ avverrà contestualmente al rilascio dell'attestato di avvenuto deposito del progetto. ☐ avverrà il giorno		
12 Il/La sottoscritto/a in qualità di Committente dichiara di autorizzare a svolgere tutte le funzioni amministrative presso i competenti Uffici Regionali		
13 Data di esecuzione delle opere		
Il sottoscritto, in qualità di richiedente, dichiara , sotto la propria responsabilità e consapevole che chiunque rilascia dichiarazioni mendaci è punito ai sensi del codice penale e delle leggi speciali in materia, ai sensi e per gli effetti dell'art. 76 D.P.R. n. 445/2000, che le opere di cui trattasi sono state eseguite nel periodo dal aprile 2012 al settembre 2013		
Firme		
14 Il Committente (Allegare copia documento d'identità) 	15 Il Costruttore (timbro e firma) 	
Istruzioni per la compilazione Devono essere inseriti tutti i campi richiesti nella prima parte del modello, relativi alla normativa, al tipo di sanatoria, alla descrizione dell'intervento e ai dati relativi all'ubicazione. I riquadri numerati devono invece essere riempiti secondo le seguenti indicazioni:		
Opere da sanare già conformi alle norme tecniche	Opere da sanare da adeguare (NON conformi alle norme tecniche)	
Elenco riquadri da riempire: 1 Committente 3 Tecnico Rilevatore 5 Altri soggetti responsabili (eventualmente presenti) 6 Destinazione 7 Sistemi costruttivi 9 Allegati (con la certificazione del rispetto delle norme tecniche) 10 Nomina del collaudatore (eventuale) 12 Delega a svolgere le funzioni amministrative (eventuale) 13 Data di esecuzione delle opere 14 Firma del committente 16 Dichiarazione di responsabilità tecnico rilevatore	Elenco riquadri da riempire: 1 Committente 2 Ditta costruttrice 3 Progettista strutturale 4 Direttore dei Lavori strutturale 5 Altri soggetti responsabili (eventualmente presenti) 6 Destinazione 7 Sistemi costruttivi 9 Allegati 10 Nomina del collaudatore (eventuale) 10 Data inizio lavori 12 Delega a svolgere le funzioni amministrative (eventuale) 13 Data di esecuzione delle opere da adeguare 14 Firma del committente 15 Firma del Costruttore 16 Dichiarazioni di responsabilità	

SPAZIO RISERVATO ALL'UFFICIO

Attestazione di deposito / autorizzazione

(timbro)

Progetto n° li

L'incaricato:

5

Altri soggetti responsabili

Committenti

TECNICO RILEVATORE
Progettisti

GOM. MORELLI FEDERICO NATO A CANIANA IL 06-01-1974 DIMICILIATO A CANIANA Via B.
ORDONEZ N.6 TEL. 3392836402 CF. MRLFR74A06B832P

Direttori dei Lavori

Ditte costruttrici

6

DESTINAZIONE

EDIFICI ORDINARI:

☒ Civile abitazione;

☐ Ponti di luce di mt. ;

☐ Edifici industriali / artigianali (medio-piccoli);

☐ Manufatti vari (garage, Annessi, Ripostigli, Loc. tecnici);

☐ Palestra privata;

☐ Opere idrauliche di sbarramento;

☐ Muri di sostegno di h = mt, torri, ciminiera;

☐ Altro

7

SISTEMI COSTRUTTIVI

☒ Nuova costruzione

☐ Interventi su costruzioni esistenti:

☐ Adeguamento

☐ Miglioramento

☐ intervento locale o di riparazione

Rispettando:

☒ D.M. 14/01/2008

☐ Ordinanza P.C.M. n° 3274/03 e successive integrazioni

☐ Codici internazionali:

☐ Letteratura tecnica consolidata:

☐ D.M. 16/01/1996

☐ D.M. 24/01/1986

☐ D.M. 14/09/1985

☐ D.P.G.R. 36/R/09, art. 3 comma 3

☐ D.P.G.R. 36/R/09, art. 6 e 7

☐ In c.a. ☐ In opera ☐ prefabbricato

☐ In acciaio ☐ mista c.a. e acciaio

☒ In muratura ☒ ordinaria ☐ armata ☐ mista

☐ In legno

☐ altro

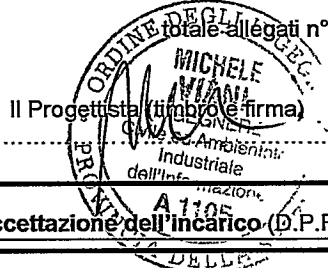
☐ Con dispositivi di isolamento sismico o dissipazione

8

ALLEGATI:

Il/i sottoscritto/i in qualità di Progettista dichiara sotto la propria personale responsabilità di aver allegato la seguente documentazione in duplice esemplare, firmata dal Progettista Strutturale e controfirmata dal Direttore dei Lavori Strutturale:

- ☐ L.R. 1/2005 art. 105 quinquies, contributo per le spese di istruttoria e di conservazione dei progetti (modello A)
- ☒ A1 Planimetria generale elaborati n° 3
- ☒ A2 Progetto Architettonico elaborati n°
- ☐ A3 Relazione tecnica generale elaborati n°
- ☐ A4 Relazione materiali impiegati elaborati n°
- ☒ A5 Relazione geologica elaborati n° 1
- ☐ A6 Relazione geotecnica elaborati n°
- ☐ A7 Relazione sulle fondazioni elaborati n°
- ☐ A8 Relazione di calcolo elaborati n°
- ☐ A9 Fascicolo dei calcoli elaborati n°
- ☒ A10 Disegni esecutivi delle strutture e particolari costruttivi elaborati n° 1
- ☐ A11 Copia del certificato previsto dall'art. 9 della L. 1086/71 (art. 58 D.P.R. 380/01) e dall'art. 7 della L. 64/74 (art. 56 D.P.R. 380/01) per le strutture prefabbricate
- ☐ A12 Dichiarazione rilasciata dalla competente Amministrazione per edificio di speciale importanza artistica - art. 16 L. 64/74 (art. 92 D.P.R. 380/01)
- ☐ A13 Piano di Manutenzione
- ☒ A14 Scheda sintetica a firma del geologo 1
- ☒ Certificazione del rispetto delle norme tecniche (in bollo) redatta dal tecnico rilevatore (solo per opere conformi) 1
- ☐ Certificato di collaudo statico in bollo (se dovuto)
- ☒ Altri COPIA DOC. LA - DICHIARAZIONE ALCANTARA 1



9

Nomina del Collaudatore e Accettazione dell'incarico (D.P.R. 380/01 e D.M. 14/01/2008 p.to 9.1)

Il sottoscritto in qualità di Committente dichiara di nominare Collaudatore dei lavori in oggetto:

Iscritto all'Albo

Iscritto all'Albo

Iscritto all'Albo

Domiciliato in

Domiciliato in

Il sottoscritto in qualità di Collaudatore dichiara di accettare l'incarico conferitogli, di non aver partecipato alla progettazione dell'opera, di essere iscritto all'Albo professionale da almeno dieci anni e di impegnarsi a non prendere parte alla direzione e alla esecuzione dei lavori.

Il Collaudatore (timbro e firma)

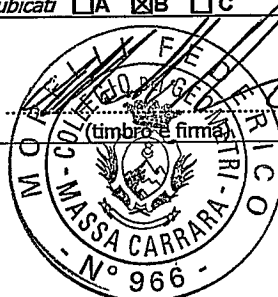
- ☐ Trattandosi di opere di ☐ miglioramento sismico eseguite su un edificio esistente ai sensi del D.M. 16/01/96, punto C.9.1.2. oppure ☐ intervento locale ai sensi del p.to 8.4.3 del DM 14.1.2008, non si effettuerà il Collaudo Statico.

10

Dichiarazioni di responsabilità

Il/i sottoscritto/i Michele Viani in qualità di ☐ progettista/i, ☒ tecnico/i rilevatore/i, ognuno per le rispettive competenze, assevera/asseverano quanto segue:

- a) che il progetto è stato redatto nel rispetto delle norme tecniche di cui al presente capo e nel rispetto delle norme tecniche contenute nei decreti ministeriali emanati ai sensi dell'articolo 96 L.R. 1/2005;
- b) che, nel caso di interventi sugli edifici esistenti, il progetto risulta classificato come progetto di adeguamento ☐ ovvero di miglioramento ☐ oppure si tratti di intervento locale, anche di riparazione ☐ in conformità a quanto disposto dalle norme tecniche individuate all'articolo 96, L.R. 1/2005;
- c) che gli elaborati progettuali possiedono i requisiti di completezza specificati dal regolamento di cui all'articolo 117 L.R. 1/2005;
- d) che sono state rispettate le prescrizioni contenute negli strumenti della pianificazione territoriale e negli atti del governo del territorio con riferimento alla fattibilità degli interventi a seguito delle indagini geologico-tecniche.
- d bis) la zona sismica dove ☒ è stato ☐ deve essere, realizzato l'intervento ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 e con riferimento agli interventi nella zona a bassa sismicità 3, la fascia di pericolosità del sito ove essi sono ubicati ☐ A ☒ B ☐ C



(timbro e firma)



REGIONE TOSCANA
Giunta Regionale

REGIONE TOSCANA
Ufficio Tecnico del Genio Civile
di MASSA-CARRARA

Prot. n° 316704 - N. 060.400
Da citare nella risposta

Data 09 DIC. 2013

Allegati

Risposta al foglio del

Numero

Oggetto: Zona sismica 2^a – D.P.R. 380/2001 Titolo III Capo II L.R. 03/01/2005 n° 118 come mod. dell'Art. 14 della L.R. 21/06/2006 n° 24.

Norme per la disciplina delle costruzioni in zona sismica e per le opere in cemento armato, normale e precompresso ed a struttura metallica. Violazioni di Legge.

Progetto sanatoria relativo ai lavori di costruzione fabbricato ad uso civile abitazione sito in loc. Sorgnano nel Comune di Carrara.

Ditta: BERNARDINI Andrea.

Pratica n° 772 del 09/12/2013.

Alla Ditta: BERNARDINI Andrea
Via Romana, 955/D
LUCCA

e p.c. Al **Sig. SINDACO DEL COMUNE di**
CARRARA



Vista la denuncia presentata dalla S.V. in data 09/12/2013 Prot. n° 316598 relativamente al progetto di sanatoria dei lavori eseguiti, come indicato in oggetto, si restituisce un esemplare del progetto vidimato da quest'Ufficio ai sensi delle Leggi suindicate.

L'Ufficio, accertato che il progetto è completo di tutti gli elaborati previsti dalla vigente normativa antisismica, e che gli stessi sono redatti secondo i disposti della stessa normativa, rilascia il presente attestato ai soli fini del deposito.

Si unisce per gli usi del Comune una copia del preavviso scritto di deposito.

Un esemplare del progetto è custodito agli atti di quest'Ufficio.

Per la violazione delle norme di cui al D.P.R. 380/2001 sopracitato sarà inviata nota alla Procura della Repubblica.

IL DIRIGENTE
(Dott. Ing. Alessandro FIGNANI)

Sanatproc/ab/tb

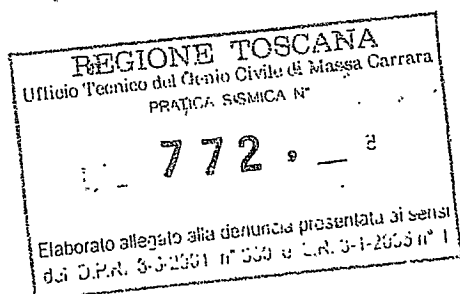
CERTIFICATO DI IDONEITA' SISMICA IN SANATORIA
(art. 140 L.R.1/2005)
RELATIVO ALL'EDIFICIO DI CIVILE ABITAZIONE SITO IN VIA
DI GRAGNANA 3, LOC. SORGNANO - COMUNE DI CARRARA - FOG.
25 - MAPP. 419

COMMITTENTE: BERNARDINI ANDREA, VIA SANTA MARIA ASSUNTA 12,
54033 CARRARA.

TECNICO RILEVATORE: Dott. Ing. MICHELE VIANI - iscritto al n.
A 1105 dell'Albo degli Ingegneri della Provincia della
Spezia, con studio in 19033 Castelnuovo Magra (SP), via
Aurelia N. 68 B.

IMPRESA COSTRUTTRICE: BERNARDINI ANDREA IN ECONOMIA

EPOCA DI REALIZZAZIONE DEI LAVORI: Dichiarata aprile 2012 -
settembre 2013



DESCRIZIONE DELLE OPERE

L'oggetto del presente certificato è l'intervento di costruzione, ultimato definitivamente nel settembre 2013 come dichiarato dalla proprietà, di un edificio adibito ad uso civile abitazione sito in via Di Gragnana 3 in loc. Sorgnano, nel Comune di Carrara, identificato catastalmente al Foglio 25 mapp. 419. Il sottoscritto Ing. Michele Viani nel mese di novembre del 2013 è stato incaricato dalla proprietà a redigere il presente certificato relativo ad opere **già eseguite e completate** in assenza di progetto strutturale e di deposito al Genio Civile di Massa Carrara. La proprietà non è stata in grado di fornirmi disegni od elaborati strutturali di alcun tipo delle opere eseguite; ha però provveduto ad indicarmi verbalmente le soluzioni tecniche adottate e verificate per quanto rilevabile in sito. I dati presenti nel presente certificato e negli elaborati allegati al deposito in sanatoria, sono ricavati in parte da rilievi in situ ed in parte dedotti dalle dichiarazioni della proprietà.

Il fabbricato in oggetto è un piccolo edificio di civile abitazione, che è stato costruito in gran parte del sedime di un fabbricato preesistente, previa demolizione dello stesso. L'edificio realizzato è a pianta rettangolare, di dimensioni esterne pari a circa 4,66 m x 8,30 m, ed è costituito da un piano terra e un piano primo con copertura a capanna, avente colmo parallelo al lato corto. Si tratta di un edificio con struttura portante in muratura, realizzata con blocchi semipieni di laterizio tipo Poroton, di spessore 30 cm al piano terra e 25 cm al piano primo; al piano terra le pareti a contatto con il terreno, lato Nord-

Ovest e Nord-Est sono state realizzate in c.a., dichiarate con cls di classe sezioe almeno C25/30 e di spessore almeno 30 cm, a contenimento del terreno e del riempimento a tergo delle stesse. I solai, di piano primo e di copertura, sono stati realizzati con travi principali in legno lamellare, materiale dichiarato di classe GL 24h, di sezione 20 cm x 20 cm, vincolate alle pareti longitudinali, travi secondarie in legno lamellare di sezione 10 cm x 12 cm , sopra le quali è stato creato un piano con tavelloni di laterizio di spessore dichiarato 8 cm, completato con una soletta di c.a., dichiarata di altezza mediamente maggiore di 5 cm, connessa alle travi di legno e collegata al cordolo di c.a. perimetrale. Le fondazioni sono di tipo superficiale in c.a. (classe dichiarata almeno C25/30), a platea, di altezza dichiarata circa 30 cm, dalla quale spiccano le pareti in c.a. e i muretti-cordoli di base delle altre pareti; sopra la platea è stato creato un vespaio, dichiarato realizzato con elementi plastici e sovrastante soletta in c.a.. La scala interna è stata realizzata con struttura portante in acciaio di tipo dichiarato S 235, con cosciali in profili ipe 100 e interposti tavelloni di laterizio, con sovrastante soletta in c.a..

L'edificio è stato verificato globalmente secondo quanto disposto dal D.M. 14/01/08 e dalla Circolare Min. Infrastrutture e Trasporti 2 febbraio 2009 n. 617 per gli edifici esistenti, sia come costruzione semplice, sia con modello tridimensionale e analisi lineare:, assumendo un Livello di conoscenza acquisito di tipo LC1 (verifiche ed indagini in situ limitate).

Per dimensioni ed ubicazione dell'opera, per i carichi di calcolo e le relative verifiche si rimanda agli elaborati grafici architettonici e strutturali e alle relazioni allegati al deposito in sanatoria.

CONCLUSIONE

Il sottoscritto Dott. Ing. MICHELE VIANI - iscritto al n. A 1105 dell'Albo degli Ingegneri della Provincia della Spezia, sulla base di quanto è stato possibile rilevare sul posto e delle informazioni dichiarate dalla proprietà, come descritto nel paragrafo precedente, ha proceduto alla verifica strutturale delle opere realizzate in assenza di deposito. Le opere sono apparse eseguite correttamente nelle singole parti e nell'insieme, per cui alla luce di quanto sopra esposto e delle verifiche eseguite

si certifica

l'idoneità sismica delle opere eseguite abusivamente.

Carrara, li 29.11.2013.

Dott. Ing. Michele Viani

n. A 1105 Albo degli Ingegneri La Spezia



SPETT.LE
Ufficio Regionale
per la Tutela del Territorio
di Massa-Carrara
VIA DEMOCRAZIA 17
54100 – MASSA

OGGETTO : Deposito in sanatoria Proprietà Bernardini Andrea

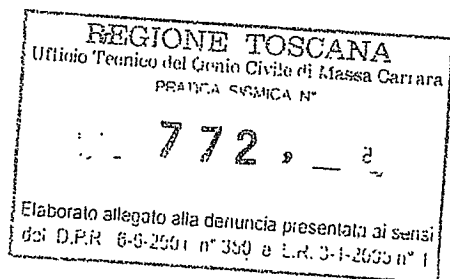
Il sottoscritto Bernardini Andrea in qualità di proprietario dell'immobile sito in Carrara, via Di Gragnana 3 (foglio 25, mapp. 419) loc. Solenano, per i cui lavori si effettua il deposito in sanatoria (art.140 LR. 01/05) presso codesti uffici,

DICHIARA

che i lavori relativi all'immobile di cui sopra sono stati eseguiti, in economia, nel periodo aprile 2012 – settembre 2013.

In fede

Bernardini Andrea



COPIA PER IL COMUNE

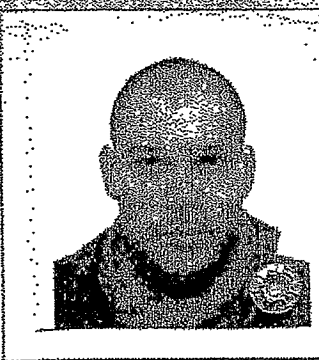
REPUBBLICA ITALIANA
TESSERA SANITARIA
REGIONE TOSCANA

Codice Fiscale: **BRNNDR79H12B832V** Sesso: **M**

Cognome: **BERNARDINI**
Nome: **ANDREA**

Data di scadenza: **26/04/2016** Luogo di nascita: **CARRARA** Provincia: **MS** Data di nascita: **12/06/1979**

Cognome: **BERNARDINI**
Nome: **ANDREA**
nato il: **12/06/1979**
(atto n. **161** P. **1** S. **A**)
a: **CARRARA (MS)**
Cittadinanza: **ITALIANA**
Residenza: **CARRARA (MS)**
Via: **Celle**
Stato civile: **STUDENTE**
Professione: **CONNOTATI E CONTRASSEGNI SALIENTI**
1.89
Statura: **Castani Scuri**
Capelli: **Castani**
Occhi:
Segni particolari:

Foto: 

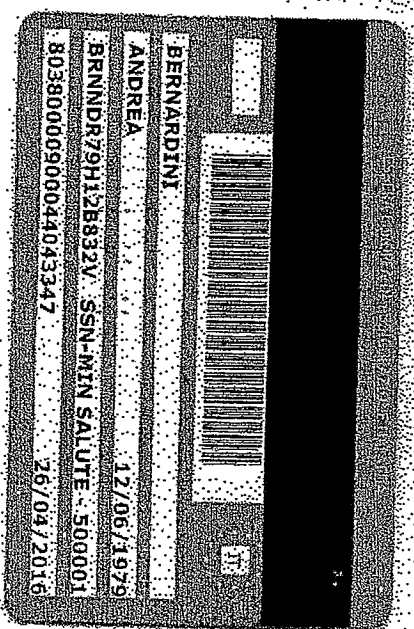
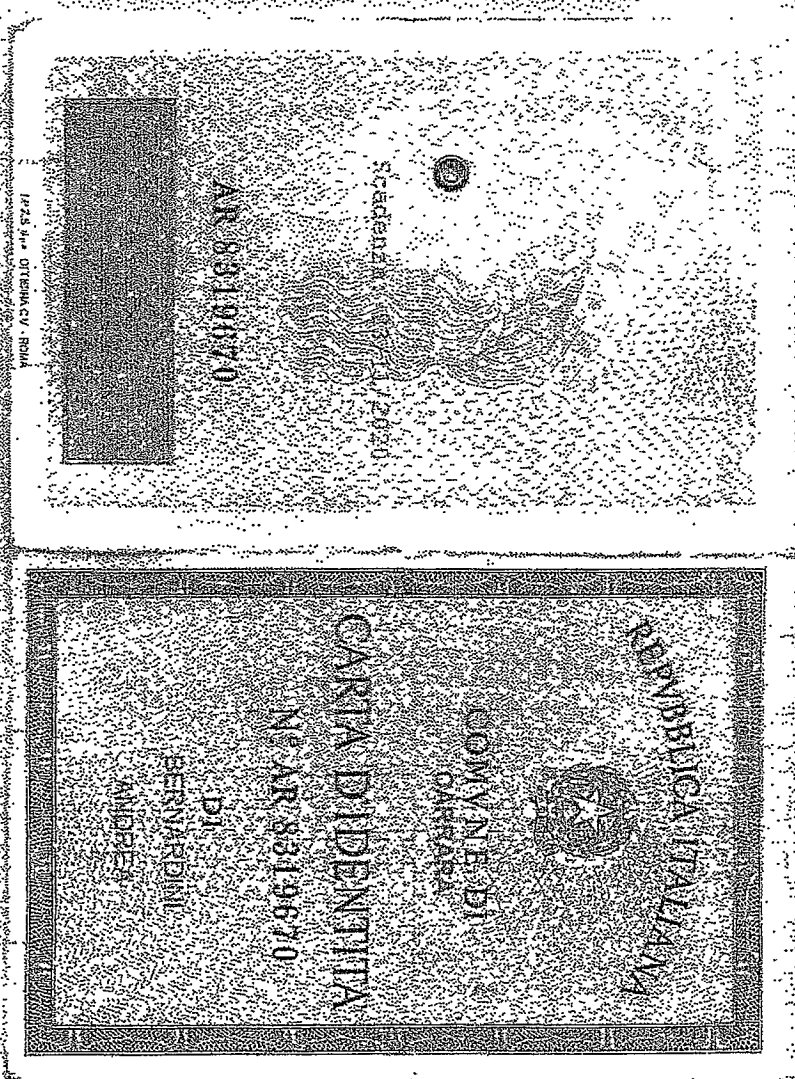
Firma del titolare: **CARRARA (MS)** **24/11/2010**

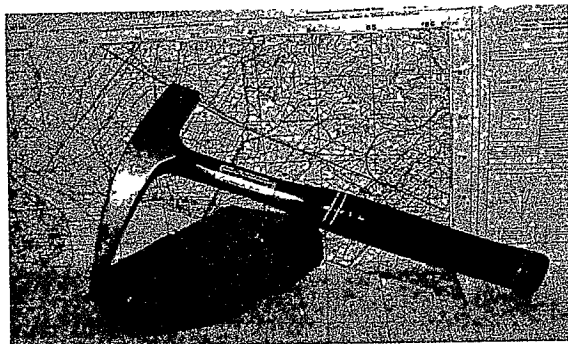
ORDINE DEL SINDACO
IL FUNZIONARIO INCARICATO
(Dr. Franca Fabrizzi)

Imposta dovuta al Comune: **5.2%**



REGIONE TOSCANA
Ufficio Tecnico del Genio Civile di Carrara
PRATICA SISMICA N°
772 - 2
Elaborato allegato alla denuncia presentata ai sensi
del DPR 5-5-2001 n° 350 e L.R. 5-1-2003 n° 1





Committente:
Sig. Andrea Bernardini

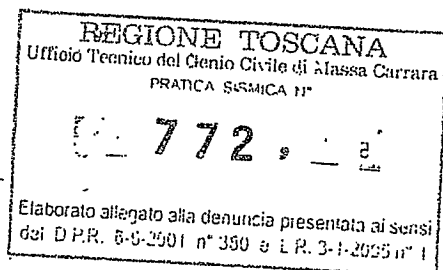
Sito:
Sorgnano - Carrara (MS)

COMUNE DI SORGNANO

**RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA FINALIZZATA ALLA
CONCESSIONE IN SANATORIA DI UN FABBRICATO PER CIVILE
ABITAZIONE IN LOCALITA' SORGNANO CON VERIFICA DI STABILITA'
DEL VERSANTE A MONTE ED A VALLE DELL'EDIFICIO**



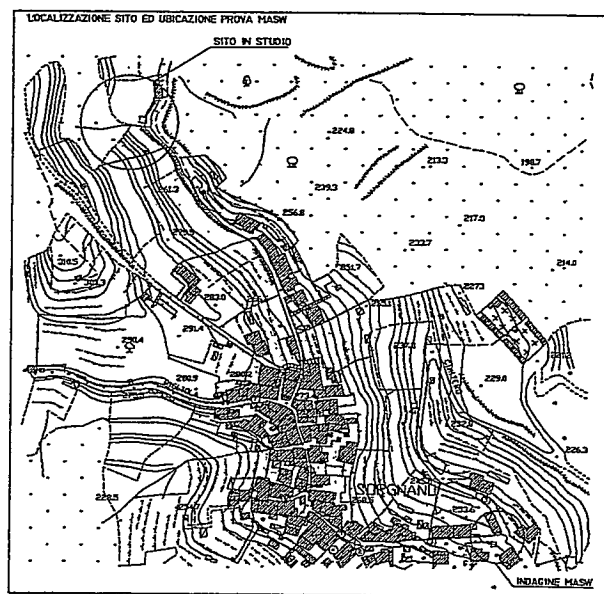
STUDIO GEOLOGICO SPECIALISTICO FANTONI
GEOLOGIA TECNICA ED AMBIENTALE BONIFICHE SITI INQUINATI
Via Apuana 5b 54033 Carrara Tel./Fax 058574604 e-mail studio_fantoni@iol.it mobile 3356773017



1. PREMESSA

Su incarico del Sig. Andrea Bernardini, in ottemperanza alla legislazione vigente in materia, è stata eseguita l'indagine geologica e geotecnica per una concessione in sanatoria su un fabbricato ad uso abitazione situato in Sorgnano, via Gragnana 3 nel Comune di Carrara. Per l'ubicazione vedi *Localizzazione*.

La presente relazione si prefigge lo scopo di definire le caratteristiche geomorfologiche, geologiche ed idrogeologiche generali dell'area d'indagine, di determinare la stratigrafia dei terreni che costituiscono il tratto di versante in oggetto e di fornire i parametri geotecnici dei litotipi presenti per calcolare le strutture di progetto.



2. METODOLOGIA

Il presente studio si è articolato come segue:

- rilevamento dei dati di superficie, finalizzato alla determinazione delle caratteristiche geomorfologiche, geologiche ed idrogeologiche generali del sito in esame.
- Elaborazione dei dati e stesura della presente relazione illustrativa ed esplicativa dei criteri metodologici e dei risultati ottenuti.

3. GEOLOGIA

Il sito in esame deve essere strutturalmente collocato su un fianco normale di piega monoclinale, parte della struttura di sovrascorrimento della Falda Toscana sul metamorfico cristallino.

Infatti un'analisi più ampia e riportata integralmente nella Carta Geologica, espone una successione in serie litostratigrafica normale dal Trias fino all'Oligocene. In particolare la zona studiata, insiste su arenarie a contatto con argilliti, calcescisti e argilliti siltoso marnose rosso fegato, verdastre o grigie, talvolta con sottili intercalazioni di calcilutiti silicee e calcareniti grigie o verdastre, rare radiolariti rosse.

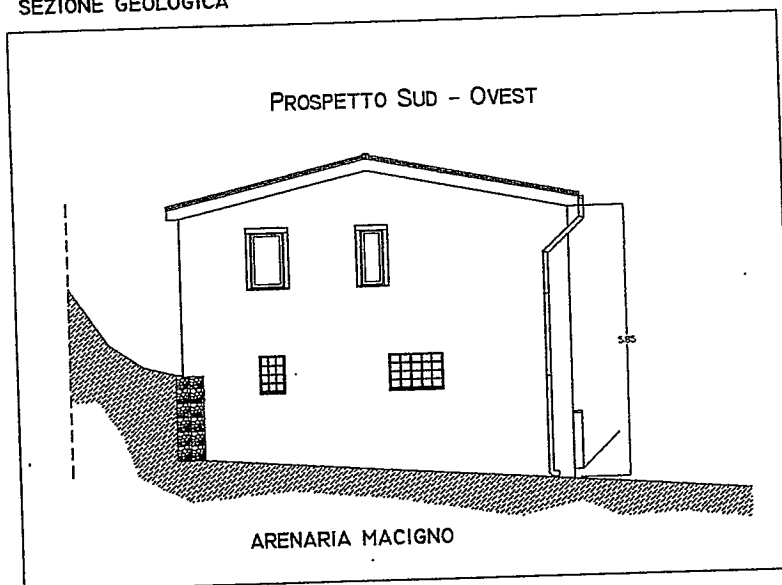
Considerato tuttavia che gli autori più recenti cartografano questo tipo di roccia come Macigno, anche noi attribuiamo queste arenarie a tale formazione. Geometricamente sottostanti troviamo Argilliti, Diaspri, Rosso ammonitico e Calcari dell'Hettangiano anche se il contatto fra queste formazioni è caratterizzato da una zona di intensa azione tettonica che ha laminato i termini intermedi e che si ritrovano più a Nord. Questi termini intermedi sono prevalentemente rappresentati dal Rosso Ammonitico e dai Diaspri.

Misure di strato evidenziano direzioni di scistosità di prima fase S_1 ($S_1 \equiv S_0$) superficie sedimentaria da 10 a 144 N, con immersione W-SW ed inclinazione $36^\circ/49^\circ$. Associati alla superficie di scistosità che rappresenta il sistema principale cui riferire i giunti primari, troviamo due sistemi di fratturazione molto pervasivi. Questi sistemi di

fratturazione F_1 ed F_2 hanno, rispettivamente, direzione 80° N e 60° N con inclinazione subperpendicolare.

(Vedi carta geologica)

SEZIONE GEOLOGICA



4. LITOTECNICA

L'area immediatamente intorno al fabbricato oggetto della presente relazione è interessata da depositi detritici, che sono ben visibili dai terrazzamenti antropici costruiti sul versante ed in prossimità dei fossi. E' affiorante il Macigno.

L'aspetto litotecnico è circoscritto alle caratteristiche del Macigno, litotipo costituente il substrato di fondazione.

Dall'indagine strutturale e dal rilievo in situ si evince che la roccia che affiora nell'intorno del fabbricato in progetto risulta coerente, massiva, interessata da un sistema principale di scistosità che descrive una superficie di potenziale instabilità avente direzione NNW-SSE ed inclinazione di circa 40° , associata a fratturazione subverticale. La roccia risulta in alcune parti intensamente tettonizzata.

La tenuta sui giunti è bassa e riteniamo opportuno trattare il litoide come materiale molto fratturato con le seguenti caratteristiche geotecniche :

DESCRIZIONE DEI PARAMETRI

a) Spaziatura

La *spaziatura* è la distanza fra discontinuità adiacenti parallele o subparallele.

La persistenza (o estensione) può essere definita come il rapporto :

$$P = 100 \cdot \frac{\sum Ad_i}{\sum (Ad_i + Ar_i)}$$

dove :

Ad = area occupata dalla discontinuità

Ar = area di roccia integra (o parte di roccia)

In pratica rappresenta il valore della continuità del giunto e di norma questi valori vengono suddivisi nelle seguenti classi :

MOLTO BASSA	< 1 m
BASSA	1 - 3 m
MEDIA	3 - 10 m
ALTA	10 - 20 m
MOLTO ALTA	> 20 m

b) Scabrezza

Altro parametro fondamentale per lo studio dell'ammasso roccioso è la *scabrezza* del giunto che condiziona in modo determinante le caratteristiche di resistenza. Per la sua

classificazione BARTON propone 10 classi di scabrezza espressa ognuna da un parametro adimensionale che esprime quantitativamente l'entità delle asperità presenti sulle pareti del giunto e viene denominato JRC (Joint Roughness Coefficient). Questo parametro assume, nella classificazione di BARTON, valori compresi tra 0 e 20.

c) Apertura

L'*apertura* viene definita come la distanza fra le pareti di una discontinuità, che viene denominata chiusa, beante o aperta a secondo che l'apertura sia compresa negli intervalli
 $0 \div 0,5 \text{ mm}$. $0,5 \div 10 \text{ mm}$. $> 10 \text{ mm}$.

d) Resistenza delle pareti del giunto

La *resistenza della parete del giunto* viene misurata con il martello di Schmidt e consente di determinare il parametro JCS (Joint Wall Compressive Strenght).

La distribuzione delle superfici di discontinuità nelle varie zone di fratturazione è rappresentata da diagrammi di isodensità polare utilizzando come proiezione il reticolo equiareale di Schmidt. Per poter confrontare i vari ammassi rocciosi è stato necessario utilizzare un sistema di classificazione standardizzato che consenta un'analisi oggettiva dei dati. Allo scopo ci siamo avvalsi del sistema di classificazione di BIENIAWSKI (indice RMR - Rock Mass Rating System) che tiene conto di 5 parametri caratteristici :

1. resistenza e compressione uniassiale
2. indice RQD (Rock Quality Designation)
3. spaziatura dei giunti

4. condizione dei giunti

5. condizioni idrauliche

La sommatoria di questi parametri da luogo ad un indice che consente la suddivisione in classi di qualità dell'ammasso

classe	N	qualità dell'ammasso
I	90-100	ottima
II	70-90	buona
III	50-70	discreta
IV	25-50	scadente
V	0-25	molto scadente

Sulla base di quanto esposto possiamo effettuare una stima semiquantitativa delle caratteristiche geomeccaniche delle rocce interessate dal progetto:

Per valutare le qualità dell'ammasso in caso di fondazioni superficiali dobbiamo considerare eventuali fenomeni di instabilità meccanica in quanto queste rocce sono incompressibili anche se interessate da fenomeni di dissoluzione carsica. Nel caso dei tratti in galleria utilizziamo i parametri di classificazione di Bieniawski: THE ROCK MASS RATING SYSTEM (RMRS).

	Range of values
1A) Point-load strength index (Mpa)	4 - 10
1B) Uniaxial compressive strength (MPa)	100 - 250
rating	12

2) RQD %	75 - 90
rating	17
3) Spacing of discontinuities	200 – 600 mm
rating	10
4) Condition of discontinuities	slightly rough surfaces separation < 1 mm highly weathered wall
rating	20
5) Groundwater	wet
rating	7

Total ratings 66

Class II - GOOD ROCK (qualità dell'ammasso BUONA)

$$\phi = 30^\circ$$

$$c = 1.00 \text{ Kg/cm}^2$$

q_a = non determinante perché teoricamente in grado di sopportare pressioni di carico elevato.

Per quanto riguarda il livello di alterazione superficiale possiamo prendere come dati di default i seguenti ricavati da una indagine eseguita dallo studio scrivente in località significativa per le caratteristiche geomeccaniche:

- Descrizione litologica: arenaria limosa di colore giallo/marrone alterata nei primi 2 metri successivamente molto compatta di consistenza elevata
- Peso di volume: γ 2.219 g/cmc
- Contenuto d'acqua W 11.3 %
- Umidità finale Wf 15.35 %
- Peso secco finale Ps 79.68 g
- Peso specifico Gs 2.65 g/cmc
- Altezza ridotta Hs 1,503 cm
- Indice dei vuoti iniz. e_0 0.330
- Coesione c 0.31 Kg/cm²

- Angolo di attrito int. Φ 29°

Per il carico di 1 Kg/cm^q

- indice dei vuoti	e	0.368
- cedimento	h	0.568 mm
- coefficiente di compressibilità volumetrica	m _v	0.0138 cmq/Kg

Per il carico di 2 Kg/cm^q

- indice dei vuoti	e	0.340
- cedimento	h	0.139 mm
- coefficiente di compressibilità volumetrica	m _v	0.0209 cmq/Kg

5. GEOMORFOLOGIA

Il sito in esame è situato sul versante di un esteso rilievo montuoso, in un'area impostata sul fianco destro del Torrente Ninfale (Gragnana). La vegetazione è costituita da una componente arbustiva rappresentata principalmente da sottobosco con alberelli di castagno e pianori antropici coltivati.

Il versante sia in sponda destra che sinistra risulta acclive, caratteristica che si ritrova comunemente nei pendii in roccia.

E' importante notare come dal rilievo superficiale non siano emersi elementi diagnostici tale da far ritenere che siano presenti fenomeni di instabilità dinamica in atto, sia nel fronte dell'area di intervento, che nel tratto di pendio sottostante e nella strada adiacente.

6. LITOLOGIA

Come precedentemente esposto, le indagini diagnostiche nel sottosuolo sono state eseguite a mezzo di rilievi di geologia strutturale e sismici.

E' stata rilevata una presenza superficiale di roccia detritica pseudocoerente composta prevalentemente da limi, ciottoli e ghiaie di origine autoctona. Tale orizzonte presenta caratteristiche geotecniche scadenti e non è indicato per l'imposto delle opere di fondazione. Immediatamente sottostante troviamo lo strato roccioso litoide composto da arenarie..

Caratteristica litologica di questa formazione è la fatturazione prismatica subperpendicolare alla superficie principale. Nella parte superiore della formazione si trovano intercalazioni di calcareniti e calciruditi, talvolta associati a strati di calcare grigio chiaro, a grana fine, simile alla maiolica.

7. IDROGEOLOGIA

Nell'area sono presenti rocce che possono essere attribuite a due classi di permeabilità:

1^ Classe Rocce permeabili per porosità

2^ Classe Rocce permeabili per fessurazione

Alla prima classe appartengono i terrazzi impostati sul detrito eluviale e colluviale.

Alla seconda classe le rocce litoidi come il Macigno.

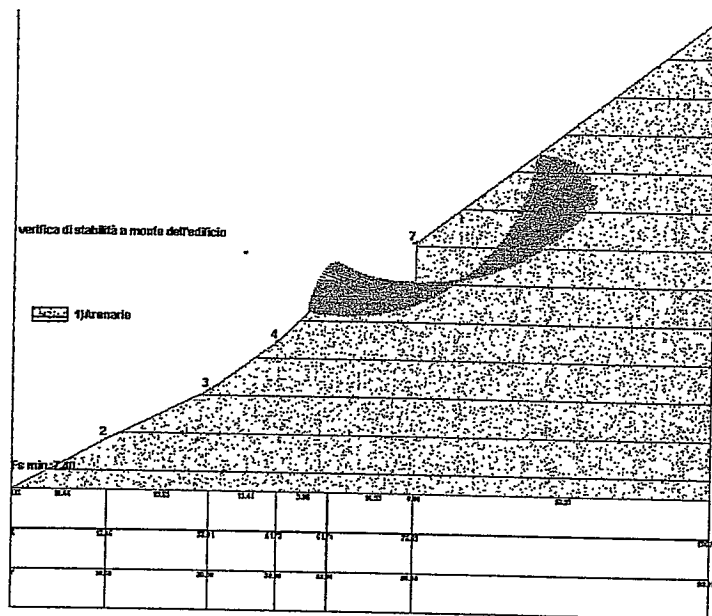
L'andamento del deflusso idrico è superficiale.. Le opere in progetto non dovranno in alcun modo, impedire tale deflusso superficiale.

Poichè la costruzione in sanatoria è collocata all'interno di un impluvio naturale, si consigliano opere di presidio e di regime a monte del fabbricato.

8. GEOTECNICA

Come precedentemente illustrato avremo, come terreno di fondazione, la formazione del Macigno. Trattandosi di un edificio su pendio è stata verificata la stabilità del versante a monte ed a valle dell'edificio usando il metodo di Fellenius che è affidabile in quanto sottodimensiona il coefficiente di sicurezza. Dall'esame risulta che il pendio è stabile sia a monte che a valle.

Monte



Committente: Sig. Andrea Bernardini

Località: Sorgnano

Data: ottobre 2013

PROFILO TOPOGRAFICO DEL VERSANTE

N.	X (m)	Y (m)
01	00.00	00.00
02	18.46	10.00
03	38.31	20.00
04	51.72	30.00
05	61.70	40.00
06	78.23	40.00
07	78.23	50.00
08	136.76	95.00

PROFILO DEGLI STRATI

Profilo strato n. 1

N.	X (m)	Y (m)
01	00.00	00.00
02	18.46	10.00
03	38.31	20.00
04	51.72	30.00
05	61.70	40.00
06	78.23	40.00
07	78.23	50.00
08	136.76	95.00

Strato n. 1

Descrizione: Arenarie

Indice RMR: 30

Indice Q:0.20

Gamma sopra falda (kg/mc): 2400.00

Gamma saturo (kg/mc): 2600.00

Res.compressione (kg/cm²): 500.00

Costante mi: 19

Parametri famiglie discontinuità.

Famiglia n. 1

J.R.C.: 8.0

J.C.S.(kg/cm²): 20.00

Phi(°): 30

Coesione(kg/cm²): 1.00

Famiglia n. 2

J.R.C.: 4.0

J.C.S.(kg/cm²): 20.00

Phi(°): 30

Coesione(kg/cm²): 1.00

Famiglia n. 3

J.R.C.: 4.0

J.C.S.(kg/cm²): 20.00

Phi(°): 30

Coesione(kg/cm²): 1.00

PARAMETRI GEOMETRICI DELLA SUPERFICIE CRITICA

Conci	Lungh.(m)	Altez.(m)	In.base(°)	Volume(mc)
-------	-----------	-----------	------------	------------

PARAMETRI GEOTECNICI DELLA SUPERFICIE CRITICA

Conci	C(kg/cm ²)	Phi(°)	W(kg/m)	H falda
-------	------------------------	--------	---------	---------

FORZE E MOMENTI AGENTI SULLA SUPERFICIE CRITICA

Conci	M.stab.(kg*m)	M.rib.(kg*m)
-------	---------------	--------------

CARATTERISTICHE DELLA SUPERFICIE CRITICA

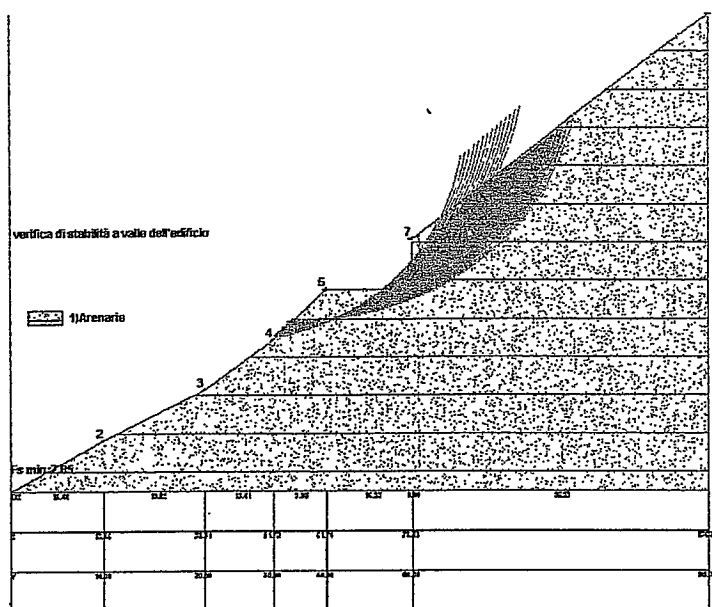
Metodo di calcolo: Fellenius
 Coef. di sicurezza minimo: 7.40
 Momento ribaltante (kg*m): 15722640.00
 Momento stabilizzante (kg*m): 116375300.00
 X del centro di calcolo (m): 74.00
 Y del centro di calcolo (m): 72.20
 X estremo di monte della sup. di scivolamento (m): 106.49
 X estremo di valle della sup. di scivolamento (m): 69.65
 Numero conci: 15
 Spaziatura orizzontale dei conci (m): 2.46
 Acc. sismica orizzontale(g): 0.00
 Acc. sismica verticale(g): 0.00

PARAMETRI DI RESISTENZA AL TAGLIO: METODI PROBABILISTICI

Strato Rc media(kg/cm²) Scarto RMR medio Scarto
 1 0.00 0.00 0 0.0

Metodo di calcolo: Fellenius
 Verifica n.1: $F_s = 0.00$
 Verifica n.2: $F_s = 0.00$
 Verifica n.3: $F_s = 0.00$
 Verifica n.4: $F_s = 0.00$
 Coefficiente di sicurezza medio: 0.00
 Scarto quadratico medio: 0.00

Valle



Committente: Sig. Andrea Bernardini

Località: Sorgnano

Data: ottobre 2013

PROFILO TOPOGRAFICO DEL VERSANTE

N.	X (m)	Y (m)
01	00.00	00.00
02	18.46	10.00
03	38.31	20.00
04	51.72	30.00
05	61.70	40.00
06	78.23	40.00
07	78.23	50.00
08	136.76	95.00

PROFILO DEGLI STRATI

Profilo strato n. 1

N.	X (m)	Y (m)
01	00.00	00.00
02	18.46	10.00
03	38.31	20.00
04	51.72	30.00
05	61.70	40.00

06	78.23	40.00
07	78.23	50.00
08	136.76	95.00

Strato n. 1

Descrizione: Arenarie

Indice RMR: 30

Indice Q: 0.20

Gamma sopra falda (kg/mc): 2400.00

Gamma saturo (kg/mc): 2600.00

Res. compressione (kg/cm²): 500.00

Costante mi: 19

Parametri famiglie discontinuità.

Famiglia n. 1

J.R.C.: 8.0

J.C.S.(kg/cm²): 20.00

Phi(°): 30

Coesione(kg/cm²): 1.00

Famiglia n. 2

J.R.C.: 4.0

J.C.S.(kg/cm²): 20.00

Phi(°): 30

Coesione(kg/cm²): 1.00

Famiglia n. 3

J.R.C.: 4.0

J.C.S.(kg/cm²): 20.00

Phi(°): 30

Coesione(kg/cm²): 1.00

PARAMETRI GEOMETRICI DELLA SUPERFICIE CRITICA

Conci	Lungh.(m)	Altez.(m)	In.base(°)	Volume(mc)
1	03.68 01.88 -01	06.91		
2	03.68 05.50 03	17.75		
3	03.68 05.67 07	20.87		
4	03.68 05.09 11	18.75		
5	03.68 04.25 15	15.65		
6	03.68 03.13 19	11.52		
7	03.68 12.79 23	29.31		
8	03.68 13.88 27	51.11		
9	03.68 14.60 32	53.79		
10	03.68 14.91 37	54.93		
11	03.68 14.73 42	54.26		
12	03.68 13.93 47	51.31		
13	03.68 12.30 53	45.29		
14	03.68 09.38 61	34.55		
15	03.68 03.76 70	13.86		

PARAMETRI GEOTECNICI DELLA SUPERFICIE CRITICA

Conci	C(kg/cm ²)	Phi(°)	W(kg/m)	H falda
1	00.00 80	16576.4	00.00	
2	01.95 77	42611.3	00.00	

3	01.98	77	50099.3	00.00
4	01.80	77	45007.2	00.00
5	01.55	78	37566.0	00.00
6	01.21	79	27658.8	00.00
7	03.21	74	70335.8	00.00
8	03.23	74	122661.1	00.00
9	03.14	74	129086.8	00.00
10	02.94	75	131841.5	00.00
11	02.62	75	130228.4	00.00
12	02.19	76	123149.0	00.00
13	01.66	77	108697.6	00.00
14	01.04	79	82929.1	00.00
15	00.39	83	33268.4	00.00

FORZE E MOMENTI AGENTI SULLA SUPERFICIE CRITICA

Conci	M.stab.(kg*m)	M.rib.(kg*m)
1	93997.41	-266.43
2	256353.00	2218.56
3	288850.40	6022.23
4	259089.60	8476.96
5	229838.80	9635.33
6	181745.00	8979.19
7	354128.60	27627.90
8	513859.10	56542.99
9	518446.10	68306.87
10	529532.00	78757.63
11	491976.40	86682.59
12	454288.60	90384.93
13	383473.10	87222.39
14	287773.80	72258.08
15	133111.90	31345.51

CARATTERISTICHE DELLA SUPERFICIE CRITICA

Metodo di calcolo: Fellenius		
Coef. di sicurezza minimo:	7.85	
Momento ribaltante (kg*m):	34304010.00	
Momento stabilizzante (kg*m):	269180300.00	
X del centro di calcolo (m):	58.40	
Y del centro di calcolo (m):	88.00	
X estremo di monte della sup.di scivolamento (m):	110.94	
X estremo di valle della sup.di scivolamento (m):	55.69	
Numero conci:	15	
Spaziatura orizzontale dei conci (m):	3.68	
Acc.sismica orizzontale(g):	0.00	
Acc.sismica verticale(g):	0.00	

PARAMETRI DI RESISTENZA AL TAGLIO: METODI PROBABILISTICI

Strato	Rc media(kg/cm ²)	Scarto RMR	medio	Scarto
1	0.00	0.00	0	0.0

Metodo di calcolo: Fellenius

Verifica n.1: $F_s = 0.00$
Verifica n.2: $F_s = 0.00$
Verifica n.3: $F_s = 0.00$
Verifica n.4: $F_s = 0.00$
Coefficiente di sicurezza medio: 0.00
Scarto quadratico medio: 0.00

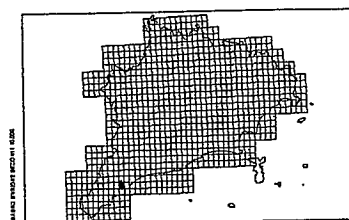
Essendo la roccia incompressibile non esistono problemi di capacità portante
In ottemperanza al DM 14.01.2008 è stata eseguita un'indagine geofisica MASW in area
significativa riportata sulla localizzazione.

9. CONCLUSIONI

Da tutto quanto precedentemente esposto possiamo sintetizzare quanto segue:

1. L'edificio oggetto della sanatoria è collocato su pendio
2. Il substrato di fondazione è composto da roccia litoide arenacea.
3. Non sono presenti sintomi di instabilità dinamica potenziale o in atto.
4. Alla base ed a monte delle opere di progetto devono essere previste strutture di presidio e drenaggio delle acque di deflusso. Tali opere non dovranno in alcun modo impedire il deflusso superficiale delle acque, per non innescare fenomeni non previsti di aumento delle pressioni interstiziali, di trasporto solido e di alluvionamento.
5. L'assetto idraulico generale deve essere impostato in modo da non impedire, in alcun modo, il deflusso idrico superficiale.
6. Sulla base del DM 14.01.2008, trattandosi di roccia litoide affiorante che non dà luogo a fenomeni carsici, possiamo attribuire il substrato di fondazione alla categoria di sottosuolo A. Come illustrato nella sezione geologica lo spessore del livello superficiale di alterazione è inferiore ai 3 metri e le prove sismiche eseguite presenta una velocità delle onde S superiore a 800 m/s.

Detto quanto sopra, non sono stati rilevati motivi che ostino alla concessione in sanatoria delle opere in progetto.

[illegible][illegible]



GeoTirreno S.r.l.

Servizi per la Geologia e l'Ambiente



sondaggi ambientali
sondaggi geotecnici
sismica di superficie
sismica in foro
tomografia elettrica
indagini penetrometriche
punta elettrica e piezometri
monitoraggio inclinometri

Viale Stazione, 39
54100 Massa

tel./fax 0585.42141
Part. IVA: 00713690451

e-mail: info@geotirreno.it
web site: www.geotirreno.it

Progetto:

Titolo documento:

RELAZIONE TECNICA SULLE INDAGINI GEOFISICHE

Cliente:

COMMITTENTE: **SIG.RA ELISABETTA BARBIERI**
RICHIEDENTE: **DOTT. GEOL. ROBERTO FANTONI**

Inoltro al cliente:

CHIUSURA COMMESSA ☒
PER INFORMAZIONE ☐
NON RICHiesto ☐

Località:

Via F.lli Cervi n°3 - Sorgnano

Comune/i:

Carrara

Provincia:

Massa - Carrara

Responsabile indagini

Dott. Paolo Cazzani

Elaborazione

Dott. Paolo Cazzani

Redazione documento

Dott. Paolo Cazzani

Revisione

Dott. Luigi Allacorta

Approvazione

Dott. Riccardo Barbieri

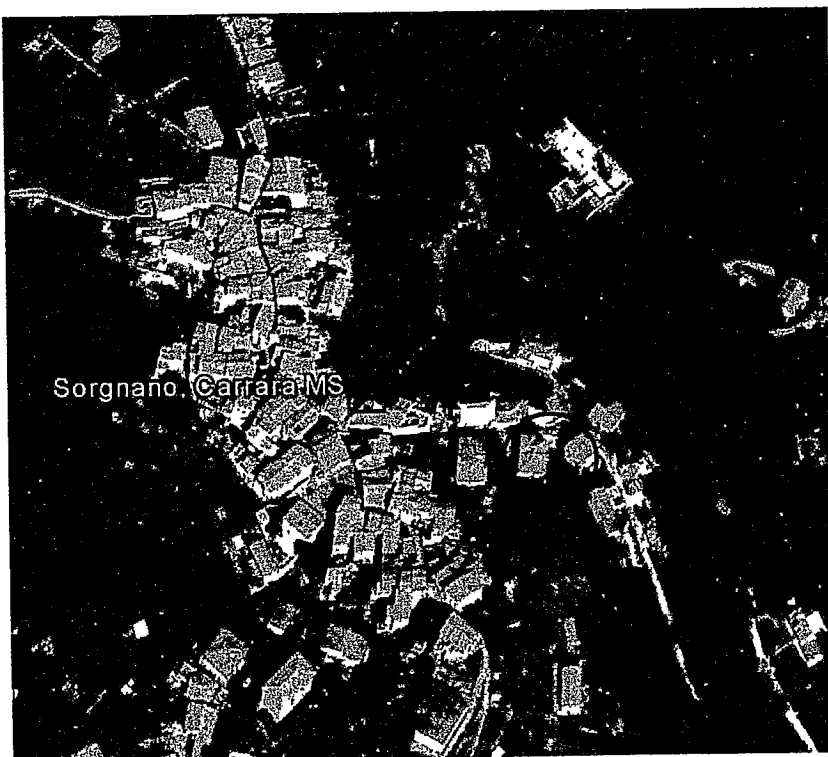
Dott. Geol. Riccardo Barbieri

GEO TIRRENO s.r.l.
Viale Stazione, 39
54100 MASSA

C.F. e P. IVA 00713690451

Descrizione delle revisioni:

00	Prima emissione - bozza
01	Versione finale per approvazione
02	Versione definitiva



Prima emissione: 00 17 novembre 2011

Revisione 02 17 novembre 2011

Pagine:

4

Denominazione file:

Rel Tec Sorgnano

Elaborato:

A

File: Rel Tec Sorgnano.docx	Codifica: Rel. Tec.	Sistema Gestione Qualità - Rev. 2 del 08/11	
SEZ. 7.5: "PRODUZIONE ED EROGAZIONE SERVIZI"			
PROVE IN SITO - INDAGINI GEOFISICHE			

GeoTirreno S.r.l. è stata incaricata dal Dott. Geol. Roberto Fantoni, di eseguire una campagna di indagini geofisiche in Via F.lli Cervi n°3, Località Sorgnano, Comune di Carrara (MS). Secondo quanto previsto dal programma d'indagine, sono state realizzate le seguenti indagini: n°1 indagini MASW.

Questo documento costituisce la relazione tecnica redatta a chiusura della commessa e riporta la descrizione delle attività svolte in cantiere, le specifiche tecniche delle attrezzature impiegate, i dati di campagna ed i risultati delle prove eseguite in sito.

Multichannel Analysis of Surface Waves

La propagazione delle onde superficiali nel caso di mezzi stratificati avviene in maniera diversa rispetto al caso di mezzi omogenei; non esiste un'unica velocità come nel caso delle onde di corpo, ma ogni frequenza contenuta nell'onda ha una propria velocità di propagazione. Questo comportamento viene definito *dispersione in frequenza* ed è alla base dei metodi sismici che utilizzano le onde di superficie, in quanto le diverse frequenze interessano il terreno a diverse profondità e risultano influenzate dalle caratteristiche elastiche degli strati attraversati. Le lunghezze d'onda più grandi (frequenze più basse) raggiungono maggiori profondità; al contrario le lunghezze d'onda più piccole (frequenze più alte) penetrano solo le porzioni meno profonde.

I metodi di prospezione sismica MASW (*Multichannel Analysis of Surface Waves*) consentono di ottenere un modello verticale delle V_s a partire dalle modalità di propagazione delle onde di superficie, in particolare osservando le caratteristiche dispersive del sito. Nell'analisi delle onde di superficie non esiste il *picking* dei primi arrivi, come nella classica rifrazione, e la procedura può essere schematizzata come segue:

1. **Acquisizione¹:** registrazione e osservazione dei dati sismici contenenti le onde da analizzare per un intervallo sufficientemente ampio di frequenze (solitamente 4÷70 Hz);
2. **Processing:** trattamento dei dati attraverso filtraggio e altre tecniche finalizzate all'estrazione delle caratteristiche di dispersione, in particolare espresse come velocità di fase in funzione della frequenza (spettro FK);
3. **Modellazione diretta:** ricerca della più sensata coerenza tra distribuzione di energia nello spettro di velocità (l'unico dato oggettivo) e curve di dispersione teoriche attraverso la formulazione di modelli basati conoscenze stratigrafiche note da altre fonti (indagini dirette, sismica a rifrazione, sismica in foro, etc.);
4. **Inversione matematica:** ricerca della soluzione migliore all'interno dello spazio di ricerca definito con la modellazione diretta.

Il trattamento e l'analisi dei dati ottenuti dalla procedura MASW, vengono eseguiti con il software *WinMasw*® della EliaSoft s.r.l., nella versione 4.6 Academy², che applicando metodi di inversione matematica basati su algoritmi genetici³, consente ricavare il profilo verticale di velocità delle onde di taglio secondo i seguenti metodi:

1. Analisi MASW onde di Rayleigh & Love, anche in analisi congiunta;
2. Analisi ReMi
3. *Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio* (HVSr);
4. Generazione di sismogrammi sintetici e inversione degli spettri di velocità *full waveform*;
5. Analisi attenuazione onde di Rayleigh per stima fattori di qualità Q_s

L'apparecchiatura d'indagine utilizzata da GeoTirreno S.r.l. per l'esecuzione di indagini sismiche a rifrazione è costituita da: sismografo Seismic Source, Modello **DAQLink III**⁴, 24 canali, con risoluzione di acquisizione a 24 bit; 1 set di 24 geofoni verticali con frequenza propria di 10 Hz; 1 set di 24 geofoni orizzontali con frequenza propria di 10 Hz; 2 coppie di cavi sismici, passo 2,0 e 5,0 m, dotati ognuno di 12 take out.

¹ La tecnica di acquisizione per un set di dati finalizzati all'indagine MASW non è troppo diverso da una comune acquisizione per un'indagine a rifrazione. E' sufficiente preparare un allineamento di geofoni (generalmente 24 con frequenza propria di 4.5 Hz) ed un punto di scoppio posto sul prolungamento della linea dei geofoni. L'offset minimo (distanza sorgente-primario geofono) può variare tra 2.0 metri e la metà della lunghezza dello stendimento. Comunemente si acquisiscono da 2 a 4 scoppi con *minimum offset* diverso tra loro.

² Validazione: secondo quanto previsto dal Sistema Gestione Qualità, il corretto funzionamento dei software utilizzati viene validato a cadenza annuale, oppure in occasione di aggiornamenti. Ultima verifica *WinMASW* effettuata il 12 maggio 2013, in occasione dell'aggiornamento alla versione 4.6 Academy.

³ Gli algoritmi genetici rappresentano un tipo di procedura di ottimizzazione appartenente alla classe degli algoritmi euristici (o anche *global-search methods* o *soft computing*). Rispetto ai comuni metodi di inversione lineare basati su metodi del gradiente (matrice *Jacobiano*), queste tecniche di inversione offrono un'affidabilità del risultato di gran lunga superiore per precisione e completezza. I comuni metodi lineari forniscono infatti soluzioni che dipendono pesantemente dal modello iniziale di partenza che l'utente deve necessariamente fornire. Per la natura del problema (inversione delle curve di dispersione), la grande quantità di minimi locali porta infatti ad attrarre il modello iniziale verso un minimo locale che può essere significativamente diverso da quello reale (o globale). In altre parole, i metodi lineari richiedono che il modello di partenza sia già di per sé vicinissimo alla soluzione reale. In caso contrario il rischio è quello di fornire soluzioni erranee. Gli algoritmi genetici (come altri analoghi) offrono invece un'esplorazione molto più ampia delle possibili soluzioni.

⁴ Per garantire il corretto stato di efficienza degli strumenti utilizzati, GeoTirreno adotta, secondo quanto previsto dal Sistema Gestione Qualità, un piano di manutenzione e taratura. Modalità e tempistiche generali sono definite in base alle indicazioni delle case di produzione, ma possono variare in funzione della frequenza di utilizzo. I sismografi impiegati per le indagini geofisiche vengono inviati almeno una volta ogni due anni, alla casa costruttrice per una verifica del corretto funzionamento. **SISMOGRAFO PASI:** ultimo controllo con esito positivo effettuato il 12 maggio 2013, presso IdroGeoStudi di Catania. Prossimo controllo, salvo imprevisti, entro il 12 maggio 2015.

File: Rel Tec Sorgnano.docx	Codifica: Rel. Tec.	Sistema Gestione Qualità - Rev. 2 del 08/11	
SEZ. 7.5: "PRODUZIONE ED EROGAZIONE SERVIZI"			
PROVE IN SITO - INDAGINI GEOFISICHE			

Risultati

I profili di variazione della velocità delle onde di taglio prodotti per inversione/modellazione delle curve di dispersione sono naturalmente profili semplificati, con numero di strati fino a 7. L' inversione mediante algoritmi genetici acquista maggiore robustezza quando si disponga di un modello sismo-stratigrafico (spessore degli strati; *ranges* di velocità) che vincoli accuratamente lo spazio di ricerca. Generalmente gli spessori vengono stimati attraverso i risultati di indagini sismiche a rifrazione o in foro, oppure indagini dirette (penetrometrie, sondaggi), mentre per le velocità si ricorre a valori noti da letteratura per le litologie supposte.

Per le difficoltà intrinseche al metodo (non univocità della soluzione), in assenza di indagini dirette adeguate, **le colonne sismo-stratigrafiche proposte hanno valore puramente indicativo**. Il parametro V_{S30} è invece sempre ragionevolmente affidabile, in quanto, per tutte le diverse soluzioni possibili (equivalenti dal punto di vista matematico), detto valore può variare rispetto al valore medio proposto di un margine non superiore a $\pm 10\%$.

Nei risultati prodotti, i modelli sismo-stratigrafici sono due: il "migliore" (in termini di minor *misfit*, o discrepanza tra curva osservata e calcolata) e "medio", calcolato secondo un'operazione statistica (*Marginal Posterior Probability Density*). La V_S media fino a 30 metri di profondità viene fornita per entrambi i modelli finali, mentre gli altri parametri riportati negli allegati e nella tabella riepilogativa sottostante (TAB. 2), sono relativi al solo modello medio.

Nelle tabelle seguenti vengono riepilogati: TAB. 1) metodi adottati e dati disponibili per la definizione del modello sismo-stratigrafico di riferimento; TAB. 2) parametri di acquisizione, risultati (modello medio) e V_{S30} .

METODI	FONTI PARAMETRI MODELLAZIONE DIRETTA			
Onde di Rayleigh ☒	Spessore strati / Litologie	Carotaggio ☐	prof. -	dist. -
Onde di Love ☐		Indagine penetrometrica statica (CPT; CPTU) ☐	prof. -	dist. -
HVSR ☐		Indagine penetrometrica dinamica (DPSH) ☐	prof. -	dist. -
Attenuazione (Q_s) ☐	Velocità onde sismiche	Saggio con escavatore ☐	prof. -	dist. -
Full Waveform ☐		Indagine sismica a rifrazione ☐	prof. -	dist. -
Group velocity ☐		Indagine sismica in foro (CH; DH) ☐	prof. -	dist. -
ReMI ☐		Letteratura ☒		

Tabella 1 Metodi geofisici applicati e fonti.

Array: 12 geofoni	Dataset: SORN002.DAT	V_S (m/s): 217, 335, 863, 924, 1390 Standard deviations (m/s): 10, 32, 82, 117, 55 Thickness (m): 1.1, 1.0, 7.7, 5.3 Standard deviations (m/s): 0.1, 0.1, 0.9, 0.7 Density (gr/cm ³) (approximate values): 1.88, 1.95, 2.22, 2.19, 2.30 Shear modulus (MPa) (approximate values): 88, 219, 1654, 1873, 4438	V_{S30} 897 m/s
Offset: 2,00 m	Curva dispersione: pick.cdp		
Offset minimo: 2,00 m	Tipo di analisi: Rayleigh		

Tabella 2 Dataset, parametri di acquisizione, curva di dispersione utilizzata, tipo di analisi, V_{S30} .

Precisazioni

Si ritiene opportuno ricordare che la finalità di una relazione tecnica non è quello di fornire un modello geologico, pertanto le suddivisioni sismo-stratigrafiche sopra ipotizzate, ovvero la ricerca di una corrispondenza tra tipologia di materiali presenti *in situ* e parametri geofisici misurati, hanno valore puramente indicativo, in quanto si basano prevalentemente su dati noti dalla letteratura (per le indagini sismiche: REYNOLDS, 1997; REDPATH, 1973; DAL MORO, 2010; etc.), sulle informazioni fornite dalla Committenza e su osservazioni di campagna, ma non sono accompagnate da uno studio complessivo dell'area in esame e della finalità delle indagini stesse. Sarà quindi cura del Professionista incaricato della relazione geologica o del progetto, verificare l'attendibilità del modello descritto, e la compatibilità dello stesso con il contesto geologico-idrogeologico-geotecnico, che come già ricordato, è noto solo parzialmente a chi scrive. Nel caso in esame si precisa che è responsabilità del Geologo o del Progettista l'assegnazione della categoria di suolo in base a proprie conoscenze e valutazioni geologiche del sito

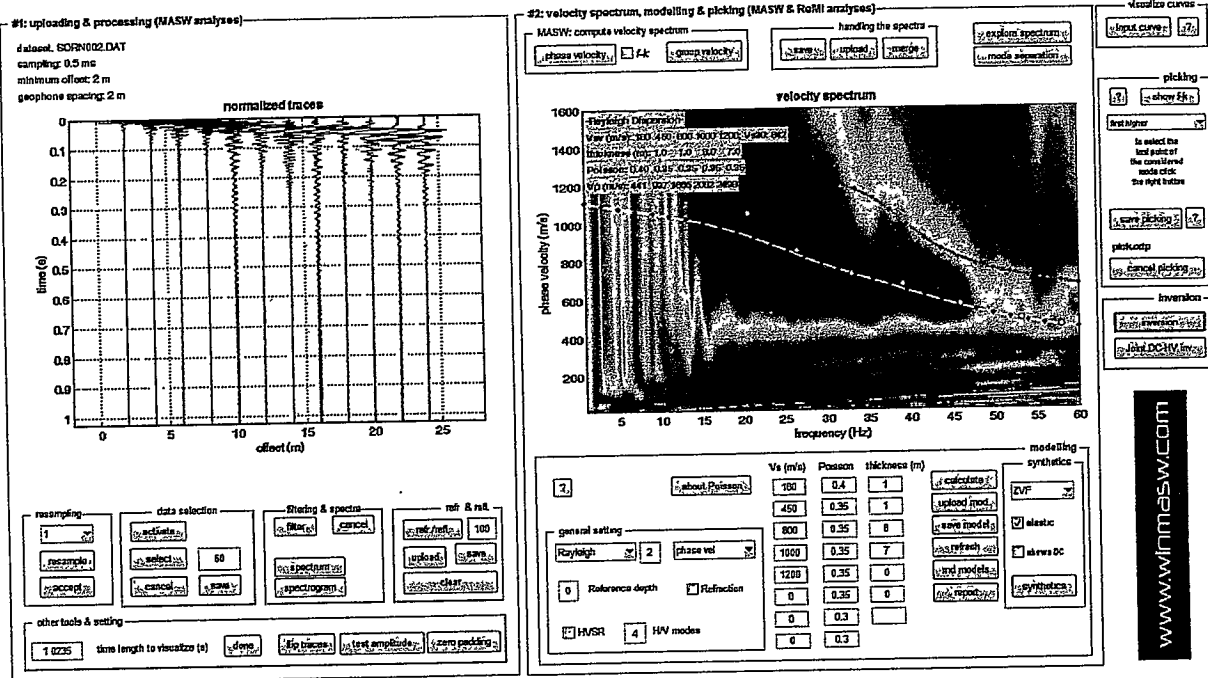


Fig. 1: Sismogramma normalizzato, spettro delle velocità, modello sismo-stratigrafico di riferimento e relative curve di dispersione teoriche

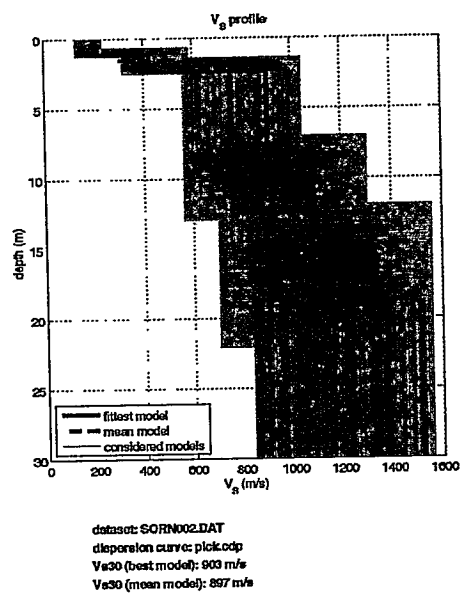
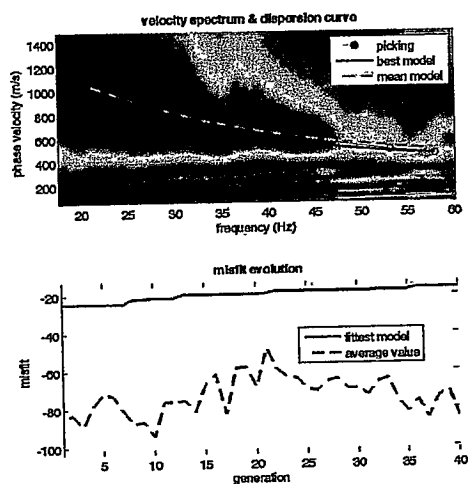


Fig. 2: Spettro di velocità, curve di dispersione (*picking* in rosa; modello medio tratto verde) e profilo verticale di V_s

Fig. 3: Modello di velocità medio. Per ogni strato sono riportate, nell'ordine, V_s (m/s); Densità (g/cm^3); Spessore (m).