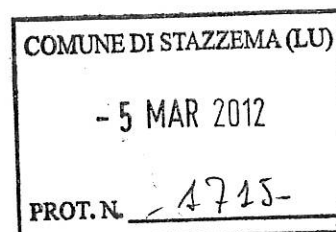


COMUNE DI STAZZEMA

PROVINCIA DI LUCCA



**RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA E INDAGINI GEOGNOSTICHE
CON ANALISI DI STABILITA' PER LA REALIZZAZIONE
DI UNA VIABILITA' PUBBLICA IN LOCALITA' LA COSTA ,
FRAZIONE DI TERRINCA NEL COMUNE DI STAZZEMA**

INTEGRAZIONI AI SENSI DELLE NTC 2008 E D.M. 14.1.2008

A handwritten signature in black ink, which appears to be "Sergio Mancini", is written over a circular official seal. The seal contains the text "COMUNE DI STAZZEMA (LU)" and "PROVINCIA DI LUCCA".

Dott. Geol. Sergio Mancini

Dott. Geol. Vinicio Lorenzoni

Studio di Geologia "Monte Altissimo"

Via Seravezza 459 – 55047 Querceta (LU)

Tel. 331 5354051 – sergio.mancini19@tin.it

INTEGRAZIONI

FEBBRAIO 2012

PREMESSA

Con il presente lavoro si propone una integrazione di adeguamento della "Relazione geologico-tecnica e indagini geognostiche con analisi di stabilità per la realizzazione di una viabilità pubblica in località La Costa, frazione Terrinca nel comune di Stazzema" (incarico tecnico di cui a prot. n°GIG 026658266B) elaborato dallo Studio di Geologia Monte Altissimo di Seravezza, alle normative del D.M.14.12008, norme tecniche sulle costruzioni. La presente relazione geologico-tecnica integrativa, supportata da nuove prove geotecniche e di stabilità dei versanti alle opere di viabilità pubblica elaborate dagli uffici tecnici LL.PP. del Comune di Stazzema (ing. Paolini) è stata redatta in ottemperanza alle normative che fanno capo e discendono dalle seguenti disposizioni nazionali.

- Decr.Min LLPP 11.3.1998
- Circolare LLPP n°30483 del 24.9.1988
- DCR 230/1994 "Provvedimenti sul rischio idraulico" (PIT Regione Toscana, DCR n°12, 25.1.2000)
- DCR 12.12.1999 adottate dalla Giunta Regionale Toscana con delibera n°1328 "Adozione PAI" pubblicata sul BURT n°1 del 5.1.2005
- OPCM n°3274 del 20.3.2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e delle normative tecniche per la costruzione in zona sismica"
- Delibera GRT n°431 del 19/6/2006 che recepisce la OPCM 28.4.2006 n°3519 "riclassificazione sismica del territorio regionale"
- D.M. 14.1.2008 "approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni" (NTC 2008)

Per le rappresentazioni grafiche ci si è avvalsi della documentazione cartografica elaborata dall'ufficio Lavori Pubblici del Comune di Stazzema.

Inquadramento geografico

L'area di intervento è situata nella parte più occidentale dell'abitato di Terrinca in comune di Stazzema, alla quota di m. 530 m., presso la loc. La Costa. Per una descrizione più dettagliata del contesto dell'intervento si rimanda alla relazione geologica consegnata nel 2009 da incarico tecnico del Comune di Stazzema di cui alla premessa.

Inquadramento geologico

L'area di intervento è situata all'interno di zone interessate da estensione di coltri detritiche eluvio-colluviali prodotto di alterazione di terreni riferibili alle "filladi inferiori" della serie metamorica apuana, di cui sono state elaborate, nella relazione geologico-tecnica del 2009, anche caratterizzazioni geomeccaniche sull'ammasso roccioso in corrispondenza degli scarsi affioramenti di roccia in posto. Egualmente si rimanda alla relazione geologico-tecnica del progetto iniziale.

Nuovo inquadramento di pericolosità geomorfologia del PAI

Rispetto alla relazione geologica iniziale del 2009, si evidenzia la variazione della carta della pericolosità geomorfologia del PAI avvenuta nel 2010, di cui si allega dettaglio nella figura seguente, in cui è verificabile una sensibile riduzione dell'areale a pericolosità PFME e una introduzione di gran parte dell'area sottoposta all'opera di progetto (terre armate) all'interno di aree a pericolosità geomorfologia nulla. Sarà comunque compito del progettista stimare puntualmente in corso d'opera le possibili variazioni locali di potenzialità a cedimenti o dissesti.



BACINO TOSCANA NORD

Piano di Assetto Idrogeologico

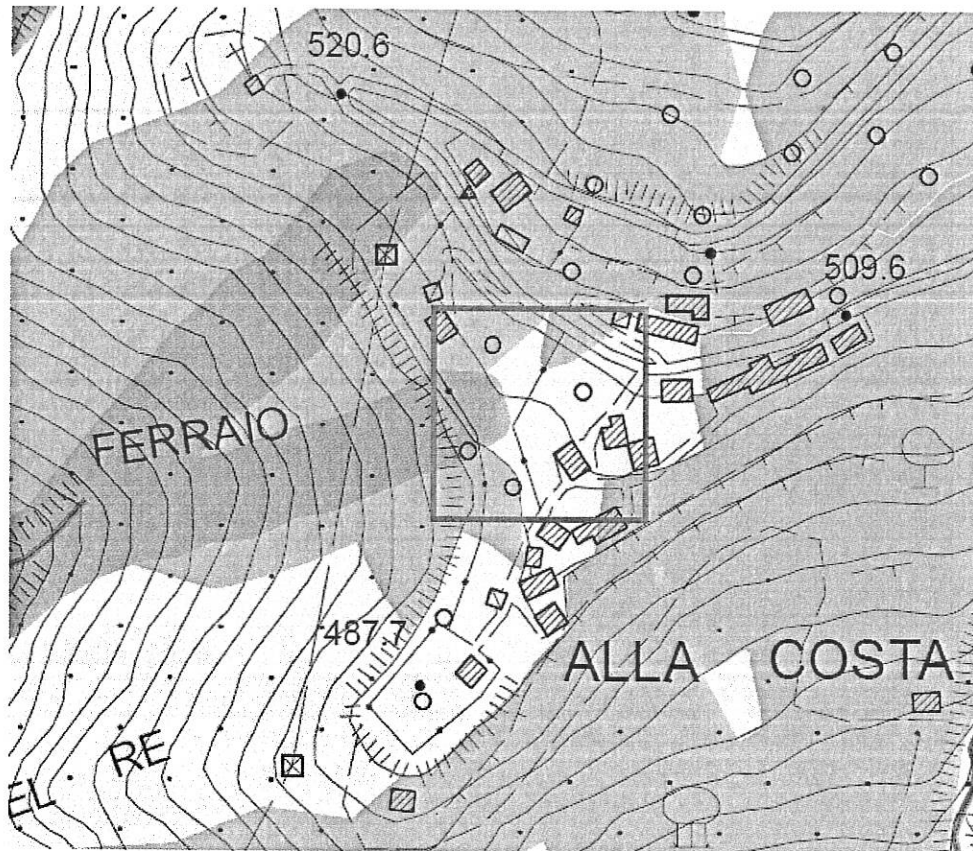
Carta Tutela del Territorio

Tavola n. 22

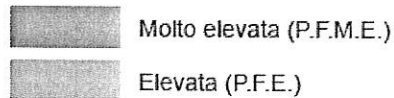
249160-250130

Scala 1:10.000

Maggio 2010



Pericolosità geomorfologica



Ubicazione dell'area di studio dallo stralcio della cartografia del PAI Toscana Nord

(tav. 22 – sez. 249160- scala 1:10.000)

Caratteristiche dell'opera

L'importanza di una corretta valutazione delle opere impostate dall'ufficio LLPP del Comune di Stazzema, consistenti in un manufatto di terre rinforzate con geogriglie, cassero di contenimento e biostuoia di ritenzione aderente alle norme EN ISO, GRI, EPA e ASTM, è in relazione alla valutazione della stabilità del substrato di imposta dell'opera assieme all'opera stessa.

Secondo le relazioni tecniche del fornitore, i dati relativi al computo metrico di sezione unitario (CMU) attestato una geometria dell'opera con dimensioni seguenti: Altezza: m.3,00; lunghezza: m. 1,0, inclinazione 72°, altezza di ogni strato m. 0,60.

La composizione di n° 5 strati consentono una elevazione del fronte verticale di 3,00 m. e del fronte inclinato di 3,15 m. Le caratteristiche tecniche date dal costruttore sono le seguenti :

- Definizione di vita nominale : opera ordinaria con durata superiore ai 50 anni
- Classe d'uso 2 (normali affollamenti)
- Categoria di terreni : tipo B (terreni molto consistenti o addensati)
- Categoria topografica T1 e coefficiente di amplificazione topografia $ST = 1,000$
- Coefficiente di accelerazione sismica orizzontale $k_h = 0,045$

Modello geotecnico utilizzato e stima dei parametri caratteristici

Le normative collegate al D.M. 14.1.2008 introducono obbligatorietà delle analisi geotecniche nella valutazione della stabilità dei pendii relativamente ai terreni di copertura e del substrato roccioso, attraverso simulazioni con programmi rappresentativi della stabilità a condizioni sia di pendio indefinito che in varie condizioni geotecniche per la valutazione del fattore di sicurezza F_s .

Le caratterizzazioni geotecniche consigliate per la stima dei parametri geotecnici delle opere in progetto seguono le indicazioni delle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC) attraverso una valutazione semiprobabilistica agli stati limite ultimi (SLU) o di esercizio (SLE). La maggiore novità delle NTC è relativa alla valutazione della pericolosità sismica locale e di progetto.

Le valutazioni tecniche sono state impostate attraverso una più accurata caratterizzazione dei livelli e della stratigrafia dei terreni al di sotto dell'opera di progetto che hanno sostanzialmente confermato anche in via migliorativa i dati della relazione tecnica del 2009.

Indagini geofisiche di sismica a rifrazione

Per effetto della ordinanza OPCM 3274 /2003 e della DGRT 16.6.2003, aggiornate con ordinanza OPCM 3519/2006 e DGRT 19.6.2006, il territorio comunale di Stazzema è stato inserito nell'elenco dei comuni toscani a bassa sismicità (zona 3, ex III categoria). Come redatto nella precedente relazione tecnica del progetto, i parametri noti per questa categoria, ai sensi del D.M. 16.1.1996, sono i seguenti.

Grado di sismicità $S = 6$

Accelerazione massima orizzontale $a_0 = 0,05 \times g - 0,15xg$

Una più accurata descrizione dei sismostrati relativi ai terreni di imposta del manufatto in terre armate e' stata compiuta attraverso una specifica" indagine geognostica con stendimento di sismica a rifrazione energizzato con onde SH, eseguito in località La Costa" elaborata dalla ditta Geognostica Apuana Snc di Massa, che costituisce allegato tecnico n°2 della presente relazione.

In sintesi, i dati del rilievo geofisico rivelano la presenza di 3 sismostrati che nell'area di imposta dell'opera sono così' definibili.

- Sismostrato n°1 caratterizzato da $V_{SH} = 170 \text{ m/sec}$, con spessori da 1 a 3 m.
- Sismostrato n°2 caratterizzato da $V_{SH} = 380 \text{ m/sec}$, con spessori da 2 a 5 m.
- Sismostrato n°3 caratterizzato da $V_{SH} = 600 \text{ m/sec}$ (relativo bedrock)

I dati confermano ampiamente i risultati già espressi nella caratterizzazione geotecnica e geofisica (in onde P) effettuate nella relazione tecnica del 2009, inquadrando tutti i terreni indagati all'interno della tipologia "B" rappresentativa dei terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, con Vs30 compresa tra 360 e 800 m/sec.

Verifiche di stabilità (D.M. 14.1.2008)

Le norme tecniche sulle costruzioni (NTC) impongono quale condizione di calcolo per le verifiche di stabilità dell'area una conoscenza dei parametri geotecnici di base (angolo di attrito di picco, angolo di attrito residuo; coesione del terreno c') tipici dei terreni inquadrati nella categoria di terreni "B" derivata dalle indagini geofisiche in onde SH effettuate nell'ottobre 2011, anche per la stima dell'accelerazione sismica massima attesa al suolo. Tale categoria prevede i seguenti parametri. $N_{spt\ 30} > 50$; $C_u > 250$; parametri che però nella valutazione sismica locale non si ritengono utilizzabili in quanto il dato appare come interessato da forte variabilità. Conoscendo però la categoria sismica dell'area del comune di Stazzema con $a_g = 0,05 \times g - 0,15 \times g$, si ricava che il dato utile di a_g (g) nella valutazione dell'accelerazione massima attesa al sito a_{max} da $k_h = \beta_s \times (a_{max} / g) \times k_v = 0,5 \times k_h$, possiede un dato di $\beta_s = 0,24$ per terreni di categoria B.

La stima cautelativa dei parametri geotecnici effettuati dalla ditta fornitrice forniscono valori cautelativi di $\gamma = 18$ kN/mc., $c' = 0$, angolo di attrito $\phi = 25^\circ$, (considerato angolo di attrito di picco non in condizioni sature) per l'opera, poggianti terreni di fondazione, che le nuove indagini geofisiche possono inquadrare in terreni detritici da poco a mediamente addensati con $V_{sh} = 170$ m/sec e dove dovrà impostarsi l'opera. Questi dati cautelativi sono correlabili invece ai dati della relazione geotecnica del 2009 dove si aveva per il terreno superiore (con spessori fino a 4 metri) un valore di $\phi = 25-27^\circ$ per l'angolo di attrito e un valore di $\gamma = 1,85$ kg/cmq.

I valori degli spessori delle indagini geofisiche del 2009 e 2011 portano quindi ad una buona convergenza dei dati sugli spessori e le categorie del terreno e sui parametri geotecnici.

Il valore stimato nella relazione tecnica di analisi di stabilità compiuta dal fornitore dell'opera con metodo di Bishop appare per i due cerchi critici esaminati per l'opera, pari a coefficienti di sicurezza $F_s = 1,31$ e $F_s = 1,52$ che ai sensi sia del D.M.11.3.1988 che del D.M. 14.1.2008, appaiono ben correlabili ai dati geotecnici ricavabili dalla relazione geofisica e successiva caratterizzazione Geotecnica.

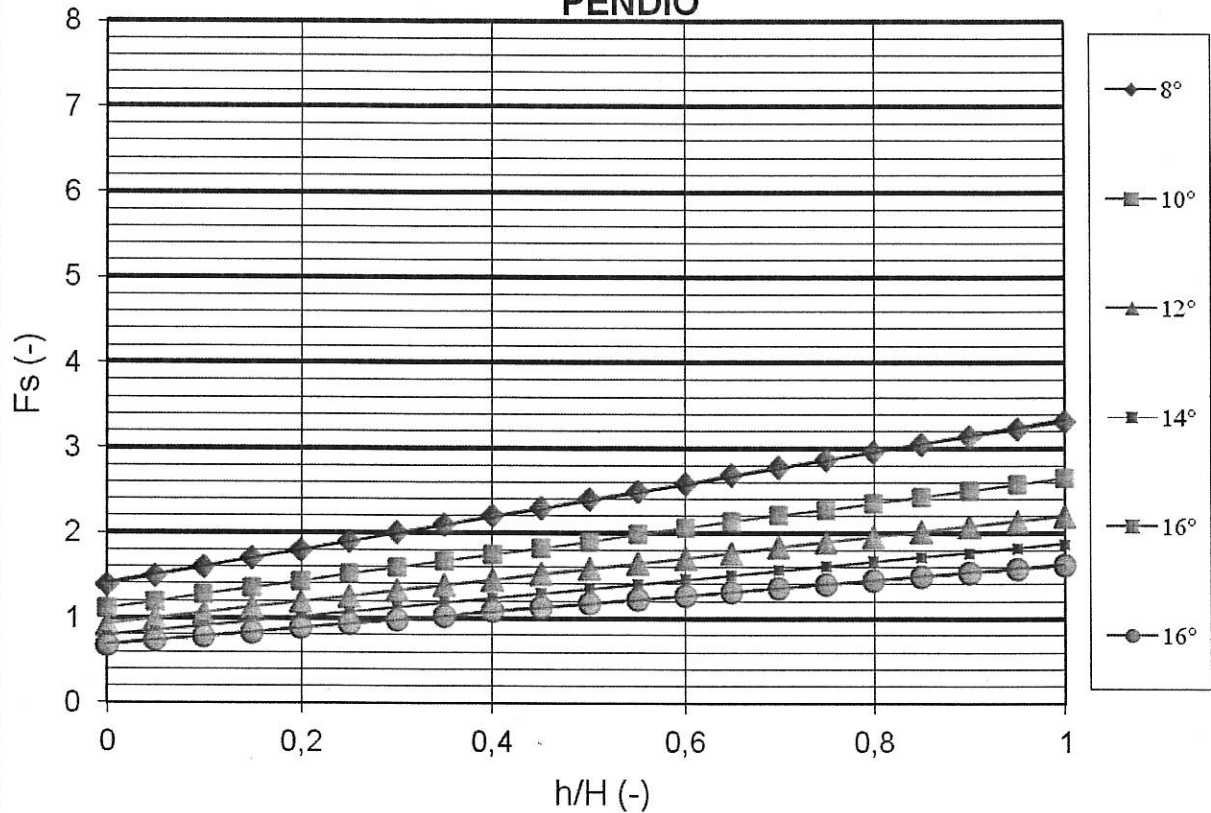
Allo scopo di una ulteriore verifica dei dati, viene elaborata una stima del fattore di stabilità F_s attraverso programmi che apportano conoscenza del valore ottimale di inclinazione del pendio in funzione del rapporto h/H e del valore di umidità del terreno W in condizioni sature, dove h = superficie del pelo libero d'acqua. Assumendo $W = 25\%$ e inputando i dati geotecnici riscontrati, le condizioni del pendio in cui potrebbe verificarsi la condizione di $F_s < 1$ possono essere riassunte nei seguenti casi, come da tabella seguente.

- Angoli di inclinazione del pendio maggiori di 14°
- Rapporto h/H minore di 0,2.

Il metodo di valutazione di stabilità del pendio sede dell'opera è quello di stabilità globale a pendio indefinito, con la seguente formula.

$$F_s = \frac{c'}{(h_w \times \gamma_{sat} + \gamma \times h) \times \sin \alpha \times \cos \alpha} + \frac{(h_w \times \gamma' + \gamma \times h) \times \tan \phi'}{(h_w \times \gamma_{sat} + \gamma \times h) \times \tan \alpha}$$

**GRAFICI DEI COEFFICIENTI DI SICUREZZA
AL VARIARE DELL'ANGOLO D'INCLINAZIONE " α " DEL
PENDIO**



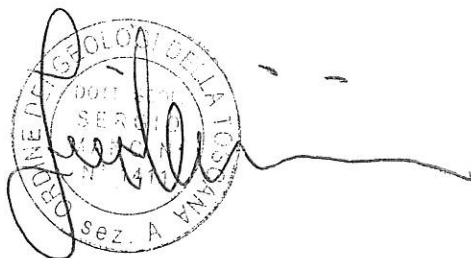
Una ultima verifica di confronto che puo' essere effettuata e' quella relativa alla verifica di stabilita' con metodo di Bishop semplificato, utilizzando software freeware dedicati, introducendo i parametri derivati dalla categoria del terreno di imposta , secondo il grafico e la tabella allegata (all.1). I risultati proposti con tale verifica confermano i risultati della verifica di stabilita' compiuta dal fornitore dell'opera.

In conclusione, le caratteristiche geotecniche dei terreni del pendio e le indagini geofisiche in tipologia di onde P del 2009 e soprattutto le indagini geofisiche in onde SH effettuate nel 2011 nel quadro delle indagini geologiche prescritte dal D.M.14.1.2008 e delle NTC 2008, permettono l'impostazione dell'opera di progetto secondo le caratteristiche impostate dal fornitore e secondo le indicazioni del progettista referente per il comune di Stazzema per il corretto posizionamento dell'opera stessa.

Sara' cura del progettista stesso operare per la sistemazione ottimale dell'opera con preferenza per una sede di imposta del manufatto in una situazione ricadente in terreni di categoria "B" (sismostrato n°2 delle indagini geofisiche in onde SH) con un adeguato posizionamento dell'opera previo scavo del livello di terreni superiori (caratterizzati per i primi 2 metri da $V_{s30} = 170$ m/sec.) o sistemazione della fondazione dell'opera stessa attraverso miglioramento delle caratteristiche geotecniche degli stessi terreni , con posizionamento di stabilizzato o miscelazione con terreni con caratteristiche di drenaggio adeguate per una ottimale permeabilità al di sotto del manufatto.

Querceta, li' 14 Novembre 2011.

Dott. Geol. Sergio Mancini



ALLEGATI

ALLEGATO N°1 – Verifica di stabilità con metodo di Bishop Semplificato

ALLEGATO N°2 - Relazione geofisica (Studio)