

COMUNE DI GREVE IN CHIANTI

**NUOVO PROGETTO PER LA COLTIVAZIONE ED IL RECUPERO AMBIENTALE
DELLA CAVA DI PONETA IN LOCALITÀ FERRONE**



Elaborato
REL.04.C

RELAZIONE SULLA MODELLAZIONE SISMICA

Il proponente:



Progettazione:



STG A - STUDIO TECNICO DI GEOLOGIA E INGEGNERIA AMBIENTALE

50121 FIRENZE – Viale Giovanni Amendola n.6/4 – www.stgassociati.it
studio@stgassociati.it – stga@pec.it - 055.9336400 – P.IVA 03740890482

Gruppo di lavoro

geol. Giancarlo Ceccanti (STGA)
geol. Giampaolo Mariannelli (STGA)
ing. Lapo Consumi (STGA)
for. Gianluca Capecci

Collaboratori

geol. Marco Folini (STGA)
chimico Giuseppe Sarti
biologo Alberto Conti
geol. Francesco Facchini

Revisione 0 - data: aprile 2025

| | | |
|----------|--------------------------------------------------------|----------|
| 1 | PREMESSA..... | 3 |
| 2 | NORMATIVA DI RIFERIMENTO | 3 |
| 3 | VALUTAZIONE DELL’AZIONE SISMICA..... | 3 |
| 3.1 | PERICOLOSITÀ SISMICA E MACROZONAZIONE | 3 |
| 3.2 | TIPOLOGIA DELL’OPERA E AZIONE SISMICA..... | 4 |
| 3.3 | SISMICITÀ DI BASE | 5 |
| 3.4 | RISPOSTA SISMICA LOCALE - APPROCCIO SEMPLIFICATO | 6 |
| 3.5 | POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE..... | 8 |



1 PREMESSA

Il presente lavoro è a supporto alla progettazione del piano di coltivazione della cava in loc. Poneta nel comune di Greve in Chianti. In particolare, entra nel merito della pericolosità sismica dell'area e della risposta sismica del sito in base a quanto emerso dalle indagini svolte sul versante.

L'area in esame rientra nelle aree soggette a vincolo idrogeologico, secondo l'ex R.D.L. 30/12/1923 n. 3267 e successive integrazioni, ex R.D. 16/05/1926 n. 1126, L.R. 39/2000 e L.R. 1/2003. In merito agli interventi in progetto, la relazione ha seguito quanto prescritto dal Regolamento Forestale (D.P.G.R. n. 48/R del 08.08.2003). Gli interventi in esame ricadono tra le opere, lavori e movimenti di terreno soggetti ad autorizzazione (Art. 101 del Testo coordinato del Regolamento Forestale della Toscana n°48/R del 24/3/2010).

In riferimento al punto 6.2.1 del D.M. 17.01.2018 la presente relazione ricostruisce i caratteri geologici, sismici, litologici, stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici e, più in generale, di pericolosità geologica del territorio.

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La presente relazione è redatta in conformità alle seguenti norme:

- D.M. 14/1/18 "Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni";
- Circ. C.S.LL.PP. "Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le Costruzioni";
- D.P.G.R. 19-01-2022 n° 1/R e relativo Allegato 1 – Art.5 Regolamento 1R/2022 (Linee guida sulle tipologie e classi di indagini geologiche, geofisiche e geotecniche da allegare ai progetti da presentare ai sensi dell'Art. 3 del Reg. 1R/2022);
- O.P.C.M. 3274/03 e successive modifiche ed integrazioni;
- D.G.R.T. n° 878/12 "Aggiornamento della classificazione sismica regionale in attuazione dell'OPCM 3519/06 ed ai sensi del D.M. 14.01.2008";
- D. Lgs. 152/2006 e smi;
- R.D.L. 30 dicembre 1923, n. 3267 Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani – Gazzetta Ufficiale n. 117 del 17.05.1924;
- L.R. 21 marzo 2000, n. 39 (Legge Forestale della Toscana) – Bollettino Ufficiale della Regione Toscana n. 14 del 31.03.2000 e successive modificazioni e integrazioni;
- D.P.G.R. 8 agosto 2003, n. 48/R Regolamento Forestale della Toscana – Bollettino Ufficiale della Regione Toscana n. 37 del 18.08.2003;
- D.P.C.M. 6 maggio 2005 Piano di Bacino del Fiume Arno stralcio Assetto Idrogeologico;
- PGRA "*Piano Gestione Rischio Alluvioni*", approvato con delibera del Comitato Istituzionale n. 235 del 3 marzo 2016;
- Piano Strutturale Comunale e Piano Operativo (approvati rispettivamente con DCC n° 28 e n° 29 del 14/03/2019).

3 VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA

3.1 PERICOLOSITÀ SISMICA E MACROZONAZIONE

La macrozonazione sismica del territorio italiano è stata aggiornata e revisionata nell'ambito dell'O.P.C.M. 3274/2003 prevedendo una suddivisione in 4 zone sulla base di un differente valore dell'accelerazione di picco a_g su terreno a comportamento litoide. Un aggiornamento dello studio di pericolosità di riferimento nazionale (Gruppo di Lavoro, 2004), previsto dall'O.P.C.M. 3274/03, è stato adottato con l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519 del 28 aprile 2006.

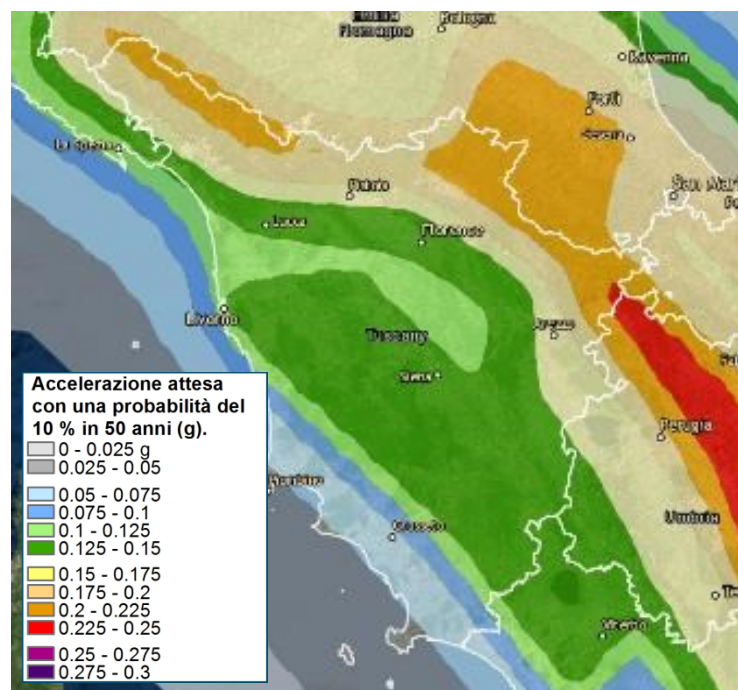


Figura 1 – Estratto della Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale (Ordinanza PCM del 28 aprile 2006 n.3519, All.1b)

Il nuovo studio di pericolosità, allegato all'O.P.C.M n. 3519, ha fornito alle Regioni uno strumento aggiornato per la classificazione del proprio territorio, introducendo degli intervalli di accelerazione (a_g), con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni, da attribuire alle 4 zone sismiche.

| zona | accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni [a_g] | accelerazione orizzontale massima convenzionale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico [a_g] |
|------|-------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | $0,25 < a_g \leq 0,35g$ | $0,35g$ |
| 2 | $0,15 < a_g \leq 0,25g$ | $0,25g$ |
| 3 | $0,05 < a_g \leq 0,15g$ | $0,15g$ |
| 4 | $\leq 0,05g$ | $0,05g$ |

Il Comune di Greve ricade in zona 3.

3.2 TIPOLOGIA DELL'OPERA E AZIONE SISMICA

La valutazione delle azioni sismiche sulle strutture viene condotta in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava moltiplicando la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U (§2.4.3 NTC 2018).

Nel caso specifico risulta:

$V_N = 50$ anni (Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale)
 $C_U = 1.0$ anni (Classe d'uso II §2.4.2 NTC 2018)
 $V_R = 50$ anni

Gli stati limite nei confronti dell'azione sismica, in relazione alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, si dividono in:

Stati limite di esercizio

Stato Limite di Operatività (**SLO**);

Stato Limite di Danno (**SLD**).

Stati limite ultimi

Stato Limite di salvaguardia della Vita (**SLV**);
 Stato Limite di prevenzione del Collasso (**SLC**).

Per ciascuno degli stati limite considerati viene associata una probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} (Tab. 3.2.I. NTC 2018). Per ogni valore di P_{VR} viene calcolato il periodo di ritorno medio T_R di un evento avente quell'entità attraverso la seguente relazione:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})}$$

i valori così ottenuti vengono riportati nella seguente tabella:

| Stato limite | $P_{VR}[\%]$ | $T_R[\text{anni}]$ |
|--------------|--------------|--------------------|
| SLO | 81 | 30 |
| SLD | 63 | 50 |
| SLV | 10 | 475 |
| SLC | 5 | 975 |

3.3 SISMICITÀ DI BASE

L'elemento di conoscenza primario per la valutazione delle azioni sismiche in un determinato sito è rappresentato dalla "pericolosità sismica di base". Questa viene espressa, per ogni stato limite, in funzione della probabilità di superamento P_{VR} in termini di spettro di risposta in accelerazione per un suolo di categoria A.

I parametri che identificano la pericolosità sismica di base sono:

a_g : accelerazione orizzontale massima al sito;

F_0 : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T_C^* : periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Tali parametri vengono forniti dalla norma (NTC 2018), per diversi periodi di ritorno T_R , su tutto il territorio nazionale in un numero di punti che definiscono un reticolo di riferimento. Pertanto, per ogni punto del territorio nazionale è possibile individuare quattro punti del reticolo in modo da definire una maglia. I parametri sismici di tale punto si ottengono da quelli della maglia attraverso la seguente relazione:

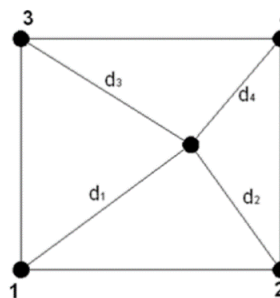
$$p = \frac{\sum_{i=1}^4 \frac{p_i}{d_i}}{\sum_{i=1}^4 \frac{1}{d_i}}$$

dove:

p : generico parametro (a_g, F_0, T_C^*) da calcolare per il punto oggetto di studio;

d_i : distanza tra il punto oggetto di studio e l' i -esimo punto della maglia;

p_i : valore del generico parametro (a_g, F_0, T_C^*) nell' i -esimo punto della maglia.



Nel caso specifico si ha:

Coordinate del sito

Latitudine (WGS84) : 43°.6549

Longitudine (WGS84) : 11°.2597

Latitudine (ED50): 43°.6559
 Longitudine (ED50) : 11°.2607

| Identificativi e coordinate (Datum ED50) dei punti che includono il sito | | |
|--------------------------------------------------------------------------|----------------|-----------------|
| Numero punto | Latitudine [°] | Longitudine [°] |
| 20503 | 43°.6640 | 11°.2786 |
| 20724 | 43°.6127 | 11°.2113 |
| 20725 | 43°.6140 | 11°.2803 |
| 20502 | 43°.6627 | 11°.2095 |

| | Parametri dello spettro di risposta orizzontale | | | |
|-------------------------------|-------------------------------------------------|-------|-------|-------|
| | SLV | SLC | SLD | SLO |
| Tempo di ritorno [anni] | 475 | 975 | 50 | 30 |
| Accelerazione sismica [g] | 0.122 | 0.156 | 0.052 | 0.043 |
| Coefficiente Fo | 2.395 | 2.398 | 2.609 | 2.588 |
| Periodo T _c *[sec] | 0.295 | 0.298 | 0.263 | 0.252 |

3.4 RISPOSTA SISMICA LOCALE - APPROCCIO SEMPLIFICATO

Come spiegano le NTC 2018: *“Il moto generato da un terremoto in un sito dipende dalle particolari condizioni locali, cioè dalle caratteristiche topografiche e stratigrafiche dei depositi di terreno e degli ammassi rocciosi e dalle proprietà fisiche e meccaniche dei materiali che li costituiscono.”*

L'azione sismica è definita in termini di accelerazione per siti di categoria A. Perciò, nel caso in cui l'intervento avvenga su un sito caratterizzato da proprietà litotecniche più scadenti rispetto a quelle conferite alla categoria A, si dovrà valutare le modifiche (chiamate effetti stratigrafici) che il moto sismico subisce attraversando il mezzo in questione. Unitamente agli effetti stratigrafici si dovrà tenere conto anche delle condizioni topografiche, poiché entrambi questi fattori concorrono a modificare l'azione sismica di superficie.

In modo sintetico i due effetti possono essere così descritti:

- *effetti stratigrafici*, legati alla successione stratigrafica, alle proprietà meccaniche dei terreni, alla geometria del contatto tra il substrato rigido e i terreni sovrastanti ed alla geometria dei contatti tra gli strati di terreno;
- *effetti topografici*, legati alla configurazione topografica del piano campagna. La modifica delle caratteristiche del moto sismico per effetto della geometria superficiale del terreno va attribuita alla focalizzazione delle onde sismiche in prossimità della cresta dei rilievi a seguito dei fenomeni di riflessione delle onde sismiche ed all'interazione tra il campo d'onda incidente e quello diffratto. I fenomeni di amplificazione cresta-base aumentano in proporzione al rapporto tra l'altezza del rilievo e la sua larghezza.

Gli effetti della risposta sismica locale possono essere valutati con metodi semplificati adottando i parametri relativi alle categorie di suolo. Nel caso specifico, si fa riferimento alle prove masw eseguite nell'area di intervento dalla quale è stato possibile classificare il sito in esame in **categoria di sottosuolo B**.

Tab. 3.2.II – *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.*

| Categoria | Caratteristiche della superficie topografica |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A | <i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</i> |
| B | <i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i> |
| C | <i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i> |
| D | <i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i> |
| E | <i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i> |

Tabella 1 – *categorie di sottosuolo ai sensi delle NTC2018*

L'accelerazione sismica è anche influenzata, come detto, dalle condizioni topografiche in cui si trova il sito d'interesse poiché esse vanno a modificare l'azione sismica in ampiezza, durata e contenuto in frequenza, incidendo sullo spettro di risposta elastico. Pertanto, per le caratteristiche morfologiche locali che in questo caso sono relative a quelle di un versante con inclinazioni che localmente superano i 15°, si attribuisce alla zona in studio la categoria **T2**: pendio con inclinazione media $i > 15^\circ$.

Tab. 3.2.III – *Categorie topografiche*

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

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: B
 Categoria topografica: T2
 Periodo di riferimento: 50 anni
 Coefficiente c_u : 1.0

Per le componenti orizzontali del moto e per le varie categorie di sottosuolo la forma spettrale su sottosuolo di categoria A viene modificata attraverso dei coefficienti sismici:

- *coefficiente stratigrafico* S_s (relativo all'amplificazione stratigrafica e definito come il rapporto tra il valore dell'accelerazione massima attesa in superficie e quello su sottosuolo di categoria A);
- *coefficiente topografico* S_T (definito in funzione delle condizioni topografiche, come da Tabella 3.2.VI delle NTC e che, nel caso in questione assume valore unitario);
- *coefficiente* C_c (dipende anch'esso dalla categoria di sottosuolo).

Tali coefficienti sono riportati di seguito insieme ai valori dei coefficienti sismici orizzontale K_h e verticale K_v e del coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito.

Coefficienti Sismici – fronti di scavo e rilevati

| SLO | SLD | SLV | SLC |
|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Ss: 1,200 | Ss: 1,200 | Ss: 1,200 | Ss: 1,200 |
| Cc: 1,450 | Cc: 1,440 | Cc: 1,400 | Cc: 1,400 |
| St: 1,200 | St: 1,200 | St: 1,200 | St: 1,200 |
| Kh: 0,000 | Kh: 0,035 | Kh: 0,067 | Kh: 0,000 |
| Kv: 0,000 | Kv: 0,018 | Kv: 0,034 | Kv: 0,000 |
| Amax: 0,608 | Amax: 0,733 | Amax: 1,729 | Amax: 2,203 |
| Beta: 0,000 | Beta: 0,470 | Beta: 0,380 | Beta: 0,000 |

Coefficienti Sismici – stabilità dei pendii e fondazioni

| SLO | SLD | SLV | SLC |
|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Ss: 1,200 | Ss: 1,200 | Ss: 1,200 | Ss: 1,200 |
| Cc: 1,450 | Cc: 1,440 | Cc: 1,400 | Cc: 1,400 |
| St: 1,200 | St: 1,200 | St: 1,200 | St: 1,200 |
| Kh: 0,012 | Kh: 0,015 | Kh: 0,042 | Kh: 0,054 |
| Kv: 0,006 | Kv: 0,007 | Kv: 0,021 | Kv: 0,027 |
| Amax: 0,608 | Amax: 0,733 | Amax: 1,729 | Amax: 2,203 |
| Beta: 0,200 | Beta: 0,200 | Beta: 0,240 | Beta: 0,240 |

3.5 POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

Nell'area esaminata è stata presa in considerazione la possibilità che possa verificarsi il fenomeno della liquefazione in concomitanza di un evento sismico. Si tratta di un evento, peraltro abbastanza raro, che avviene soltanto nelle sabbie pulite a granulometria omogenea e provoca, in presenza di falda, la completa perdita di resistenza in seguito all'azione sismica.

Secondo le NTC 2018 (par. 7.11.3.4.2), *“la verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze”*:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $qc_{1N} > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e qc_{1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nei fusi granulometrici di riferimento nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ e nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

In relazione al sito di intervento, il sottosuolo è costituito da argilliti ed elementi litoidi e dunque è possibile escludere che si possano verificare fenomeni legati a liquefazione in concomitanza di eventi sismici.