

S.G.C. E78 GROSSETO - FANO

Tratto Selci Lama (E45) - S. Stefano di Gaifa.
Adeguamento a 2 corsie del tratto della Variante di Urbania

PROGETTO DEFINITIVO

ANAS - DIREZIONE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE LAVORI

<p>COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE</p> <p><i>Ing. Giuseppe Resta</i></p> <p>Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 20629</p>	<p>I PROGETTISTI SPECIALISTICI</p> <p><i>Ing. Ambrogio Signorelli</i></p> <p>Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. A35111</p>	<p>PROGETTAZIONE ATI: (Mandataria)</p> <p>GPI INGEGNERIA GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl</p> <p>(Mandante)</p> <p>cooprogetti cocoprogetti</p> <p>(Mandante)</p> <p>engeko</p> <p>(Mandante)</p> <p>AIM Studio di Architettura e Ingegneria Moderna</p>
<p>IL GEOLOGO</p> <p><i>Dott. Geol. Salvatore Marino</i></p> <p>Ordine dei geologi della Regione Lazio n. 1069</p>	<p><i>Ing. Moreno Panfili</i></p> <p>Ordine Ingegneri Provincia di Perugia n. A2657</p>	<p>IL PROGETTISTA E RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE. (DPR207/10 ART 15 COMMA 2):</p> <p><i>Dott. Ing. GIORGIO GUIDUCCI</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 14035</p>
<p>VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO</p> <p><i>Ing. Vincenzo Catone</i></p>	<p><i>Ing. Claudio Muller</i></p> <p>Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 15754</p>	<p><i>Dott. Ing. GIORGIO GUIDUCCI</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 14035</p>
<p>VISTO: IL RESP. DEL PROGETTO</p> <p><i>Arch. Pianif. Marco Colazza</i></p>	<p><i>Ing. Giuseppe Resta</i></p> <p>Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 20629</p>	<p><i>Dott. Ing. GIORGIO GUIDUCCI</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 14035</p>

STUDI ED INDAGINI

Sismica

Relazione sismica

CODICE PROGETTO			NOME FILE	REVISIONE	SCALA
PROGETTO	LIV.PROG.	ANNO	T00GE02GEORE01_A		
DPAN247	D	22	CODICE ELAB. T00GE02GEORE01	A	-
D					
C					
B					
A	Emissione		Ottobre '21	Leonardi	Marino
REV.	DESCRIZIONE		DATA	REDATTO	VERIFICATO APPROVATO

INDICE

1. <u>PREMESSA</u>	2
2. <u>NORMATIVE DI RIFERIMENTO E BIBLIOGRAFIA</u>	2
3. <u>LINEAMENTI GEOLOGICI</u>	3
3.1. INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE	3
3.2. CARATTERI GEOLITOLOGICI DEI DEPOSITI SUPERFICIALI E DELLE FORMAZIONI DEL SUBSTRATO .	4
3.2.1. <i>Litologie del substrato</i>	4
3.2.1. <i>Depositi continentali quaternari</i>	5
4. <u>LINEAMENTI GEOMORFOLOGICI</u>	5
5. <u>LINEAMENTI IDROGEOLOGICI</u>	6
6. <u>CARATTERIZZAZIONE SISMICA</u>	7
6.1. INDAGINI.....	7
6.1.1. <i>Interpretazione indagini sismiche</i>	7
6.1.2. <i>Campagna indagini 1998</i>	8
6.1.3. <i>Campagna indagini progetto definitivo</i>	9
7. <u>INQUADRAMENTO SISMICO</u>	10
7.1. CLASSIFICAZIONE SISMICA	10
7.2. PERICOLOSITÀ SISMICA.....	10
7.3. SISMICITÀ STORICA.....	12
7.4. ASPETTI SIMOGENETICI.....	16
7.5. MICROZONAZIONE SISMICA LOCALE	17
8. <u>SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO IN ACCELERAZIONE LOCALE</u>	18
8.1. AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA.....	18
8.2. AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA	20
8.3. VITA NOMINALE.....	22
8.4. CLASSE D'USO.....	22
8.5. PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA	23
9. <u>STABILITÀ NEI CONFRONTI DELLA LIQUEFAZIONE</u>	23

1. PREMESSA

La presente relazione ha come finalità la caratterizzazione sismica delle aree interessate dal Progetto Definitivo della S.G.C. E78 Grosseto - Fano Tronco Selci Lama - S. Stefano Di Gaifa – Variante di Urbania (AN246).

Il lavoro è stato svolto in ottemperanza al D.M. 17/01/2018 “Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni”, ed è stata eseguita una ricerca bibliografica di eventuali studi specialistici riguardanti la zona in esame presso gli Enti, i Comuni e le Regioni interessati al territorio dell'intervento.

2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO E BIBLIOGRAFIA

La redazione della seguente relazione è stata eseguita nel rispetto delle normative vigenti in materia di progettazione antisismica e di diverse raccomandazioni tecniche, tra cui:

- Decreto Ministero dei Lavori Pubblici n. 47 (11 marzo 1988) “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”.
- Circolare Min. LL.PP: 24 settembre 1988 n° 30483: “Istruzioni riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”.
- Eurocodice 8 – Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture. Parte 5: Fondazioni, Strutture di contenimento ed Aspetti geotecnici (1998).
- Circolare Ministero Lavori Pubblici 24 settembre 1988 n.30483 “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione”. (Pres. Cons. Superiore - Servizio Tecnico Centrale).
- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri del 20 marzo 2003 “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica (ordinanza n. 3274 – Allegati 1, 2 e 3);
- Gruppo di lavoro MS (2008). Indirizzi e criteri per la Microzonazione sismica. Conferenza delle Regioni e delle Province Autonome, Dipartimento della protezione civile, Roma;
- G. Lanzo, A. Pagliaroli. Selection of real accelerograms for the seismic response analysis of the historical town of Nicastro (Southern Italy) during the March 1638 Calabria earthquake. Elsevier 2007;
- G. Modoni, A. Gazzellone (2010). Simplified theoretical analysis of the seismic response of artificially compacted gravels. Proc. V Int. Conf. on Recent Advances in Geotechnical Earthquake Engineering and Soil Dynamics, San Diego, USA, Paper No. 1.28a;

- O.P.C.M. 13/11/2010 n. 3907: “Contributi per gli interventi di prevenzione del rischio sismico”;
- Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al DM 17/01/2018 pubblicate sul Supplemento ordinario alla “Gazzetta Ufficiale, n. 42 del 20 febbraio 2018
- Studio di microzonazione sismica per i comuni del centro Italia colpiti dagli eventi sismici a far data dal 24 agosto 2016 così come previsto con l’ordinanza n° 24 del 12 maggio 2017 del Commissario Straordinario
- Zaho B., Horike M.; 2003: Simulation of High-Frequency Strong Vertical Motions using Microtremor Horizontal-to-Vertical Ratios. Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 93, No. 6, pp. 2546–2553
- G. Peruzzi, D. Albarello (2016). Stimatori approssimati della componente verticale del moto nelle valutazioni di risposta sismica locale.
- Studio di Microzonazione Sismica Comune di Urbani, Agosto 2014.

3. LINEAMENTI GEOLOGICI

3.1. INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE

Dal punto di vista morfologico, l’area in studio è compresa nella fascia appenninica interna, lungo la dorsale Umbro–Marchigiana. Le valli intramontane sono confinate lungo i corsi d’acqua principali. Il modellamento geomorfologico del territorio è regolato dall’assetto strutturale nonché dalle caratteristiche della litologia coinvolta dalla tettonica; i rilievi principali corrispondono infatti a strutture anticlinali e che si sono sviluppate su rocce mesozoiche di natura prevalentemente calcarea, le aree collinari, invece, sono caratterizzate da terreni di natura marnosa e calcarea marnosa su cui sono impostate pieghe di importanza minore.

La tettonica appenninica è l’agente principale dell’assetto del territorio e delle singole unità litologiche. Come in tutta la regione compresa tra lo spartiacque appenninico e il mare Adriatico, la direzione delle strutture, dai fiumi alle catene montuose alla stessa linea di costa, presenta una orientazione principale NO – SE, chiamata “Appenninica” e una, grosso modo ortogonale a questa, definita “Antiappenninica”.

L’assetto tettonico visibile lungo il tracciato rispecchia la conformazione regionale. Le strutture presentano una direzione appenninica, orientata quindi NW – SE. I bacini sedimentari, compreso quello di Urbani, hanno una orientazione simile, anche se, rispetto ad altre aree del tracciato stradale, la direzione sembra leggermente diversa, più tendente a WNW – ESE.

Le formazioni presenti nel territorio non si presentano particolarmente disturbate, anche se localmente con strati tendenti al rovesciamento nei pressi dei principali sistemi di faglie e sovrascorrimenti. La causa di tale assetto è da ricercarsi nella plasticità dei sedimenti marnosi che spesso compiono la funzione di lubrificante tra i complessi più competenti e la relativa giovinezza delle formazioni.

Il fiume Metauro “taglia” in parte questa struttura attraversando le parti competenti (Arenarie di Urbani) e in parte la segue al nucleo.

Le gallerie del lotto attraversano unità flysciodi appartenenti alla famiglia della Marnoso-Arenacea. Le due litologie principali, la arenacea e la marnosa, con una lunga serie di situazioni intermedie appaiono mischiate fra loro secondo il classico schema a canali intrecciati di differente spessore, molto difficile da seguire sul terreno. Dal punto di vista strutturale la conformazione appare più

PROGETTAZIONE ATI:

semplice, in quanto non si ha un grosso disturbo tettonico o la presenza di faglie di importanza regionale che mettono a contatto formazioni di origine o età differente. Lo stesso andamento del tracciato, nel lungo tratto interessato da gallerie, appare, in genere, parallelo alle strutture tettoniche e alla direzione di deposizione del bacino sedimentario.

3.2. CARATTERI GEOLITOLOGICI DEI DEPOSITI SUPERFICIALI E DELLE FORMAZIONI DEL SUBSTRATO

3.2.1. LITOLOGIE DEL SUBSTRATO

Le unità stratigrafiche affioranti nell'area in esame sono rappresentate dalla **Marnosa Arenacea**, dallo **Schlier**, dalla Formazione del **Bisciario**, dalla formazione della **Scaglia Cinerea** e **Scaglia Variegata**.

3.2.1.1. Scaglia Variegata

Questa formazione è costituita da una alternanza di strati marnosi e marnoso calcarei di spessore compreso tra i 5 e i 25 centimetri, con noduli di selce e intercalazioni di calcari micritici. Il colore è variabile tra il bianco-grigio-verdastro e il rosso, con strati a volte alternati dell'uno o dell'altro colore. Il passaggio alla Scaglia Rossa sottostante è estremamente graduale ed è molto difficile valutare il limite tra le due formazioni. L'età è compresa tra l'Eocene medio e l'Eocene superiore, lo spessore è compreso tra i 20 e i 40 metri.

3.2.1.2. Scaglia Cinerea

La formazione è costituita da alternanze di calcari marnosi, marne calcaree, marne argillose di colore grigio-verdastro. Il contenuto argilloso tende ad aumentare verso l'alto, mentre la parte inferiore è caratterizzata da una maggiore presenza di calcari e da un colorito più rossastro. Il clivaggio, che rende caratteristici ("scagliosi") i frammenti rocciosi più consistenti è molto fitto e spesso oblitera la stratificazione. Sul terreno, ove è posta a contatto tettonico con lo Schlier, non è sempre facile distinguere la Scaglia Cinerea da tale formazione in assenza di unità intermedie. Lo spessore di questa formazione è compreso tra 90 e 250 metri, l'età è Eocene superiore – Oligocene superiore.

3.2.1.3. Bisciario

Tale unità è costituita da alternanze di calcari e calcari marnosi di colore variabile tra il grigio scuro e il chiaro, con noduli e strati di selce nerastra. In alterazione il colore dominante è l'ocra. All'interno della formazione sono caratteristici i livelli vulcanoclastici. Le porzioni più fini tendono anch'esse ad un colore giallastro, probabilmente dovuto a processi di alterazione. I livelli ed i noduli di selce nera, caratteristica particolare della formazione, si concentrano negli strati calcarei. La formazione del Bisciario, posta tra due livelli argilloso-marnosi, molto più erodibili, ha un risalto morfologico sempre riconoscibile sul terreno. L'età è riferibile all'Aquitaniense – Burdigaliano, mentre lo spessore massimo è di circa 120 metri, anche se in genere non supera gli 80.

3.2.1.4. Schlier

La formazione dello **Schlier** (Burdigaliano - Messiniano inferiore) è costituita da alternanze di marne, marne calcaree e argillose di colore grigio azzurro e da calcari marnosi biancastri. La stratificazione è medio-sottile, non sempre riconoscibile a causa del caratteristico clivaggio convesso che non consente di riconoscerla.

Lo spessore è variabile, intorno ai 300 metri, l'età del letto della formazione, comune a tutta la sequenza è assegnata al Langhiano, mentre il tetto è di età variabile, poiché l'inizio della

sedimentazione torbidityca della marnoso – arenacea varia all'interno dei vari bacini implicati nell'orogenesi appenninica, mentre altrove continuava la tranquilla deposizione dello Schlier. Gli orizzonti calcarei sono più scuri e tendono ad essere neri o ocra in alterazione.

3.2.1.5. Marnoso Arenacea

La formazione della **Marnoso Arenacea** si colloca nel Serravalliano-Tortoniano basale e il suo spessore varia tra i 200 e i 400 m. Questa Formazione, a carattere torbidityco, è costituita da un'alternanza di livelli pelitico-arenacei con una netta prevalenza dei primi sui secondi, formati da marne, marne calcaree, marne argillose, marne siltose e da arenarie arenarie siltose e siltiti arenacee.

In superficie questa formazione si presenta, a causa dell'alterazione per ossidazione, di colore giallo ocra, mentre in profondità il colore, desunto dalle carote di perforazione, è grigio con varie tonalità legate alla granulometria. Infatti, i termini prettamente arenacei si presentano grigio chiaro, mentre quelli marnosi sono decisamente più scuri. In affioramento inoltre, i passaggi tra le due diverse granulometrie si evidenziano molto bene, in quanto le peliti presentano acclività più modeste e forme più dolci grazie alla loro minor resistenza all'erosione, più aspre sono invece le forme legate al materiale arenaceo.

3.2.1.6. Arenarie di Urbania

Questa formazione è costituita da arenarie, a volte conglomeratiche, in banconi massicci, anche di 30-50 metri, con cogoli e stratificazione non sempre evidente e livelli pelitici. I banchi di arenaria presentano eteropie con i livelli più fini. Il limite con la formazione sottostante è netto ed erosionale. L'età di questa formazione è compresa tra il Serravalliano superiore e il Tortoniano superiore.

3.2.1. DEPOSITI CONTINENTALI QUATERNARI

Il percorso stradale in oggetto attraversa per un buon tratto i depositi alluvionali del Fiume Metauro e dei suoi affluenti. Tali depositi sono costituiti da alluvioni recenti terrazzate, da materiale di alveo e di golena. Ad esse si associano alcune grandi conoidi dei corsi d'acqua minori, le frane attuali e recenti, i detriti di versante (eluvium e colluvium). Generalmente il passaggio tra le alluvioni ed il bedrock non è mai netto, ma è caratterizzato da uno spessore variabile di formazione alterata. Le alluvioni antiche, terrazzate, sono costituite da clasti embricati con intercalati livelli sabbiosi. Le alluvioni recenti ed attuali sono caratterizzate da ciottoli misti a sabbia e argilla, il loro spessore oscilla da pochi metri fino all'ordine dei 10.

I sondaggi mettono in evidenza la natura dei detriti di falda, caratterizzata da materiale sabbioso-limoso, a volte più argilloso, con frammenti arenacei, ed il loro spessore (da qualche metro fino ad un massimo di 20).

I depositi di conoide sono costituiti da depositi grossolani di materiale calcareo derivanti dai litotipi della Scaglia Rossa e Scaglia Variegata, affioranti ad alcuni chilometri di distanza. Questo materiale si deposita allo sbocco di torrenti ed assume una tipica forma a ventaglio.

Il materiale che costituisce i depositi di frana è variegato e rispecchia la natura del materiale in movimento, può essere di natura argilloso limosa con una ridotta frazione sabbiosa, oppure avere una prevalenza sabbiosa, raramente risultano costituite da blocchi. In corrispondenza del tracciato del presente lotto questo tipo di deposito si ritrova sia in destra che sinistra idrografica del fiume Metauro, in prossimità della fine del tratto.

4. LINEAMENTI GEOMORFOLOGICI

Il tracciato di progetto corre nella piana del Metauro e al di sopra delle colline in destra idrografica del Fiume Metauro, nei dintorni della città di Urbania, per poi attraversare il fiume nella sua parte conclusiva.

La larghezza della valle principale aumenta nella parte terminale del lotto in concomitanza del cambio di litologia dominante.

PROGETTAZIONE ATI:

Il territorio presenta ambienti caratterizzati dai depositi fluviali e dalla morfologia collinare, il cui aspetto dipende dalla litologia degli ammassi rocciosi e dall'assetto tettonico.

I settori pedemontani e collinari sono i territori nei quali, anche in virtù del degrado della copertura forestale e dell'utilizzo agricolo delle superfici, s'instaurano forme e processi di erosione idrica superficiale. Le coltri colluvio-detritiche favoriscono l'insediamento di attività agricole il cui impianto è generalmente associato a forme di terrazzamento artificiale delle superfici. Le pendenze spesso elevate e favoriscono l'attivazione di fenomeni di erosioni idrica superficiale, tipo gully e rill erosion. I termini appartenenti alle formazioni substrato, costituito dai depositi torbiditici arenacei e marnosi, contrassegnano un paesaggio collinare caratterizzato da rilievi con pendenze talora sostenute che sono talora interessati da fenomeni di instabilità di versante.

La formazione più resistente all'azione meccanica delle acque sono le Arenarie di Urbania, si presentano con forme massicce, numerosi affioramenti, pareti verticali, valli incise. Gli affluenti del Metauro, in concomitanza dell'affioramento di tale unità si incassano tra le pareti rocciose, con la formazione di profondi canyon con scalzamento al piede del versante e conseguente crollo di blocchi. La formazione, affiorante essenzialmente in una lunga fascia che attraversa tutta l'area oggetto dello studio, si presenta con una serie di colline con affioramenti di colore bruno visibili a distanza. La maggiore resistenza meccanica rispetto alle unità di tetto e letto, costituite da tipi pelitico-arenacei, rende le forme impostate sulle Arenarie di Urbania, nella sua facies arenacea, particolarmente aspre e quindi riconoscibili sul terreno.

La formazione Marnoso – Arenacea, costituita da alternanze pelitico – arenacee, presenta una morfologia collinare più dolce, con valli ampie, scarsi affioramenti rocciosi. La formazione dello Schlier ha un comportamento analogo, caratterizzata da una maggiore erodibilità.

I movimenti franosi sono numerosi e attivi sui sia nei litotipi marnosi che in corrispondenza delle Arenarie di Urbania. Alcune frane attraversano il tracciato stradale e interessano gli imbocchi delle gallerie.

5. LINEAMENTI IDROGEOLOGICI

Le formazioni geologiche affioranti nell'area in esame possiedono caratteristiche idrogeologiche alquanto diverse. Alla permeabilità primaria dei depositi alluvionali si contrappone la permeabilità di tipo secondario mostrata dalle formazioni flyshioidi.

La permeabilità come sopra definita ha significato puramente qualitativo e si basa su considerazioni dettate dall'esperienza. In questi terreni valutazioni di carattere quantitativo si potranno ottenere prevalentemente con prove in situ.

Il ruscellamento è diffuso sopra alle formazioni argillose, mentre sui litotipi arenaci e carbonatici i corsi d'acqua sono meno numerosi. Bisogna anche considerare l'intervento antropico, che ha "risparmiato" i versanti più resistenti, tuttora coperti di boschi, mentre i più teneri sono coltivati. Dove i litotipi sono più resistenti si hanno inoltre profonde incisioni fluviali, a volte di decine di metri, mentre sui litotipi argillosi alla dolcezza delle forme si associano corsi d'acqua con scarse pendenze.

A dominare la rete idrografica resta comunque il fiume Metauro ed i suoi terrazzi antichi e recenti.

Un'altra forma estremamente diffusa è costituita dalle conoidi alluvionali

In rapporto alla permeabilità dei litotipi sono state identificate 3 categorie, denominate terreni a permeabilità alta, terreni a permeabilità intermedia, terreni a permeabilità bassa o assente.

Alla prima categoria vanno associate le litologie permeabili per la loro stessa natura, vale a dire i depositi sabbiosi, ma anche i depositi terrazzati, i detriti di falda e alluvionali. Vanno inoltre considerate in questa categoria quelle formazioni con elevata permeabilità secondaria, derivata da un'intensa stratificazione o disturbo tettonico, con faglie, fratture, scorrimenti e pieghe.

Alla seconda categoria appartengono litologie con una bassa permeabilità primaria o al massimo media, a cui si aggiunge però una certa permeabilità secondaria derivante da fratturazione o tettonica.

Alla terza categoria appartengono la maggior parte delle unità affioranti nella regione di studio. Ad essa sono da associare le litologie praticamente impermeabili, costituite da unità in prevalenza argillose che non permettono l'assorbimento di acque meteoriche e che non costituiscono acquiferi. Tali litologie sono anche le più erodibili e morfologicamente dolci. Spesso si presentano con forme calanchive.

I livelli piezometrici sono stati misurati in alcuni piezometri installati nei fori di sondaggio. Data l'esiguità dei dati non è stato possibile realizzare una carta delle isopieze.

Si può comunque considerare una falda quasi sempre prossima al p.c. sia nelle aree di fondovalle nel tratto iniziale del lotto, che negli accumuli di frana o nei depositi di versante. Si è infatti misurata, nelle aree di pianura, una profondità di falda variabile tra i 0 e i 6 metri dal piano campagna. Anche nelle coltri detritiche si hanno valori di falda al p.c., in particolare nelle letture dei piezometri Casagrande, con celle poste a profondità maggiori rispetto ai piezometri a tubo aperto, interessanti in genere la sola coltre superficiale. Le misure effettuate sui versanti acclivi hanno invece fornito valori più variabili, legati alla presenza di accumuli detritici e all'assetto strutturale degli ammassi, comunque con falda sempre vicina alla superficie, probabilmente a causa della relativa permeabilità degli ammassi arenacei. Nel tratto finale del lotto si è invece notato un approfondimento del livello piezometrico nonostante il tracciato corra nella piana alluvionale del Metauro.

Lungo il tracciato del lotto e nelle aree immediatamente vicine sono state identificate numerose sorgenti, sia temporanee che perenni. In particolare, possono essere distinte le sorgenti poste in corrispondenza dei corpi detritici che bordano i versanti, sia stabili che franosi, le sorgenti presenti nelle piane alluvionali, le sorgenti in roccia, peraltro tutte di modesta portata.

6. CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Per la definizione delle caratteristiche dei terreni interessati dal tracciato del lotto 7 sono state effettuate le indagini geognostiche con prove in sito e le prove di laboratorio, fornite in allegato. Le gallerie del lotto attraversano terreni appartenenti alla formazione Marnoso Arenacea e alle Arenarie di Urbania. In definitiva si tratta di due facies differenti di unità flyscioidi, una marcatamente pelitica con livelli arenacei, l'altra con predominanza delle componenti arenacee sulle pelitiche. Le caratteristiche meccaniche dei due litotipi sono quindi diverse, legate alla differente presenza di arenarie.

La tettonizzazione degli ammassi appare scarsa, probabilmente a causa della natura tendenzialmente plastica delle formazioni, che evita una fitta fratturazione prismatica degli strati, anche di quelli più competenti.

Come già accennato, una buona parte del tracciato interessa la piana alluvionale del Metauro e le conoidi dei suoi affluenti, con spessori di copertura variabili a seconda della posizione rispetto al corso attuale del fiume. Le stratigrafie dei sondaggi e le prove penetrometriche hanno individuato terreni ghiaiosi con lenti sabbiose e limose, a comportamento meccanico decisamente inferiore.

6.1. INDAGINI

Di seguito sono riassunti i risultati delle indagini geofisiche realizzate nelle campagne indagini pregresse (campagna 1998) e in quella del progetto definitivo (2019-20) utili ai fini della caratterizzazione sismica dell'area di progetto.

6.1.1. INTERPRETAZIONE INDAGINI SISMICHE

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, la Normativa Italiana (D.M. 17/01/2018), prevede la valutazione della risposta sismica locale mediante specifiche analisi come definite al §7.11.3 del D.M. 17/01/2018, oppure in assenza di tali analisi, attraverso un approccio semplificato che si basa sulla individuazione di categorie di sottosuolo, come riportato nella Tabella 6-1.

Categoria	Descrizione
A	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
B	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.
C	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.
D	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
E	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.

Tabella 6-1 Categorie sismiche dei terreni per le quali è utilizzabile la procedura semplificata

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio $V_{S,eq}$ (in m/s), definita dall'espressione:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

con:

- h_i spessore dell'i-esimo strato;
- $v_{S,i}$ velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;
- N numero di strati;
- H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da VS non inferiore a 800 m/s.

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{S,eq}$ è definita dal parametro $V_{S,30}$, ottenuto ponendo $H=30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

6.1.2. CAMPAGNA INDAGINI 1998

Nella campagna indagine del 1998 sono stati eseguiti n°3 prove sismiche Down Hole per le quali è stato rielaborato il dato in funzione delle NTC 2018.

Sondaggio	Prova	Lunghezza del tratto di prova (m da p.c.)	$V_{s,eq}$ (m/s) (NTC2018)	Categoria di fondazione NTC2018
S44	Down Hole	70	341	E
S47	Down Hole	55	290	E

PROGETTAZIONE ATI:

S52	Down Hole	30	333	E
-----	-----------	----	-----	---

Tabella 6-2 Vseq delle indagini sismiche della campagna 1998

In funzione dei dati riportati nell'elaborato T00GE00GEORE04 per i down hole S44, S47 e S52 sono state considerate rispettivamente profondità del bedrock sismico a 24 m, 14 m e 17 m.

6.1.3. CAMPAGNA INDAGINI PROGETTO DEFINITIVO

Nella campagna indagini del progetto definitivo sono stati eseguiti n°2 prove sismiche Down Hole e n°6 prove sismiche MASW

Sondaggio	Prova	Lunghezza del tratto di prova (m da p.c.)	V _{s,eq} (m/s) (NTC2018)	Categoria di fondazione NTC2018
S03dh	Down Hole	35	541	B
S17dh	Down Hole	35	465	B
MW01	MASW	60	361	B
MW02	MASW	60	430	B
MW03	MASW	60	316	C
MW04	MASW	60	364	B
MW05	MASW	60	365	B
MW06	MASW	60	389	B

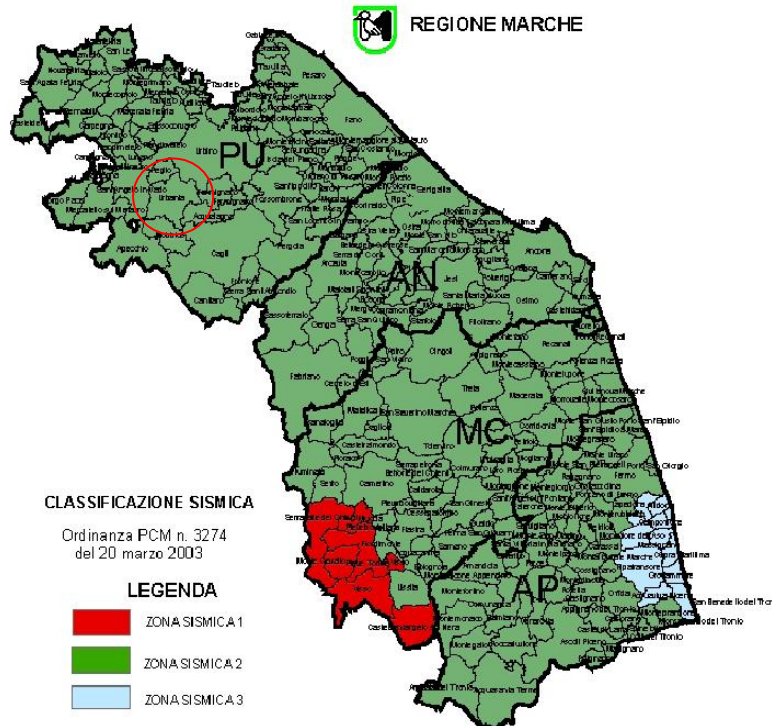
Tabella 6-3 Vseq delle indagini sismiche della campagna del PD

Nell'elaborato T00GE00GEORE10 sono riportate le analisi e le metodologie di acquisizione ed elaborazione delle prove sismiche relative alla campagna indagine del progetto definitivo.

7. INQUADRAMENTO SISMICO

7.1. CLASSIFICAZIONE SISMICA

Il Comune di Urbania è inserito, in **Zona Sismica 2** ($ag = 0,15-0,2 g$) “Zona con pericolosità sismica media dove possono verificarsi forti terremoti” (Ordinanza del Consiglio dei Ministri n.3274 del 20 marzo 2003 e della successiva Delibera della Giunta regionale Marche n.1046 del 29/07/2003 e successive modifiche).



7.2. PERICOLOSITÀ SISMICA

Per quanto riguarda la pericolosità sismica, della quale si riporta la mappa della Regione Marche, essa è intesa in senso probabilistico come lo scuotimento del suolo atteso in un dato sito con una certa probabilità di eccedenza in un dato intervallo di tempo, ovvero la probabilità che un certo valore di scuotimento si verifichi in un dato intervallo di tempo.

Questo tipo di stima si basa sulla definizione di una serie di elementi di input (quali catalogo dei terremoti, zone sorgente, relazione di attenuazione del moto del suolo, ecc.) e dei parametri di riferimento (per esempio: scuotimento in accelerazione o spostamento, tipo di suolo, finestra temporale, ecc.).

Gli studi di pericolosità sono utilizzati, tra gli altri, nelle analisi di sito, per localizzare opere critiche dal punto di vista della sicurezza, del rischio o dell'importanza strategica. Valutare la pericolosità significa, in questo caso, stabilire la probabilità di occorrenza di un terremoto di magnitudo (o Pga) superiore al valore di soglia stabilito dagli organi politici/decisionali, portando all'eventuale scelta di aree diverse.

Con l'OPCM n. 3519 del 28.04.2006 è stata approvata la “Mappa di pericolosità sismica del territorio Nazionale” espressa in termini di accelerazione massima al suolo (ag_{max}).

PROGETTAZIONE ATI:

Poiché l'INGV fornisce mappe di pericolosità sismica ricavate fissando un periodo di riferimento V_R pari a 50 anni ($V_n = 50$ anni, $C_u=1$), è stato necessario calcolare la probabilità di superamento P_{VR} in 50 anni per una costruzione di classe d'uso IV ($C_u=2$).

Il periodo di ritorno T_R allo stato limite SLV ($P_{VR} = 10\%$), calcolato secondo le prescrizioni contenute al paragrafo 3.2.1 delle NTC18, per una costruzione avente un periodo di riferimento $V_R=100$ anni risulta essere:

$$\underline{T_{R100} = 949 \text{ anni}}$$

È possibile calcolare la probabilità di superamento P_{VR} fissando un periodo di ritorno $T_R = 949$ anni e un periodo di riferimento $V_R = 50$ anni mediante la seguente formula:

$$P_{VR} = 1 - e^{\left(-\frac{50 \text{ anni}}{T_{R100}}\right)} = 5,132 \%$$

Si riporta di seguito la mappa di pericolosità sismica espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 5% in 50 anni riferita a suoli molto rigidi ($V_s > 800$ m/sec). Il valore di "ag" per il Comune di Urbania varia da 0,225g a 0.250g.

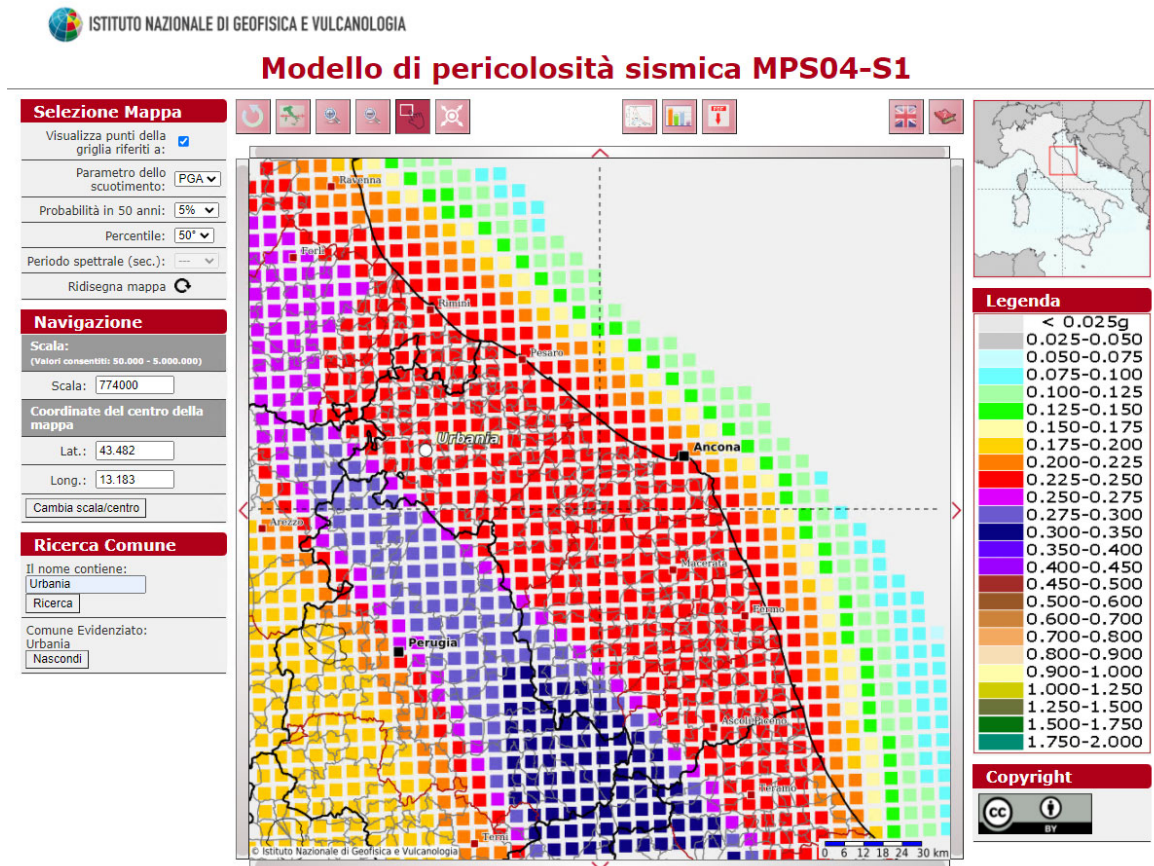
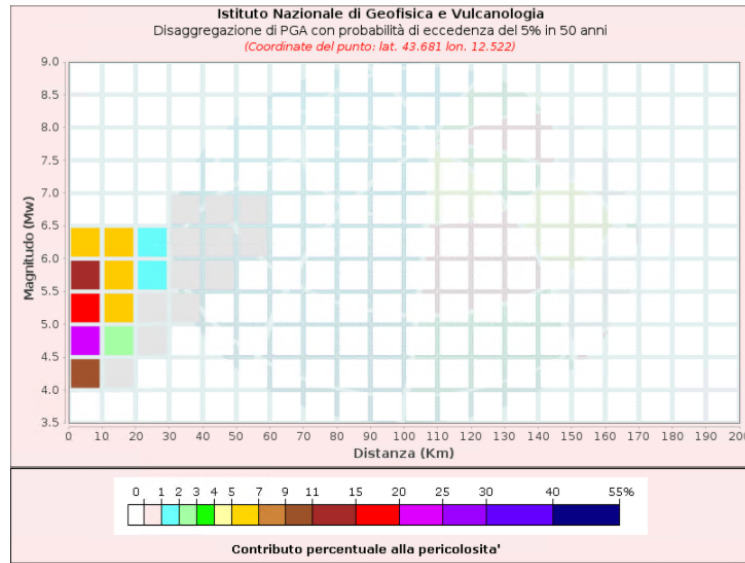


Figura 7-1 Valori di pericolosità sismica per il comune di Urbania.



Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 5% in 50 anni
(Coordinate del punto: lat. 43.681 lon. 12.522)

Distanza (Km)	Magnitudo (Mw)										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.0000	9.8100	23.9000	19.7000	13.7000	6.8300	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	0.4820	2.9200	5.4900	6.9000	5.4300	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	0.0000	0.0059	0.4450	1.7000	1.9200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	0.0000	0.0000	0.0063	0.2480	0.4690	0.0023	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0143	0.0570	0.0032	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0010	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
100-110	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
110-120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
120-130	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
130-140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
140-150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
150-160	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
160-170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
170-180	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
180-190	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
190-200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Valori Medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
5.28	7.82	0.993

7.3. Sismicità storica

La sismicità storica dell'area interessata dall'opera in progetto sono stati consultati i database disponibili presso il sito INGV:

- Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani 2015 (CPTI15), redatto dal Gruppo di lavoro CPTI 2015 dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). Questo catalogo fornisce dati parametrici omogenei, sia macrosismici, sia strumentali, relativi ai terremoti

PROGETTAZIONE ATI:

con intensità massima ≥ 5 o magnitudo ≥ 4.0 d'interesse per l'Italia nella finestra temporale 1000-2014

- DataBase Macrosismico Italiano 2015 (DBMI15), realizzato dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). Fornisce un set omogeneo di intensità macrosismiche provenienti da diverse fonti relativo ai terremoti con intensità massima ≥ 5 e d'interesse per l'Italia nella finestra temporale 1000-2014.

12/10/2020

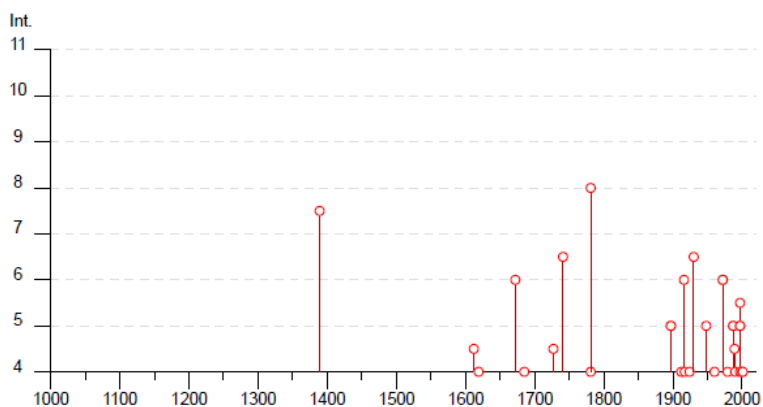
CPT115-DBMI15 - Urbania

Urbania

PlaceID IT_51019
 Coordinate (lat, lon) 43.668, 12.523
 Comune (ISTAT 2015) Urbania
 Provincia Pesaro e Urbino
 Regione Marche
 Numero di eventi riportati 52

Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
7-8	1389	10	18				Alta Valtiberina	9	9	6.03
F	1599	11	06	01	25		Valnerina	20	9	6.07
4-5	1612	10	14				Appennino umbro-marchigiano	7	7	5.11
4	1619	07	07	22			Aquilano	5	7-8	5.33
6	1672	04	14	15	45		Riminese	92	8	5.59
4	1685						Valle del Metauro	2	4-5	3.93
4-5	1727	12	14	19	45		Valle del Metauro	32	7	5.24
6-7	1741	04	24	09	20		Fabrianese	135	9	6.17
4	1781	04	04	21	20		Faentino	96	9-10	6.12
8	1781	06	03				Cagliese	157	10	6.51
3	1781	07	17	09	40		Faentino	46	8	5.61
3	1875	03	17	23	51		Costa romagnola	144	8	5.74
3	1892	11	21				Alta Valtiberina	22	5-6	4.25
3-4	1897	06	24	19	04		Apecchio	27	5	4.34
5	1897	09	21				Marche settentrionali	44	7	5.40
5	1897	12	18	07	24	2	Alta Valtiberina	132	7	5.09
NF	1904	09	02	11	21		Maceratese	59	5-6	4.63
NF	1904	11	17	05	02		Pistoiese	204	7	5.10
2-3	1909	08	25	00	22		Crete Senesi	259	7-8	5.34
4	1912	05	11	05	14		Cagliese	11	4-5	3.96
6	1916	05	17	12	50		Riminese	132	8	5.82
4	1917	04	26	09	35	5	Alta Valtiberina	134	9-10	5.99
4	1924	01	02	08	55	1	Senigallia	76	7-8	5.48
6-7	1930	10	30	07	13		Senigallia	268	8	5.83
5	1948	06	13	06	33	3	Alta Valtiberina	142	7	5.04
4	1960	12	08	05	38	0	Montefeltro	9	5	4.16
6	1972	02	04	02	42	1	Costa anconetana	75		4.57
6	1972	02	04	09	18	3	Costa anconetana	56		4.36
NF	1972	11	26	16	03		Marche meridionali	73	8	5.48
2-3	1973	04	19	17	41	3	Pietralunga	22	7	4.61
4	1979	09	19	21	35	3	Valnerina	694	8-9	5.83
NF	1980	11	23	18	34	5	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.81
5	1987	07	03	10	21	5	Costa Marchigiana	359	7	5.06

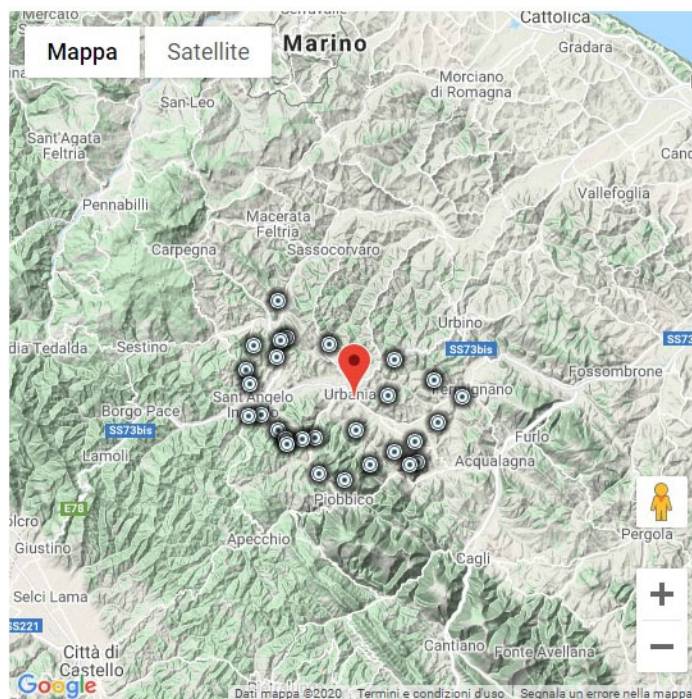
PROGETTAZIONE ATI:



Località vicine (entro 10km)

Località	EQs	Distanza (km)
Santa Cecilia della Stretta	1	3
Peglio	22	4
Santa Maria in Spinateci	1	4
Orsaiola	1	4
San Lorenzo in Torre	1	6
Santa Maria Repuglie	1	7
Paganica	1	7
Ca' Magagno	1	7
Pieve di Selvanera	1	7
San Martino in Selvanera	1	7
San Lorenzo in Canfiagio	1	7
Frontino di Naro	1	7
Montiego	1	8
Ravignana Vecchia	1	8
Santa Maria dei Medici	1	8
Farneta	1	8
San Vincenzo di Candigliano	1	8
San Pietro in Metola	1	9
Pieve d'Accinelli	1	9
Piobbico	34	9
Monte l'Abbate	1	9
Sant'Angelo in Vado	42	9
Naro	1	9
Sorbetolo	1	9
Silvano	1	9
Lunano	16	9
San Macario in Valdimete	1	9
San Cristoforo	1	10

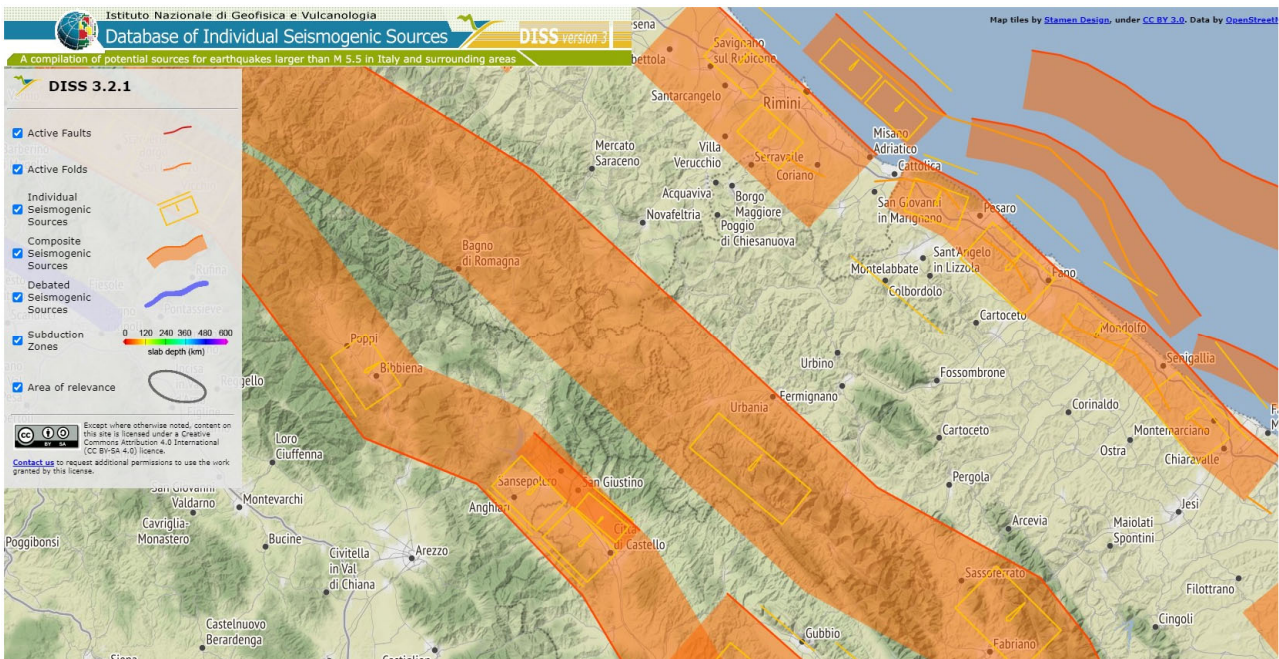
PROGETTAZIONE ATI:



PROGETTAZIONE ATI:

7.4. ASPETTI SISMOGENETICI

Le sorgenti sismogenetiche italiane sono raccolte in un Database (DISS Working Group, 2018), esso comprende un repository georiferito di informazioni di natura sismotettonica. Con il termine sismotettonica si intende il settore disciplinare che si interessa dei rapporti tra la geologia, la tettonica attiva e la sismicità di una data area, e che ha come obiettivo principale l'individuazione delle strutture che generano terremoti – le sorgenti sismogenetiche – e la stima del loro potenziale. L'obiettivo è di simulare in modo accurato, e quindi, in qualche modo, di "prevedere", la distribuzione dello scuotimento del terreno che verrà determinato da un forte terremoto del futuro. Lo scuotimento è in assoluto il principale responsabile del danneggiamento subito dalle opere dell'uomo come le vie di comunicazione e le reti di servizi in occasione di un forte evento sismico e le tecniche di simulazione dello scuotimento del terreno sono oggi alla base dei codici per il calcolo della pericolosità sismica e si avvalgono di dati che descrivono dal punto di vista geologico le faglie in grado di generare forti terremoti.



L'area di Urbania è situata lungo una sorgente sismogenetica composta ITCS027 attiva. Le sorgenti sismogenetiche composite rappresentano aree molto estese all'interno delle quali vi sussistono sorgenti sismogenetiche minori associate a specifici terremoti storici.

PROGETTAZIONE ATI:

GENERAL INFORMATION

DISS-ID	ITCS027
Name	Bore-Montefeltro-Fabriano-Laga
Compiler(s)	Burrato P.(1), Mariano S.(1)
Contributor(s)	Burrato P.(1), Mariano S.(1)
Affiliation(s)	1) Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia; Sismologia e Tettonofisica; Via di Vigna Murata, 605, 00143 Roma, Italy
Created	08-Jan-2005
Updated	17-May-2012
Display map ...	
Related sources	ITIS058 ITIS047 ITIS048 ITIS049 ITIS055 ITIS135

PARAMETRIC INFORMATION

PARAMETER	QUALITY	EVIDENCE	
Min depth [km]	12.0	OD	Based on structural geology and geodynamic constraints.
Max depth [km]	22.0	OD	Based on structural geology and geodynamic constraints.
Strike [deg] min... max	90...160	OD	Based on geological constraints and structural geology.
Dip [deg] min... max	20...55	OD	Based on geological constraints and structural geology.
Rake [deg] min... max	70...110	EJ	Inferred from geological data.
Slip Rate [mm/y] min... max	0.1...0.5	EJ	Unknown, values assumed from geodynamic constraints.
Max Magnitude [Mw]	6.2	OD	Derived from maximum magnitude of associated individual source(s).

LD=LITERATURE DATA; OD=ORIGINAL DATA; ER=EMPIRICAL RELATIONSHIP; AR=ANALYTICAL RELATIONSHIP; EJ=EXPERT JUDGEMENT;

ACTIVE FAULTS

ACTIVE FOLDS

7.5. MICROZONAZIONE SISMICA LOCALE

Il Comune di Urbania si è dotato di uno studio di microzonazione Sismica di livello 1. Lo studio di Microzonazione Sismica di Livello 1 (MS1) rappresenta un livello propedeutico ai successivi studi di MS, che consiste in una raccolta organica e ragionata di dati di natura geologica, geofisica e geotecnica e delle informazioni preesistenti e/o acquisite appositamente al fine di suddividere il territorio in microzone qualitativamente omogenee dal punto di vista del comportamento sismico. Tale approfondimento è finalizzato alla realizzazione della Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS). La carta delle MOPS è di estrema importanza ai fini delle scelte di pianificazione territoriale, rappresentando uno strumento che consente di dare informazioni sintetiche ottenute dalla sovrapposizione di informazioni di dati geologici, geomorfologici, geotecnici e geofisici attraverso la suddivisione del territorio in zone che presentano un medesimo potenziale di suscettibilità o meno a fenomeni di amplificazione locale indotto dal sisma. La carta evidenzia perciò ambiti omogenei dove si può prevedere l'occorrenza di diversi tipi di effetti prodotti dall'azione sismica come amplificazioni, instabilità e liquefazione. A tal fine, oltre all'acquisizione di ogni informazione esistente finalizzata alla conoscenza del territorio sotto il profilo geologico e geomorfologico, risulta indispensabile acquisire tutti gli elementi per una ricostruzione e successiva rappresentazione del modello geologico-tecnico di sottosuolo, sia in termini di geometrie sepolte e di spessori delle litologie presenti, sia in termini di parametrizzazione dinamica del terreno principalmente in relazione alla misura diretta delle Vsh (velocità di propagazione delle onde di taglio polarizzate orizzontalmente). Lo studio di MS ha permesso l'individuazione delle seguenti zone omogenee:

- Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali: sono state evidenziate n.12 zone stabili suscettibili di amplificazioni locali; ad ognuna di tali zone è stato associato un identificativo numerico univoco progressivo ed un codice alfanumerico (da 2001 a 2012) che descrive la tipologia di zona sulla base della relativa successione stratigrafica e ne permette

PROGETTAZIONE ATI:

l'identificazione su carta. Il numero apparentemente elevato di zone è dovuto essenzialmente alla presenza di due diverse litologie di substrato al di sotto dei sedimenti alluvionali e/o di versante (le varie Formazioni del Bisciario, Schlier, Marnoso - Arenacea e Colombacci indicate come "Alternanza di litotipi stratificata - ALS" e il membro delle Arenarie di Urbania, indicato come "Granulare cementato - GR"). L'area in esame è caratterizzata da una serie di fasce più o meno parallele alla lunghezza della valle, aventi situazioni stratigrafiche i cui limiti risultano assai difficoltosi da definire per il sovrapporsi ed il ripetersi lungo il tempo di situazioni deposizionali diverse ma litologicamente simili tra loro.

- Zone di attenzione per instabilità: Lo studio di Microzonazione individua e perimetra numerose zone che, sulla base delle informazioni pregresse raccolte e dei rilievi effettuati, sono risultate potenzialmente suscettibili di instabilità, ma che in questo livello di studio non possono essere classificate come effettivamente tali; per tali zone è stato usato il termine "Zona di attenzione" e per le quale si ritiene necessario un approfondimento di indagine ulteriore per verificarne l'effettiva instabilità. In totale sono state riscontrate, su tutto il territorio comunale, 44 aree di attenzione per instabilità di versante, e sono state rilevate 3 aree di attenzione per liquefazione di tipo 1.

8. SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO IN ACCELERAZIONE LOCALE

Per la valutazione dello spettro di risposta elastico (componente orizzontale e componente verticale) dell'area investigata si è fatto riferimento alle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2018).

8.1. AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA

Per tener conto delle condizioni topografiche si utilizzano i valori del coefficiente topografico S riportati nella tabella seguente in funzione delle categorie topografiche e dell'ubicazione dell'opera o dell'intervento. La variazione spaziale del coefficiente di amplificazione topografica è definita da un decremento lineare con l'altezza del pendio o rilievo, dalla sommità o cresta fino alla base, dove ST assume valore unitario.

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 $i > 30^\circ$

Tabella 8-1 – Categorie topografiche

Categoria Topografica	Ubicazione dell'opera	ST
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

Tabella 8-2 - Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica ST (la variazione spaziale di ST è definita da un decremento lineare con l'altezza del pendio o rilievo dalla sommità fino alla base dove ST=1,0).

Nella tabella successiva vengono riportate le categorie topografiche in funzione della progressiva chilometrica.

Tabella 8-3 Tabella riassuntiva categorie topografiche.

da prog	a prog.	Opera	Categoria topografica
0+000,00	0+450,00	Rilevato	T1
0+450,00	0+500,00	Trincea	T1
0+500,00	0+525,00	Ponte	T1
0+525,00	0+705,90	Trincea	T1
		Strada locale n. 1	T1
	0+705,90	Imbocco Nord-Ovest galleria artificiale il Monte	T1
0+705,90	0+732,35	Galleria artificiale Nord-Ovest il Monte	-
0+737,85	1+465,55	Galleria naturale il Monte	-
1+465,55	1+486,04	Galleria artificiale Sud-Est il Monte	
	1+486,04	Imbocco Sud-Est galleria il Monte	T2(St=1,1)
1+486,04	1+510,00	Trincea	T1
1+510,00	1+717,55	Viadotto S. Eracliano	T1
	1+717,55	Imbocco Nord-Ovest galleria Urbania 1	T2(St=1,0)
1+717,55	1+800,00	Galleria artificiale Nord-Ovest Urbania 1	-
1+800,00	2+403,83	Galleria naturale Urbania 1	-
2+403,83	2+424,99	Galleria artificiale Sud-Est Urbania 1	-
	2+424,99	Imbocco Sud-Est galleria Urbania 1	T2(St=1,0)
2+424,99	2+632,99	Ponte Santa Caterina	T1
	2+632,99	Imbocco Nord-Ovest galleria Urbania 2	T1
2+632,99	2+654,56	Galleria artificiale Nord-Ovest Urbania 2	-
2+654,56	3+357,82	Galleria naturale Urbania 2	-
3+357,82	3+394,93	Galleria artificiale Sud-Est Urbania 2	-
	3+394,93	Imbocco Sud-Est galleria Urbania 2	T1
3+394,93	3+650,00	Ponte Venturello	T2
3+650,00	3+750,00	Rilevato	T1
3+750,00	3+909,94	Trincea	T1
	3+909,94	Imbocco Nord-Ovest galleria Urbania 3	T1
3+909,94	3+978,68	Galleria artificiale Nord-Ovest Urbania 3	-
3+978,68	4+539,82	Galleria naturale Urbania 3	-
4+539,82	4+600,05	Galleria artificiale Sud-Est Urbania 3	-
	4+600,05	Imbocco Sud-Est galleria Urbania 3	T1
4+600,05	4+800,00	Trincea	T1

PROGETTAZIONE ATI:

da prog	a prog.	Opera	Categoria topografica
4+800,00	5+320,00	Rilevato	T1
5+320,00	5+420,00	Ponte Cerreto	T2
5+420,00	5+800,00	Rilevato	T1
5+800,00	6+025,00	Ponte Metauro 3	T2
6+025,00	6+057,78	Rilevato – Rotatoria SP Meaurense n.4	T1

8.2. AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA

Per sottosuolo di categoria **A** i coefficienti S_S e C_C valgono 1. Per le categorie di sottosuolo **B, C, D** ed **E** i coefficienti S_S e C_C possono essere calcolati, in funzione dei valori di F_0 e T_C^* relativi al sottosuolo di categoria **A**, mediante le espressioni fornite nella tabella seguente, nelle quali $g = 9,81$ m/s² è l'accelerazione di gravità e T_C^* è espresso in secondi.

Categoria di sottosuolo	SS	CC
A	1.00	1.00
B	$1.00 \leq 1.40 - 0.40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1.20$	$1.10 \cdot (T_C^*)^{-0.20}$
C	$1.00 \leq 1.70 - 0.60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1.50$	$1.05 \cdot (T_C^*)^{-0.33}$
D	$0.90 \leq 2.40 - 1.50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1.80$	$1.25 \cdot (T_C^*)^{-0.5}$
E	$1.00 \leq 2.00 - 1.10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1.60$	$1.15 \cdot (T_C^*)^{-0.40}$

Tabella 8-4 - Valori dei coefficienti SS e Cc, per ciascuna categoria di sottosuolo

Per la definizione delle categorie del sottosuolo è fatto riferimento ai risultati delle indagini simiche attualmente in corso. Nella tabella seguente si riportano le categorie di sottosuolo in funzione delle progressive chilometriche.

Tabella 8-5 Tabella riassuntiva categorie di sottosuolo

da prog	a prog.	Opera	Categoria di sottosuolo
0+000,00	0+450,00	Rilevato	B
0+450,00	0+500,00	Trincea	B
0+500,00	0+525,00	Ponte	B
0+525,00	0+705,90	Trincea	B
		Strada locale n.1	B
	0+705,90	Imbocco Nord-Ovest galleria artificiale il Monte	B
0+705,90	0+732,35	Galleria artificiale Nord-Ovest il Monte	B
0+732,35	1+465,55	Galleria naturale il Monte	B
1+465,55	1+486.04	Galleria artificiale Sud-Est il Monte	B
	1+486.04	Imbocco Sud-Est galleria il	B

da prog.	a prog.	Opera	Categoria di sottosuolo
		Monte	
1+486,04	1+510,00	Trincea	B
1+510,00	1+717,55	Viadotto S. Eracliano	B
	1+717,55	Imbocco Nord-Ovest galleria Urbania 1	B
1+717,55	1+800,00	Galleria artificiale Nord-Ovest Urbania 1	B
1+800,00	2+403,83	Galleria naturale Urbania 1	E
2+403,83	2+424,99	Galleria artificiale Sud-Est Urbania 1	B
	2+424,99	Imbocco Sud-Est galleria Urbania 1	B
2+424,99	2+632,99	Ponte Santa Caterina	B
	2+632,99	Imbocco Nord-Ovest galleria Urbania 2	B
2+632,99	2+654,56	Galleria artificiale Nord-Ovest Urbania 2	B
2+654,56	3+357,82	Galleria naturale Urbania 2	E
3+357,82	3+394,93	Galleria artificiale Sud-Est Urbania 2	B
	3+394,93	Imbocco Sud-Est galleria Urbania 2	B
3+394,93	3+650,00	Ponte Venturello	B
3+650,00	3+750,00	Rilevato	B
3+750,00	3+909,94	Trincea	B
		Deviazione strada locale n.2	B
	3+909,94	Imbocco Nord-Ovest galleria Urbania 3	B
3+909,94	3+978,68	Galleria artificiale Nord-Ovest Urbania 3	B
3+978,68	4+539,82	Galleria naturale Urbania 3	-
4+539,82	4+600,05	Galleria artificiale Sud-Est Urbania 3	B
	4+600,05	Imbocco Sud-Est galleria Urbania 3	B
4+600,05	4+800,00	Trincea	E
4+800,00	5+320,00	Rilevato	B
5+320,00	5+420,00	Ponte Cerreto	B
5+420,00	5+800,00	Rilevato	B
5+800,00	6+025,00	Ponte Metauro 3	B
6+025,00	6+057,78	Rilevato – Rotatoria SP Meaurense n.4	B

PROGETTAZIONE ATI:

8.3. VITA NOMINALE

La vita nominale di progetto V_N di un'opera è convenzionalmente definita come il numero di anni nel quale è previsto che l'opera, purché soggetta alla necessaria manutenzione, mantenga specifici livelli prestazionali. I valori minimi di V_N da adottare per i diversi tipi di costruzione sono riportati nella tabella seguente; tali valori possono essere anche impiegati per definire le azioni dipendenti dal tempo.

TIPI DI COSTRUZIONI	Valori minimi di V_N (anni)
Costruzioni temporanee e provvisorie	10
Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

Tabella 8-6 - Valori minimi della Vita nominale V_N di progetto per i diversi tipi di costruzioni

Nel caso del presente intervento si considera "Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari";
 $V_N = 50$ anni.

8.4. Classe d'uso

In presenza di azioni sismiche, con lo scopo di valutare le conseguenze di una interruzione di operatività assegnata o di un eventuale collasso della struttura, le costruzioni sono catalogate in 4 classi d'uso a cui corrisponde un valore del coefficiente d'uso C_u per la definizione dell'azione sismica; in particolare, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise nelle classi d'uso così definite:

- *Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.*
- *Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.*
- *Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.*
- *Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.*

CLASSE D'USO				
Classe	I	II	III	IV
Coefficiente C_u	0.7	1	1.5	2

PROGETTAZIONE ATI:

Tabella 8-7 - Parametri per il calcolo del coefficiente d'uso (C_u).

All'opera in oggetto viene assegnato una Classe d'uso IV "Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica", a cui corrisponde un coefficiente d'uso:

$$\underline{C_u = 2.0}$$

8.5. PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA

Le azioni sismiche sulle costruzioni vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale di progetto V_N per il coefficiente d'uso C_u ; pertanto, con riferimento a quanto esposto ai paragrafi precedenti risulta che:

$$\underline{V_R = V_n \text{ (Vita nominale)} \times C_u \text{ (Classe d'uso)} = 50 \times 2.0 = 100 \text{ anni}}$$

9. STABILITÀ NEI CONFRONTI DELLA LIQUEFAZIONE

Per le unità E/C, CdF, ALL-LA, Sub_alt e Sub la verifica a liquefazione non è stata effettuata perché costituite da terreni a grana fine aventi fusi granulometrici esterni alle zone indicate da normativa per i depositi potenzialmente liquefacibili.

Per l'unità ALL-Gh, caratterizzata principalmente da terreni a grana grossa con fusi granulometrici ricadenti all'interno delle zone indicate da normativa per i terreni potenzialmente liquefacibili, si rimanda alle verifiche a liquefazione riportate nella relazione geotecnica (Elaborato T00GE00GETRE01).