



PROGETTO PSC SRL

Centro di Formazione e Certificazione Bureau Veritas
Laboratorio Prove nei Controlli Non Distruttivi

RELAZIONE DI PERIZIA
No. INT037_08_01_2016_rev0

PROVINCIA DI BOLOGNA

COMUNE DI MONTE SAN PIETRO

**VERIFICHE SISMICHE PRESSO SCUOLA SECONDARIA DI
PRIMO GRADO DI CALDERINO**

ALLEGATO G RELAZIONE GEOLOGICA

COMMITTENTE

COMUNE DI MONTE SAN PIETRO
PIAZZA DELLA PACE, 2
40050, MONTE SAN PIETRO (BO)

IL DIRETTORE TECNICO

Ing Francesco Leone



IL LEGALE RAPPRESENTANTE

ANDREA VALERIA TIMPANI

DATA

14/11/2018

PROTOCOLLO

PSC_VLN_1811329_rev0

ISO 9001
BUREAU VERITAS
Certification



PROGETTO PSC SRL
SOCIETA' DI INGEGNERIA
E FORMAZIONE TECNICA
VIA DEL LAVORO, 5
41014 CASTELVETRO
DI MODENA - MO
P.IVA 03521030365



PROGETTO **PSC** SRL

Centro di Formazione e Certificazione Bureau Veritas
Laboratorio Prove nei Controlli Non Distruttivi

RELAZIONE DI PERIZIA
No. INT037_08_01_2016_rev0

1. PREMESSA E SCOPO DEL LAVORO

La presente relazione illustra i risultati di un'indagine geognostica eseguita al fine di valutare le caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione della scuola media di Calderino e la risposta sismica locale, all'interno di un piano di adeguamento alla vigente normativa sismica. L'area in esame è situata nel centro abitato di Calderino, in via IV Novembre 4, nel comune di Monte san Pietro (BO). Durante l'indagine sono stati analizzati anche i terreni di un'area adiacente, al fine di verificarne la compatibilità con l'eventuale futura costruzione di un altro edificio scolastico.

In questa relazione geologico-tecnica si caratterizzano i terreni da un punto di vista geotecnico, al fine di valutare la Capacità Portante ammissibile ed i cedimenti prevedibili secondo quanto prescritto dalle NTC 2018 "Norme tecniche per le Costruzioni" contenute dal D.M. 17.01.2018. e con la Gazzetta Ufficiale n. 42 del 20 febbraio 2018 – Suppl. Ordinario n. 8: "Aggiornamento delle NTC di cui al D.M. 17 gennaio 2018".

Questa relazione, pertanto, seguendo i dettami della norma vigente e dello stato dell'arte è finalizzata alla costruzione del modello geologico, che è imprescindibile per la redazione del successivo modello geotecnico, facente parte della relazione d'opera geotecnica. Il presente documento si prefigge quindi di essere anche uno strumento tecnico d'ausilio per la definizione progettuale.

Il giorno 3 Ottobre 2018 si è effettuata una campagna di indagini mediante l'esecuzione di:

- n° 2 prove penetrometriche dinamiche (più altre 2 per il nuovo edificio)
- n° 1 indagine geofisica con metodologia M.A.S.W.
- acquisizione ed analisi di bibliografia tecnica specifica
- elaborazione del presente documento

La caratteristica specifica di questo tipo di indagini è di essere di tipo preciso, diretto e locale; i dati acquisiti hanno un valore investigativo puntuale e possono essere raffrontati esclusivamente con altre prove analoghe a distanze limitrofe; qualsiasi altra estrapolazione non ha alcun valore geotecnico.





PROGETTO PSC SRL

Centro di Formazione e Certificazione Bureau Veritas
Laboratorio Prove nei Controlli Non Distruttivi

RELAZIONE DI PERIZIA
No. INT037_08_01_2016_rev0

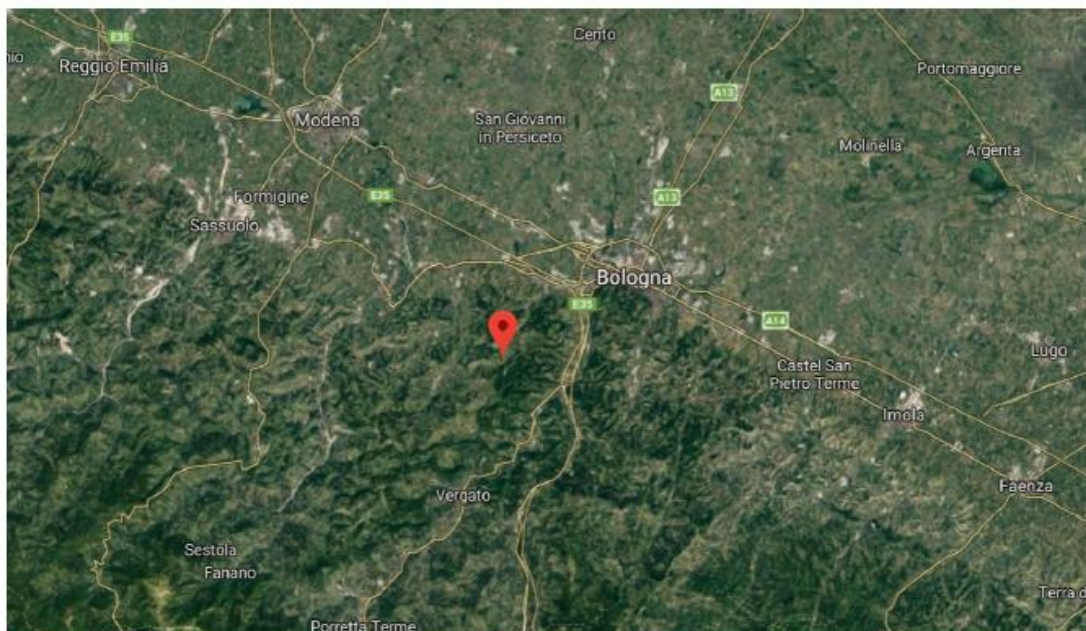


Figura 1: Ubicazione del comune di Monte san Pietro (BO)

Normativa di riferimento

D. Lgs. N. 4 del 16 gennaio 2008 in vigore dal 13 giugno 2008, recante importanti modifiche al D.Lgs 152/2006 in materia ambientale

Decreto Ministeriale 17.01.2018

Testo Unitario - Norme Tecniche per le Costruzioni

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale.

Allegato al voto n. 36 del 27.07.2007

Eurocodice 8 (1998)

Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture

Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003)

Eurocodice 7.1 (1997)

Progettazione geotecnica – Parte I : Regole Generali . - UNI

Eurocodice 7.2 (2002)

Progettazione geotecnica – Parte II : Progettazione assistita da prove di laboratorio (2002). UNI

Eurocodice 7.3 (2002)

Progettazione geotecnica – Parte II : Progettazione assistita con prove in sito(2002). UNI

Leggi regionali in materia di pianificazione e di Vincolo Idrogeologico

Ordinanze Autorità di Bacino nazionale, regionale o interregionale

Piani Territoriali di coordinamento (Province)

Piano Strutturale e Reclam. Urbanistico



PROGETTO PSC SRL
SOCIETÀ DI INGEGNERIA
E FORMAZIONE TECNICA
VIA DEL LAVORO, 5
41014 CASTELVETRO
DI MODENA - MO
P.IVA 03521030365



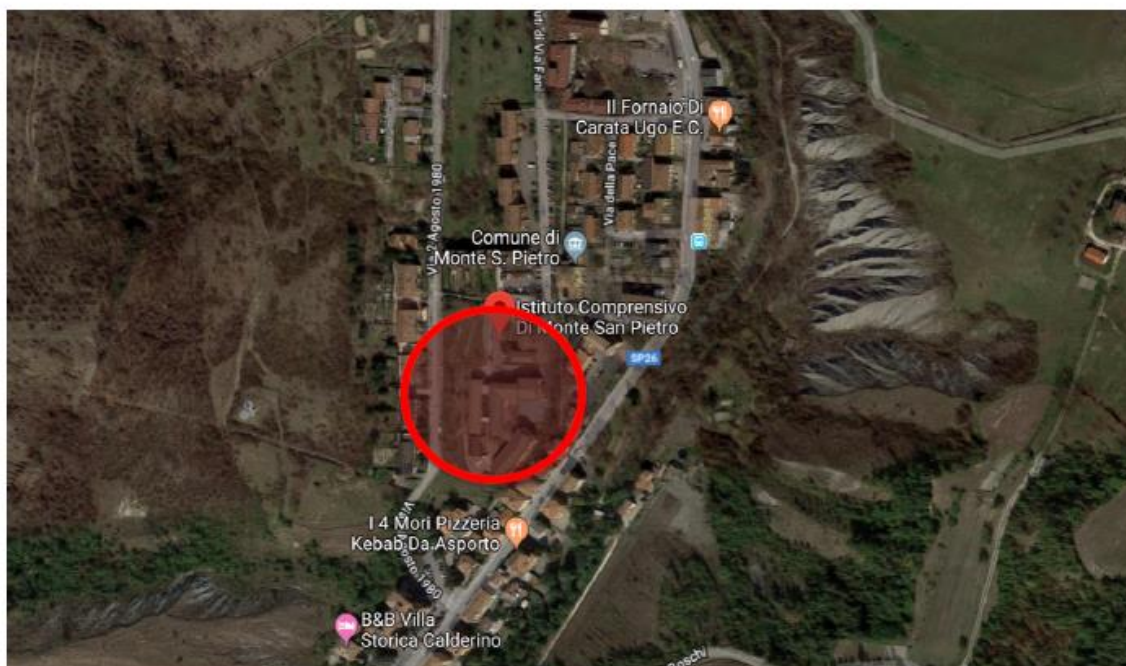
PROGETTO PSC SRL

Centro di Formazione e Certificazione Bureau Veritas
Laboratorio Prove nei Controlli Non Distruttivi

RELAZIONE DI PERIZIA
No. INT037_08_01_2016_rev0

2.INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Monte San Pietro è un comune italiano sparso di 10.972 abitanti della città metropolitana di Bologna in Emilia-Romagna. La sede municipale si trova in località Calderino, il quale è anche capoluogo comunale. Il territorio comunale è attraversato da sud verso nord dal torrente Lavino, nella cui valle sono situati i principali centri abitati (il capoluogo Calderino, Monte San Giovanni, Oca, Badia e Montepastore, tutti sulla sua sponda sinistra). Per un lungo tratto il torrente segna il confine con i comuni di Sasso Marconi e Zola Predosa, ma alla destra del fiume si trovano alcuni centri ormai inglobati a Monte San Pietro, come Fontanelle nel comune di Zola Predosa, appartenente al centro abitato di Calderino. Al territorio comunale appartiene anche la valle del torrente Landa, affluente del Lavino in cui confluisce a Calderino, dove si trovano Loghetto e Monte San Pietro; inoltre salendo dalla valle del Landa si raggiungono San Lorenzo in Collina e San Martino in Casola. Il comune si estende anche in parte alla valle del Samoggia tra Stiore e Zappolino, nel comune di Valsamoggia: tra le due vallate ci sono le località di Montemaggiore e Mongiorgio, situate sullo spartiacque.



PROGETTO PSC SRL
SOCIETA' DI INGEGNERIA
E FORMAZIONE TECNICA
VIA DEL LAVORO, 5
41014 CASTELVETRO
DI MODENA - MO
P.IVA 03521030365



PROGETTO PSC SRL

Centro di Formazione e Certificazione Bureau Veritas
Laboratorio Prove nei Controlli Non Distruttivi

RELAZIONE DI PERIZIA
No. INT037_08_01_2016_rev0

3. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO E GEOLOGICO GENERALE

L'assetto geologico strutturale del territorio dell'Area Bazzanese varia da quello di "catena appenninica" a quello del suo "margine" (la zona in cui la pianura termina contro i primi declivi appenninici non rappresenta l'inizio della "catena": infatti all'Appennino morfologico, visibile, segue in pianura un "Appennino in embrione" sepolto sotto i depositi alluvionali padani). Il sistema di sovrascorrimenti della pianura padana ha dunque indotto evidenti deformazioni e traslazioni nelle coperture sedimentarie tra il margine pedecollinare del bolognese fino al più esterno fronte ferrarese. Il settore di catena appenninica del territorio in esame è caratterizzato da un generale assetto strutturale a falde sovrapposte che si sono dislocate a partire dal Miocene inferiore fino al Plio-Pleistocene. Il territorio collinare e montano in esame può essere schematicamente zonizzato nelle seguenti fasce:

1. la fascia più settentrionale, caratterizzata dalle peliti e dalle arenarie poco cementate del Pliocene inferiore-Pleistocene (unità affioranti IMO, FAA, ADO) che insieme si immergono sotto i sedimenti alluvionali dell'antistante pianura ("monoclinale pedeappenninica" nordvergente). Questo raccordo con la pianura in realtà cela, come già scritto, le strutture geologiche sepolte. Il sollevamento connesso alla tettonica attiva di "thrust" pedeappenninico ha determinato anche il basculamento/sollevamento delle coperture alluvionali più antiche (tardo Pleistocene) che ricoprono le Unità marine appenniniche. Le formazioni a tessitura prevalentemente argillosa (FAA) sono facilmente degradabili e possono evolvere in calanchi, ed altre forme di erosione superficiale;
2. una struttura anticlinale evidente nella porzione centro-orientale del territorio comunale che al suo nucleo mostra unità geologiche più antiche e fortemente tettonizzate prevalentemente attribuite alla Successione Epiligure (ANT, PAT, CTG, LOI, MVT). Questa anticlinale è distinta strutturalmente e stratigraficamente dalla "sinclinale intrappenninica bolognese" (che risulta parzialmente alloctona e con sedimenti attribuiti anche al Pliocene inferiore secondo Ricci Lucchi, 1982) ed è caratterizzata da unità geologiche fortemente tettonizzate a tessitura prevalentemente argillosa e caotica o caoticizzata ed interessate di norma da una notevole instabilità potenziale e da processi d'erosione che affliggono solo la loro porzione più superficiale (coltre più alterata);



PROGETTO PSC SRL
SOCIETÀ DI INGEGNERIA
E FORMAZIONE TECNICA
VIA DEL LAVORO, 5
41014 CASTELVETRO
DI MODENA - MO
P.IVA 03521030365



PROGETTO PSC SRL

Centro di Formazione e Certificazione Bureau Veritas
Laboratorio Prove nei Controlli Non Distruttivi

RELAZIONE DI PERIZIA
No. INT037_08_01_2016_rev0

3. a meridione della sinclinale (nella porzione centro-occidentale del territorio comunale di Monte San Pietro) ricompare una fascia di territorio nella quale affiorano nuovamente le unità geologiche plioceniche (ADO, FAA) a chiudere la struttura nordvergente sopra descritta;
4. infine tutta la porzione meridionale del territorio studiato (quella più interna alla catena) è caratterizzata dalle unità geologiche dei domini sub-ligure, ligure ed epiligure (affioranti in destra idrografica del torrente Lavino). Le tessiture prevalenti sono pelitiche, fortemente caoticizzate e facile sede d'innescio di dissesti gravitativi per scivolamento e per colamento (particolarmente coinvolte le formazioni argillose AVS e AVN); la loro facile erodibilità è anche causa di evidenti processi d'erosione e di trasporto solido in alveo. Eccezioni al quadro di generalizzata facile degradabilità dei suoli collinari, sono costituite dalle zone e dai crinali formati dalle plaghe delle formazioni più arenacee. L'intensa tettonizzazione di queste formazioni più litoidi ha comunque indotto anche in queste unità una elevata densità del dissesto per gravità con frane per scivolamento spesso antiche che hanno coinvolto grandi volumi di roccia.

L'abitato di Calderino ricade nel contesto di fondovalle del Torrente Lavino. A nord vi è la confluenza del Torrente Landa nel Lavino, nei pressi della località Ponte Rivabella. Il fondovalle del Torrente Landa e quello del Torrente Lavino sono entrambi caratterizzati da depositi fluviali terrazzati che la cartografia geologica regionale attribuisce all'unità AES8 (Subsistema di Ravenna) e alle unità più recenti AES8a (Unità di Modena). Si tratta di coltri alluvionali a scheletro prevalentemente ghiaioso e ciottoloso. Il bedrock sottostante tali coltri alluvionali è ricostruibile sulla base dei rapporti stratigrafici e tettonici riscontrati sui versanti: vi risulta una complessa attribuzione a unità geologiche della successione Epiligure e Ligure, con contatti prevalentemente di tipo tettonico. Nella zona di fondovalle e versante del Torrente Landa sono affioranti litotipi riconducibili anche alle Argille Azzurre plioceniche e areniti/peliti della Formazione di Pantano in contatto tettonico, mentre nella valle del Lavino e nel versante di interesse (in sinistra idrografica) sono affioranti litotipi riconducibili a unità epiliguri (TER2; CIG; PAT; MVT; ANT; LOI) e liguri (nella porzione più meridionale di Calderino: FPG e AVS). Le caratteristiche litologiche delle unità affioranti nel versante retrostante l'abitato di Calderino, prevalentemente pelitiche e fortemente caoticizzate sono causa di numerosi dissesti di versante attivi e quiescenti e caratterizzati da meccanismi di movimento per lo più di scivolamento e di colamento. La loro facile erodibilità è anche causa di evidenti processi d'erosione e di trasporto solido in alveo.





PROGETTO PSC SRL

Centro di Formazione e Certificazione Bureau Veritas
Laboratorio Prove nei Controlli Non Distruttivi

RELAZIONE DI PERIZIA
No. INT037_08_01_2016_rev0

Le coperture quaternarie e le formazioni geologiche (affioranti o sepolte dalle stesse coperture) che interessano le aree studiate di Monte San Pietro, sono riconducibili a:

1. COPERTURE CONTINENTALI QUATERNARIE

- Depositi alluvionali terrazzati AES8 (Subsistema di Ravenna): si tratta di sedimenti ghiaiosi passanti a sabbie e limi anche argillosi nell'area di studio, di età deposizionale attribuita al Pleistocene sup-Olocene e attribuiti all'attività deposizionale del Torrente Lavino Landa (a Ponte Rivabella). Sono inoltre rilevati ordini di terrazzi inferiori, attribuiti alla più recente Unità di Modena (sigla AES8a) di età Olocene - Attuale. Questi depositi, risultano morfologicamente distinti dalle alluvioni AES8 da scarpate di erosione fluviale, di altezza generalmente modesta (pochi metri) e spesso obliterata da interventi antropici; dal punto di vista tessiturale, queste alluvioni risultano prevalentemente ghiaiose e ciottolose con matrice più fine (limi sabbiosi e argille) a formare anche strati di modesto spessore (decimetrici).
- Depositi di conoide torrentizia inattiva: si tratta di depositi riscontrabili allo sbocco vallivo del Torrente Podice (presso la frazione Chiesa Nuova), il cui bacino idrogeologico impostato nelle formazioni plio-pleistoceniche delle Argille Azzurre e Sabbie Gialle, facilmente erodibili, ha determinato il trasporto e la deposizione verso la pianura di sedimenti a tessiture fini e/o sabbiose
- Depositi di versante: riscontrabili in ampi tratti del fondovalle del Lavino, presso Monte San Pietro, e costituiti da litotipi eterogenei ed eterometrici più o meno caotici, a matrice abbondantemente fine. La genesi, come già scritto, è peraltro dubitativamente gravitativa (depositi di frane antiche stabilizzate; ruscellamento superficiale e/o da soliflusso).
- Depositi di frana: come già scritto, il versante del fondovalle Lavino è caratterizzato da unità geologiche fortemente tettonizzate e a tessiture prevalentemente argillosa, caotiche; il pendio è dunque interessato da notevole instabilità di versante e da processi d'erosione. Anche le aree di studio lambiscono versanti con dissesti gravitativi con meccanismi di innesco per lo più di scivolamento e per colamento (particolarmente coinvolte le formazioni argillose AVS e AVN). Sono anche riscontrate accumuli di frane antiche, ormai stabilizzate, sul cui piede si è sviluppato l'insediato di Monte San Pietro.

2. UNITA' GEOLOGICHE PLIOCENICHE DI "MARGINE APPENNINICO"

- FORMAZIONE DELLE ARGILLE AZZURRE (FAA): si tratta di argille, argille marnose, marnose argillose e siltose grigie e grigio-azzurre, talora grigio plumbeo, in strati medi e





PROGETTO PSC SRL

Centro di Formazione e Certificazione Bureau Veritas
Laboratorio Prove nei Controlli Non Distruttivi

RELAZIONE DI PERIZIA
No. INT037_08_01_2016_rev0

subordinatamente sottili, a giunti poco o non visibili per bioturbazione, con subordinati strati arenacei sottili risedimentati. Localmente sono presenti sottili livelli discontinui di biocalcareni fini e siltiti giallo, o ocre se alterate, sottilmente laminate. Alla base, possono essere localmente presenti marne biancastre ricchissime in Foraminiferi planctonici per uno spessore massimo di 10 m. L'ambiente deposizionale è variabile da scarpata a piattaforma. Il suo limite inferiore è netto, discordante su unità più antiche, in particolare nell'area di studio si trova in rapporto di eteropia con ADO.

3. UNITA' GEOLOGICHE DELLA SUCCESSIONE EPILOGURE

- **FORMAZIONE DEL TERMINA** – Membro di Montebaranzone (TER2): sono torbiditi arenaceo-pelitiche cui si intercalano, nella parte alta, livelli calcarei. Il rapporto A/P generalmente >1 ; sono presenti intervalli decametrici di strati da medi a molto spessi con base erosiva e, talora, con impronte di fondo, alternati a intervalli di strati caratterizzati da stratificazione sottile. Le areniti sono da mediamente a poco cementate, di colore grigio, marrone se alterate, gradate da medie a fini che passano ad argille marnose parzialmente siltose grigio scuro o grigio verde. Sono presenti livelli discontinui di slump e livelli di argille marnoso-siltose scure per l'abbondanza di materiale proveniente da AVS o APA, a struttura anch'essa caotica e matrice argillosa clastica.
- **FORMAZIONE DI CIGARELLO (CIG)**: si tratta di marne siltoso-sabbiose, talora argillose, grigie, grigio scure o beiges se alterate, bioturbate e fossilifere. La stratificazione è generalmente poco evidente per l'assenza di livelli grossolani e per la bioturbazione. Localmente affiorano intervalli di slump e di strati sottili arenaceo-pelitici tabulari con rapporti A/P <1 . Localmente, verso la base, possono esser presenti livelli discontinui di vulcanoclastiti ricche di cristalli millimetrici di biotite, o calcareniti grossolane giallastre in strati spessi. Ambiente di sedimentazione di piattaforma esterna e scarpata-bacino. Il limite inferiore è per alternanza o sfumato con PAT. L'età deposizionale è attribuita al Langhiano – Serravalliano.
- **FORMAZIONE DI PANTANO (PAT)**: si tratta di areniti siltose fini e finissime, grigie (beige se alterate), alternate a peliti marnose e siltose grigio-chiare; la stratificazione è generalmente poco marcata o addirittura impercettibile a causa dell'intensa bioturbazione, quando visibile di spessore medio; sono presenti resti di Echinidi, Gasteropodi e Lamellibranchi. Alla base talora affiorano delle areniti glauconitiche. Talora la parte alta degli strati arenacei è gradata e con laminazione ondulata. Localmente si intercalano strati arenacei risedimentati medi, mal





PROGETTO PSC SRL

Centro di Formazione e Certificazione Bureau Veritas
Laboratorio Prove nei Controlli Non Distruttivi

RELAZIONE DI PERIZIA
No. INT037_08_01_2016_rev0

strutturati, di colore nocciola. Verso l'alto affiorano livelli di marne siltose grigio-azzurre laminate. La facies deposizionale è di ambiente da litorale a piattaforma esterna, mentre l'età deposizionale è attribuita al Burdigaliano sup. - Langhiano inf.

- **BRECCHE ARGILLOSE DELLA VAL TIEPIDO-CANOSSA (MVT):** sono breccie a matrice argillosa grigia o grigio-scura, talora varicolore, con clasti decimetrici o di dimensioni maggiori di prevalenti calcilutiti biancastre tipo "palombino", calcari marnosi, marne, argilliti, siltiti e arenarie, e inclusi da decametrici ad ettometrici di formazioni liguri o epiliguri. La matrice può essere prevalente. I blocchi di maggiori dimensioni, talora cartografabili, sono presenti per lo più alla base. Questa unità presenta evidenti rapporti di eteropia con ANT e risulta anche sovrapposta ad unità epiliguri e liguri più antiche. Depositi di colata gravitativa (mud e debris flow). Età deposizionale: Aquitaniano.
- **MARNE DI ANTOGNOLA (ANT):** si tratta di marne argillose e marne siltose verdognole o grigie con patine manganesifere; presentano fratturazione concoide o con tipiche superfici concentriche; frequenti i microfossili e talora i bioclasti. La stratificazione varia da molto sottile a media, talora difficilmente percepibile, sia per scarsa classazione granulometrica che per bioturbazione. Sono presenti rari livelli torbiditici di arenarie vulcanoclastiche, arcosiche e quarzoso-feldspatiche, da sottili a medi, e strati sottili e sottilissimi, discontinui, di cineriti biancastre, tipicamente alterate in giallo o giallo ocra. Il limite inferiore è in eteropia con MVT. Ambiente di sedimentazione di piattaforma esterna, scarpata e base scarpata con apporti torbiditici. L'età deposizionale è attribuita al Rupeliano terminale – Burdigaliano?
- **FORMAZIONE DI LOIANO (LOI):** sono arenarie arcosiche, da fini a molto grossolane, a luoghi microconglomeratiche, in genere scarsamente cementate, con subordinati conglomerati, in strati medi e banchi frequentemente amalgamati, di colore biancastro o grigio chiaro (marrone chiaro se alterate). Sono presenti intercalazioni, spesso discontinue, di torbiditi sottili arenaceo-pelitiche grigie o verdastre (rapporti A/P sempre >1). Frequenti anche i "cogoli". Nella porzione basale sono presenti slump intraformazionali di spessore ed estensione assai limitata ed argille rosso-mattone e grigio-verdastre, localmente marnose, interdigitate con breccie argillose a matrice nerastra, inglobanti blocchi calcilutitici di dimensioni massime decimetriche. Localmente distinta una litofacies arenaceo-pelitica (LOlap) caratterizzata da strati medi arenaceo-pelitici con $A/P \geq 1$. Sedimentazione torbiditica in bacino confinato profondo. Il limite inferiore è discordante su MOH o risulta tettonizzato. Età deposizionale: dal Luteziano al Priaboniano.





PROGETTO PSC SRL

Centro di Formazione e Certificazione Bureau Veritas
Laboratorio Prove nei Controlli Non Distruttivi

RELAZIONE DI PERIZIA
No. INT037_08_01_2016_rev0

4. UNITA' GEOLOGICHE DELLA SUCCESSIONE LIGURE

- **FORMAZIONE DI POGGIO (FPG):** sono argilliti siltose rosso mattone, grigie e subordinatamente verdognole, con strati sottili di feldspatoareniti a granulometria fine, di colore biancastro e grigio, scarsamente cementati, frequentemente in boudins. Sono presenti spezzoni di strati calcarenitici e marnosi. Presenti ichnofossili di dimensioni da centimetriche a decimetriche. Ambiente deposizionale di scarpata o di alto strutturale, con apporti torbiditici silicoclastici. I contatti sono generalmente meccanici con AVS. Si distingue, inoltre, una litofacies arenacea (FPGa) caratterizzata da torbiditi in strati sottili e medi con basi feldspatoarenitiche e tetto pelitico verdastro e grigio con patine magnesifere; rapporto A/P da ≥ 1 a < 1 con frequenti intercalazioni di strati sottili di calcilutiti marnose con Fucoidi. Età: Paleocene – Eocene inf.
- **ARGILLE VARICOLORI DELLA VAL SAMOGGIA (AVS):** argilliti, talora siltose, rosse, grigio scure, nere, verdi sottilmente stratificate, con intercalati sottili livelli di arenarie fini e medie grigio scure e violacee, marni verdi, grigie o biancastre, calcari micritici silicizzati grigio-verdastri, grigio chiari o biancastri, talora a patine mangesifere. L'ambiente deposizionale era pelagico, intervallato da correnti di torbidità distali. Sono anche caratterizzate da presenza di brecce poligeniche grigie a matrice argillosa. Si distingue, inoltre, una litofacies arenacea (AVSa) caratterizzata da intervalli arenacei, con arenarie in strati da molto sottili a medi, talora gradate, a granulometria da fine a finissima, di colore grigio (beige o rossastro se alterate), alternate a peliti ed argille marnose grigio scuro; rapporto A/P generalmente $< 1/3$. Contatti tettonizzati con AVS. Età deposizionale: da Cretacico inf. a Eocene inf.



PROGETTO PSC SRL
SOCIETA' DI INGEGNERIA
E FORMAZIONE TECNICA
VIA DEL LAVORO, 5
41014 CASTELVETRO
DI MODENA - MO
P.IVA 03521030365

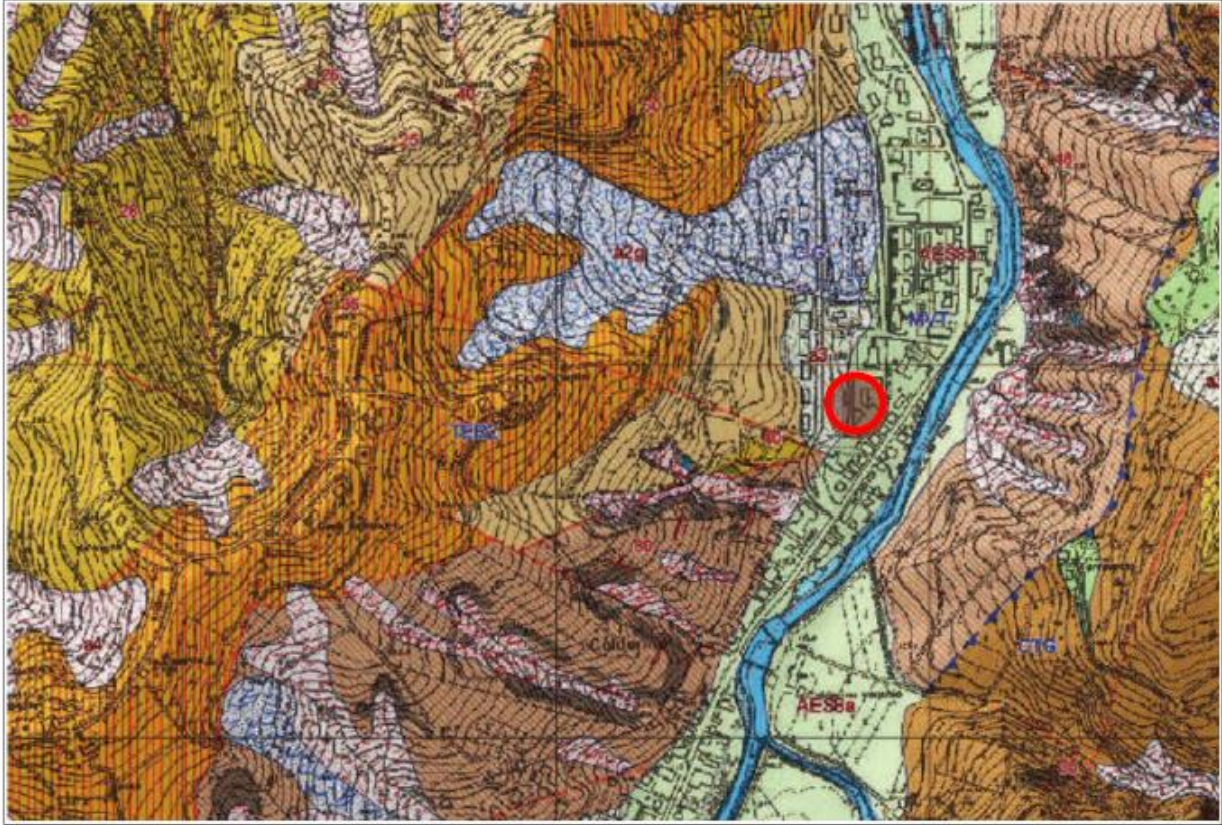


Figura 3 stralcio della Carta Geologica dell'Emilia-Romagna alla scala 1:10.000, consultabile online nel sito del Servizio geologico Sismico e dei Suoli RER. L'area oggetto di studio è contrassegnata con il colore rosso.

3.1 Analisi della fattibilità (PGT)

Dall'analisi della carta dei vincoli allegata al PGT comunale (di cui viene riportato uno stralcio), che raffigura il quadro dei vincoli e delle fasce di rispetto sul territorio di Monte San Pietro, l'area in cui è stata effettuata l'indagine risulta classificata come zona di protezione delle acque sotterranee. Occorrerà dunque tenerne conto in fase d'opera, attenendosi alle prescrizioni della normativa vigente.

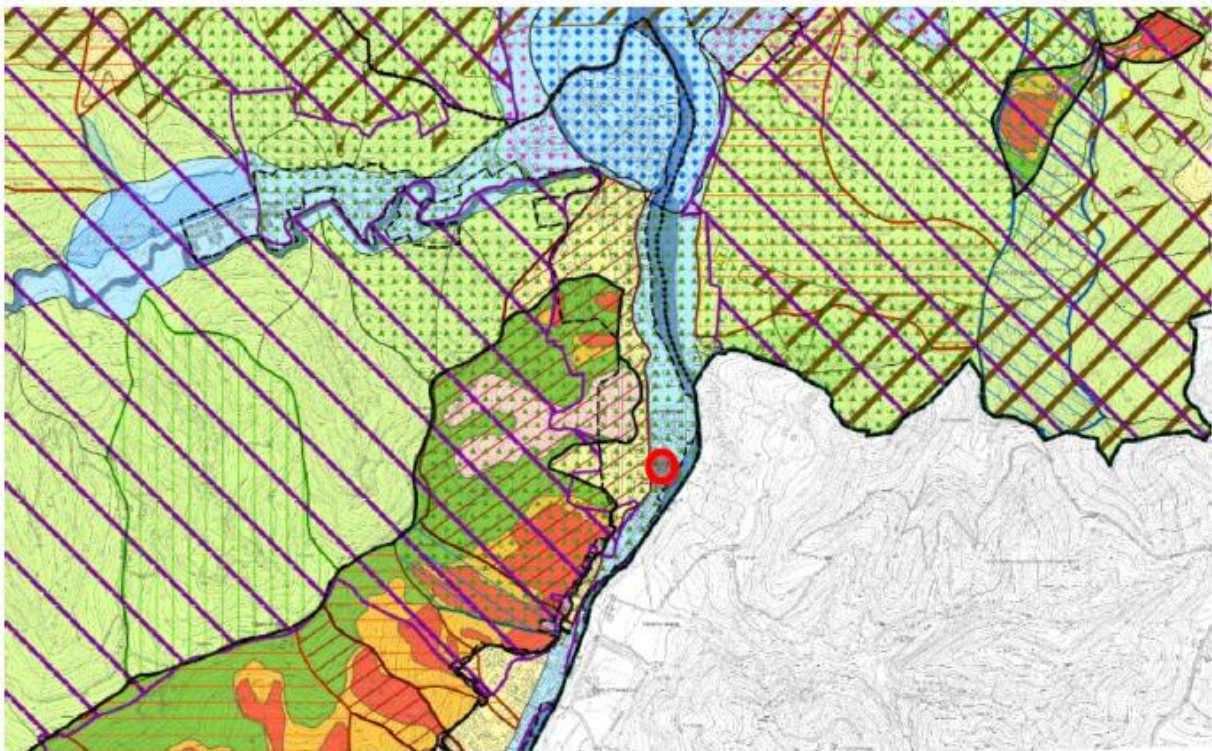


Figura 4 – stralcio dalla Carta dei vincoli, allegata al PSC. L'ubicazione dell'area d'indagine è indicata con il cerchio rosso

Per quanto riguarda la carta della criticità geologica, l'area non risulta soggetta a nessuna prescrizione.

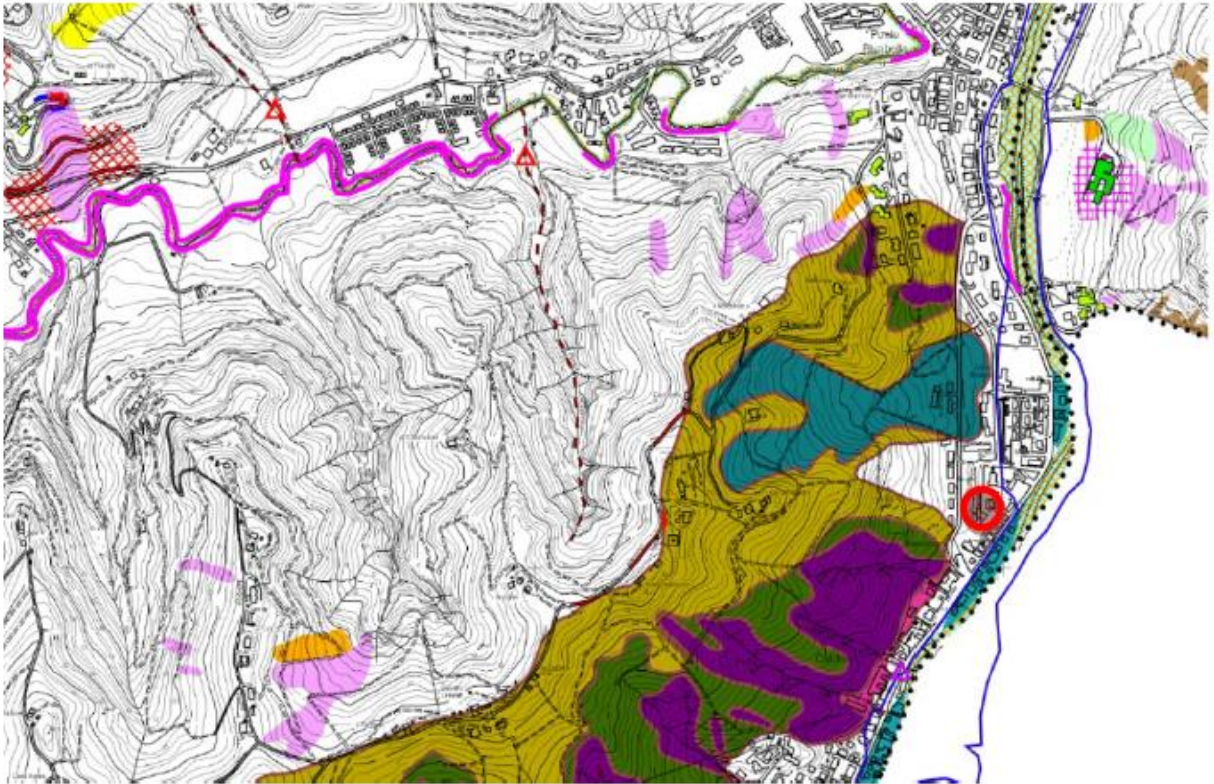


Figura 5 – stralcio della Carta della criticità geologica, allegata al PSC. L'ubicazione dell'area d'indagine è indicata con il cerchio rosso.



PROGETTO PSC SRL

Centro di Formazione e Certificazione Bureau Veritas
Laboratorio Prove nei Controlli Non Distruttivi

RELAZIONE DI PERIZIA
No. INT037_08_01_2016_rev0

4.INDAGINE GEOGNOSTICA

L'indagine geognostica di campagna è consistita in:

- n. 2 prove penetrometriche dinamiche con penetrometro TG 63 - 200 Pagani
- n. 1 indagine geofisica con metodologia MASW

Le prove sono state eseguite allo scopo di individuare un profilo geotecnico più profondo possibile e preciso dei terreni del lotto interessato.

4.1 Prove penetrometriche dinamiche

La prova penetrometrica dinamica consiste sostanzialmente nell'infissione nel terreno di una punta conica situata all'estremità di una batteria di aste, energizzata facendo cadere da un'altezza costante un maglio di peso standard. La misurazione del numero di colpi necessario all'avanzamento del sistema di aste di 20 cm, inserita in un programma di calcolo dedicato, fornisce uno degli elementi fondamentali per una corretta interpretazione geotecnica del sottosuolo.

Le prove vengono normalmente fino all'eventuale rifiuto (N spt maggiore di 35 colpi). In occasione di ogni prova viene verificato il livello di eventuali falde freatiche mediante freatimetro e/o misura diretta sulle aste di perforazione.

Nella tabella di seguito, viene riassunta la profondità massima raggiunta durante le prove:

<i>N° prova</i>	<i>Profondità max da p.c. (m)</i>	<i>Profondità falda da p.c. (m)</i>
P1	6.4	Non rinvenuta
P2	4.4	Non rinvenuta





Figura 6: esecuzione prova penetrometrica P1

4.2 Indagine MASW

E' stata eseguite n.1 indagine geofisica MASW finalizzata:

- alla misura diretta della velocità equivalente delle onde di taglio Vs30 e della relativa classificazione della categoria sismica di appartenenza dei terreni del sottosuolo;
- all'acquisizione di dati che contribuissero ad indagare sull'eventuale presenza di cavità sotterranee che fornissero maggiori informazioni sull'uniformità areale dei depositi presenti in situ.

Come detto nel precedente paragrafo, per la definizione dell'azione sismica di progetto si rende necessaria una valutazione, oltre che dei parametri relativi alla "Pericolosità Sismica di Base", anche degli effetti della "Risposta Sismica Locale", che dipendono, essenzialmente, dalle caratteristiche litostratigrafiche o morfologiche del sito. Queste ultime, infatti, risultano esercitare una diretta influenza sulla propagazione e sull'eventuale amplificazione delle onde sismiche nel sottosuolo. Secondo le procedure prescritte dalla normativa vigente tali effetti sono valutabili, con buona



PROGETTO PSC SRL

Centro di Formazione e Certificazione Bureau Veritas
Laboratorio Prove nei Controlli Non Distruttivi

RELAZIONE DI PERIZIA
No. INT037_08_01_2016_rev0

approssimazione, mediante l'individuazione della categoria di sottosuolo e della categoria topografica in cui ricade il sito di interesse.

Da dette categorie deriva poi la definizione dei coefficienti di amplificazione stratigrafica e topografica, "SS" e "ST", stabiliti dalle stesse norme, che concorrono nella ricostruzione degli spettri di risposta elastici tipici del sito.

L'indagine MASW si svolge in tre fasi: acquisizione delle onde superficiali (ground roll), costruzione di una curva di dispersione (il grafico della velocità di fase rispetto alla frequenza) e inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle Vs.

Le prove MASW sono indispensabili per ricavare direttamente il parametro Vs30 (nb: comunque eventualmente calcolabile anche attraverso il parametro Nspt acquisito con le prove penetrometriche), richiesto dalla nuova normativa sismica, in maniera semplice e decisamente affidabile. Tramite questa prova vengono misurate le velocità sismiche delle onde superficiali a diverse frequenze. La variazione di velocità a diverse frequenze (dispersione) è imputabile prevalentemente alla stratificazione delle velocità delle onde S i cui valori sono ricavabili da una procedura di inversione numerica. Poiché il parametro Vs30 è una sorta di media pesata delle velocità Vs dei primi 30 metri, l'utilizzo della tecnica MASW per ricavarlo è decisamente opportuno.

Le onde di superficie sono state generate con una mazza battente (sorgente sismica) da due punti di energizzazione e sono state registrate con 12 geofoni lungo uno stendimento di lunghezza di 44.0 m. Il modello sismico monodimensionale (Vs-profondità) che si è ricavato costituisce l'aspetto principale sia nella stima degli effetti sismici di sito che nella definizione dell'azione sismica di progetto, in quanto consente di conoscere l'incidenza delle locali condizioni stratigrafiche sulla pericolosità sismica di base (amplificazioni di natura litologica).

La prova è stata condotta utilizzando 12 canali di acquisizione lungo uno stendimento di 44.0 m con distanza di energizzazione pari a 5.0 m.

I risultati dell'indagine MASW sono riportati per esteso nel pertinente allegato.





Figura 7: posizione dello stendimento sismico per indagine MASW



Figura 8: ubicazione delle prove penetrometriche e dello stendimento MASW



PROGETTO PSC SRL

Centro di Formazione e Certificazione Bureau Veritas
Laboratorio Prove nei Controlli Non Distruttivi

RELAZIONE DI PERIZIA
No. INT037_08_01_2016_rev0

5. CARATTERIZZAZIONE SISMICA

La classificazione sismica del territorio nazionale e le normative tecniche per le costruzioni in zona sismica sono regolate dalle norme contenute nella O.P.C.M. n. 3274/2003 del 23.03.2003, pubblicata sulla G.U. n. 105 dell'8 Maggio 2003.

In tale quadro il comune di Monte San Pietro ricade in zona sismica 3:

Zona sismica	Fenomeni riscontrati	Accelerazione con probabilità di superamento del 10% in 50 anni
1	Zona con pericolosità sismica alta . Indica la zona più pericolosa, dove possono verificarsi forti terremoti.	$a_g \geq 0,25g$
2	Zona con pericolosità sismica media , dove possono verificarsi terremoti abbastanza forti.	$0,15 \leq a_g < 0,25g$
3	Zona con pericolosità sismica bassa , che può essere soggetta a scuotimenti modesti.	$0,05 \leq a_g < 0,15g$
4	Zona con pericolosità sismica molto bassa . E' la zona meno pericolosa, dove le possibilità di danni sismici sono basse.	$a_g < 0,05g$

Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008, la stima della pericolosità sismica viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente".

L'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche è la pericolosità sismica di base" del sito. La sismicità di base del sito è definibile in funzione del valore assunto dall'accelerazione massima attesa a_g su suolo rigido con superficie topografica orizzontale per eventi con tempo di ritorno di 475 anni e probabilità di superamento del 10% in 50 anni. Ai fini delle Nuove Norme Tecniche (NTC) le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR, a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

a_g = accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido

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





PROGETTO PSC SRL

Centro di Formazione e Certificazione Bureau Veritas
Laboratorio Prove nei Controlli Non Distruttivi

RELAZIONE DI PERIZIA
No. INT037_08_01_2016_rev0

L'azione sismica di progetto in base alla quale valutare il rispetto dei diversi stati limite presi in considerazione viene definita partendo dalla "pericolosità di base" del sito di costruzione, che è l'elemento essenziale di conoscenza per la determinazione dell'azione sismica.

Sulla base dei dati direttamente acquisiti in campagna tramite indagine geofisica con metodologia MASW il sito in esame ricade, per riscontro diretto, nella categoria di sottosuolo B, secondo la tab. 3.2.II delle NTC 2018, con caratteristiche di superficie topografica T1, secondo la tab. 3.2.IV delle NTC 2018.

$V_s 30 = 583 \text{ m/s}$

Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, 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 con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250 \text{ kPa}$ nei terreni a grana fina).</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250 \text{ kPa}$ nei terreni a grana fina).</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70 \text{ kPa}$ nei terreni a grana fina).</i>
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800 \text{ m/s}$).</i>

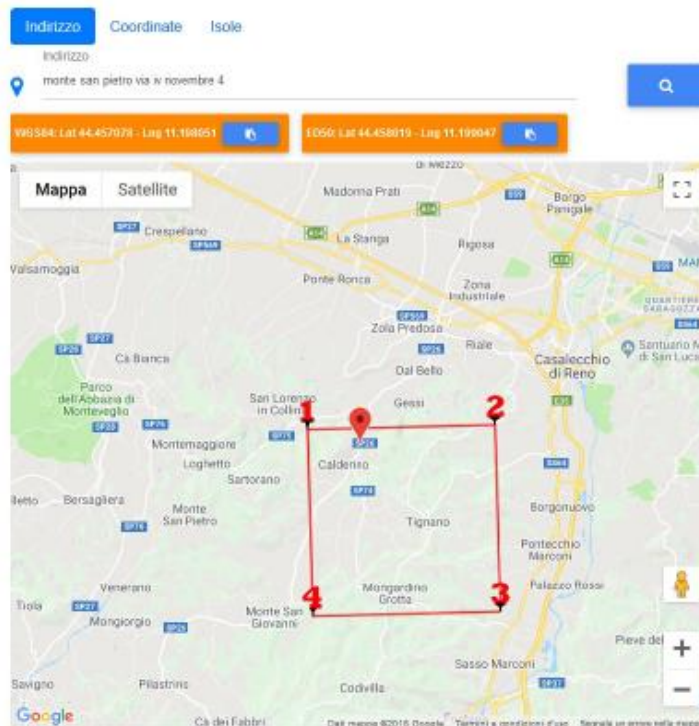
Tabella 3.2.IV – Categorie topografiche

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



Categoria sottosuolo	S_s	C_c
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_o \cdot \frac{a_E}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_o \cdot \frac{a_E}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_o \cdot \frac{a_E}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_o \cdot \frac{a_E}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

La V_n (Vita nominale) attesa da uneventuale edificio edificio: $V_n = 50$ anni (informazione standard di Legge in assenza altre indicazioni). I dati sono stati processati con il software Geostru dedicato per la determinazione dei parametri sismici corretti. Vengono di seguito riportati i valori calcolati.



Stati limite



Classe Edificio

IV. Funzioni pubbliche o strategiche importanti...



Vita Nominale

50



Interpolazione

Media ponderata

CU = 2

Stato Limite	Tr [anni]	a_g [g]	F_0	T_c^* [s]
Operatività (SLO)	60	0.072	2.493	0.272
Danno (SLD)	101	0.089	2.479	0.282
Salvaguardia vita (SLV)	949	0.204	2.418	0.311
Prevenzione collasso (SLC)	1950	0.251	2.461	0.320
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	100			

Coefficienti sismici

Tipo Muri di sostegno NTC 2018

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

H (m) us (m)
↑ ↓ 1 🔒 0.1

Cat. Sottosuolo B

Cat. Topografica T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,20	1,20	1,20	1,15
CC Coeff. funz categoria	1,43	1,42	1,39	1,38
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

Acc.ne massima attesa al sito [m/s²] ↔ 0.6

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.000	0.050	0.093	0.000
kv	--	0.025	0.047	--
Amax [m/s ²]	0.852	1.052	2.405	2.829
Beta	--	0.470	0.380	--

6. VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE

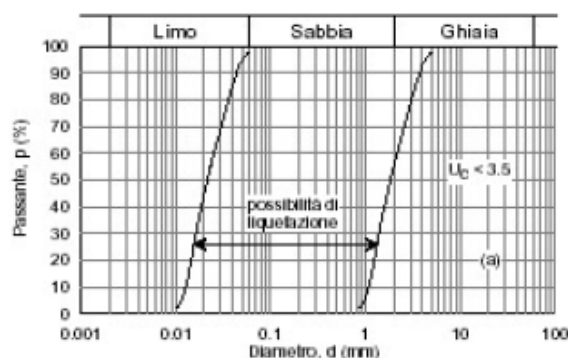
Le caratteristiche granulometriche dei terreni investigati escludono questa ipotesi in quanto gli stessi mostrano granulometrie solo parzialmente sabbiose, eterogenee, e comunque non riferibili a fusi granulometrici critici, escludendo quindi a priori ogni criticità: pertanto le caratteristiche dell'area rispetto a questa problematica rientrano nelle circostanze espresse ai punti 4 (non sono sabbie pulite) e 5 (non ricadono interamente nel fuso granulometrico critico) delle NTC, capitolo 7.11.3.4.2 "Esclusione della verifica a liquefazione". In ottemperanza alle NTC i terreni interessati non rientrano in quelli soggetti a liquefazione, pertanto è lecito omettere tale verifica.

Vengono di seguito riportate le condizioni di Legge previste:

7.11.3.4.2 *Esclusione della verifica a liquefazione*

La verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5;
2. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
3. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
4. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N_1)_{60} > 30$ oppure $q_{cIN} > 180$ dove $(N_1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e q_{cIN} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
5. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ ed in Figura 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.





PROGETTO PSC SRL

Centro di Formazione e Certificazione Bureau Veritas
Laboratorio Prove nei Controlli Non Distruttivi

RELAZIONE DI PERIZIA
No. INT037_08_01_2016_rev0

7. MODELLO GEOTECNICO

I dati acquisiti sono stati elaborati con l'ausilio del software di calcolo dedicato Fondazio per Windows (versione 6.55 del 2012) al fine di caratterizzare e parametrizzare gli aspetti geotecnici del sottosuolo investigato.

Si rinvia alle tabelle allegate per la ricostruzione di dettaglio del modello geotecnico del sottosuolo stesso.

Per modello geotecnico si intende uno schema rappresentativo delle condizioni stratigrafiche, del regime delle pressioni interstiziali e della caratterizzazione fisicomeccanica dei terreni e delle rocce comprese nel volume significativo, finalizzato all'analisi quantitativa di uno specifico problema geotecnico (da NTC – D.M. 14/01/2008).

Sulla base dei dati ottenuti dalle prove geognostiche, il terreno investigato può essere schematicamente suddiviso (NB: riferimento piano campagna), dal punto di vista geotecnico, in tre livelli stratigrafici aventi le caratteristiche geotecniche principali di seguito indicate.

Secondo quanto disposto dalle Norme Tecniche, tali parametri meccanici devono essere trattati in maniera statistica, adottando valori a cui sia associata una probabilità di superamento non superiore a 5% (2.3 – NTC2008), ottenendo parametri definiti "caratteristici".

Esempio: Φ nominale (da prove) = Φ_k (caratteristico)

Nella tabella seguente vengono riportati i parametri riscontrati per la prova penetrometrica P1.

In allegato tutti i risultati delle prove effettuate.



PROGETTO PSC SRL
SOCIETA' DI INGEGNERIA
E FORMAZIONE TECNICA
VIA DEL LAVORO, 5
41014 CASTELVETRO
DI MODENA - MO
P.IVA 03521030365

Prova P1

<i>Ipotesi stratigrafica</i>	<i>Profondità (m)</i>	<i>Nspt di riferim. (*)</i>	<i>DR (%) (*)</i>	<i>Ø (°) (*)</i>	<i>Y_s (T/m3) (*)</i>	<i>Y (T/m3) (*)</i>	<i>Cu (kPa) (*)</i>
Strato A	Da 0.0 m a 2.8 m circa	9	32	30	1.92	1.48	54.88
Strato B	Da 2.8 m circa a 4.2 m circa	20	50	33	1.99	1.59	0
Strato C	Da 4.2 m circa a 6.4 m circa	26	59	35	2.03	1.65	0

dove:

NSPT = numero di colpi SPT correlati

(*) = vengono assunti cautelativamente come riferimento i valori medi minimi della campagna effettuata

Y (T/m3) = peso di volume del terreno

Y_s (T/m3) = peso di volume saturo del terreno

Ø (°) = angolo di attrito efficace

Cu (kg/cmq) = coesione non drenata



PROGETTO PSC SRL

Centro di Formazione e Certificazione Bureau Veritas
Laboratorio Prove nei Controlli Non Distruttivi

RELAZIONE DI PERIZIA
No. INT037_08_01_2016_rev0

7.1 Ricostruzione stratigrafica

Lo Strato A corrisponde a terreni di riporto in matrice argilloso limosa, lo strato B corrisponde a terreni sabbiosi, mentre lo strato C corrisponde a ghiaia e ciottoli, probabilmente riconducibili alla formazione delle Breccie di Val Tiepido-Canossa.

Al fine di rendere più chiara la situazione geologica-geotecnica e per riassumere quanto è stato scritto nei capitoli precedenti si è provveduto ad una ricostruzione, di massima, della probabile situazione stratigrafica usando come riferimento i dati raccolti attraverso le indagini dirette ed indirette effettuate in sito.

<i>Ipotesi stratigrafica</i>	<i>Profondità (m)</i>	<i>Ø (°)</i>	<i>Descrizione</i>
Strato A	Da 0.0 m a 2.8 m circa	30	Riporto in matrice argilloso limosa
Strato B	Da 2.8 m circa a 4.2 m circa	33	Sabbia
Strato C	Da 4.2 m circa a 6.4 m circa	35	Ghiaia e ciottoli



PROGETTO PSC SRL
SOCIETÀ DI INGEGNERIA
E FORMAZIONE TECNICA
VIA DEL LAVORO, 5
41014 CASTELVETRO
DI MODENA - MO
P.IVA 03521030365



PROGETTO PSC SRL

Centro di Formazione e Certificazione Bureau Veritas
Laboratorio Prove nei Controlli Non Distruttivi

RELAZIONE DI PERIZIA
No. INT037_08_01_2016_rev0

8.AMPLIAMENTO

Sono state effettuate due ulteriori prove penetrometriche (P3 e P4) nel terreno adiacente all'istituto, al fine di verificarne la compatibilità con l'eventuale futura costruzione di un altro edificio scolastico.

Nella tabella di seguito, viene riassunta la profondità massima raggiunta durante le prove:

<i>N° prova</i>	<i>Profondità max da p.c. (m)</i>	<i>Profondità falda da p.c. (m)</i>
P3	4.2	<i>Non rinvenuta</i>
P4	4.4	<i>Non rinvenuta</i>

Le due prove hanno restituito risultati molto simili, nonché confrontabili con quelli delle due prove P1 e P2, confermando lo stesso tipo di substrato dell'edificio principale. Nella tabella seguente vengono riportati i parametri riscontrati per la prova penetrometrica P3 in quanto più esaustiva.

In allegato sono comunque riportati tutti i risultati delle prove effettuate.

Prova P3

<i>Ipotesi stratigrafica</i>	<i>Profondità (m)</i>	<i>Nspt di riferim. (*)</i>	<i>DR (%) (*)</i>	<i>Ø (°) (*)</i>	<i>Y_s (T/m3) (*)</i>	<i>Y (T/m3) (*)</i>	<i>Cu (kPa) (*)</i>
Strato A	Da 0.0 m a 3.6 m circa	8	28	29	1.91	1.46	49.00
Strato B	Da 3.6 m circa a 4.0 m circa	37	72	38	2.09	1.74	0
Strato C	Da 4.0 m circa a 4.2 m circa	76	95	44	2.21	1.94	0

dove:

NSPT = numero di colpi SPT correlati

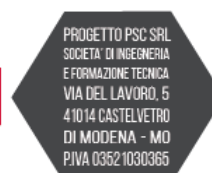
(*) = vengono assunti cautelativamente come riferimento i valori medi minimi della campagna effettuata

Y (T/m3) = peso di volume del terreno

Y_s (T/m3) = peso di volume saturo del terreno

Ø (°) = angolo di attrito efficace

Cu (kg/cmq) = coesione non drenata



Lo Strato A corrisponde a terreni di riporto in matrice limosa, lo strato B corrisponde a terreni sabbiosi, mentre lo strato C corrisponde a ghiaia e ciottoli, probabilmente riconducibili alla formazione delle Brecce di Val Tiepido-Canossa.

Al fine di rendere più chiara la situazione geologica-geotecnica e per riassumere quanto è stato scritto nei capitoli precedenti si è provveduto ad una ricostruzione, di massima, della probabile situazione stratigrafica usando come riferimento i dati raccolti attraverso le indagini dirette ed indirette effettuate in sito.

<i>Ipotesi stratigrafica</i>	<i>Profondità (m)</i>	\emptyset (°)	<i>Descrizione</i>
Strato A	Da 0.0 m a 3.6 m circa	29	Riporto in matrice limosa
Strato B	Da 3.6 m circa a 4.0 m circa	38	Sabbia
Strato C	Da 4.0 m circa a 4.2 m circa	44	Ghiaia e ciottoli

In definitiva, i terreni indagati risultano molto affini ed in continuità laterale con i terreni di fondazione dell'edificio scolastico, varranno pertanto le stesse prescrizioni in caso di costruzione di un nuovo edificio sugli stessi.





PROGETTO PSC SRL

Centro di Formazione e Certificazione Bureau Veritas
Laboratorio Prove nei Controlli Non Distruttivi

RELAZIONE DI PERIZIA
No. INT037_08_01_2016_rev0

9.CONCLUSIONI

Nello svolgimento dell'incarico, il cui prodotto finale è la seguente relazione, si sono accertate le condizioni geotecniche del sito indagato.

Le risultanze principali sono le seguenti:

- Sono presenti tre livelli con differente grado di addensamento. In quest'area infatti si riscontrano gli strati:
 - A: strato costituito da terreni di riporto in matrice argilloso-limosa
 - B: strato costituito da sabbie
 - C: strato costituito da ghiaia e ciottoli
- I terreni con migliori caratteristiche geotecniche costituiscono lo strato C precedentemente argomentato.
- Le caratteristiche sismiche e quindi di risposta del sito agli eventuali eventi sismici sono quelle attese per siti analoghi;
- Le indagini sismiche hanno suffragato e contribuito a ricostruire in maniera univoca il modello geotecnico di cui sopra;
- Le prove effettuate nel terreno adiacente hanno confermato la presenza dello stesso tipo di substrato, bisognerà quindi tenere conto delle stesse prescrizioni e dei dati di caratterizzazione prodotti durante la progettazione del nuovo edificio scolastico

Sulla base delle indagini effettuate e dei risultati analitici interpretativi, nel rispetto dei dati di caratterizzazione sopra riportati, da un punto di vista strettamente geologico, geomorfologico, geotecnico e idrologico, l'ipotesi strutturale di progetto appare congruente ed idonea alle condizioni del sito.

Seriate, 06 Novembre 2018

Dott. Alberto Velicogna





WWW.PROGETTOPSC.COM

PROGETTO PSC SRL

Centro di Formazione e Certificazione Bureau Veritas
Laboratorio Prove nei Controlli Non Distruttivi

RELAZIONE DI PERIZIA No. INT037_08_01_2016_rev0

#1: uploading & processing (MASW analyses)

datafile: 004.DAT
sampling: 0.125 ms
minimum offset: 5 m
geophone spacing: 4 m

resampling: [1] [resample] [accept]

data selection: [activate] [select] [50] [cancel] [save]

filtering & spectra: [filter] [cancel] [0.5 Hz] [spectrum] [spectrum am]

refraction: [extraction] [100] [upload] [save] [clear refraction]

other tools & setting: [1.02388] [Time length to visualize (s)] [done] [fit traces] [zero padding]

#2: velocity spectrum, modelling & picking (MASW & ReMi analyses)

NASW: compute velocity spectrum

handling the spectra: [save] [upload] [merge] [export spectrum] [redo separation]

phase velocity PK group velocity

velocity spectrum

phase velocity (m/s) vs frequency (Hz)

modelling: [about Poisson] [calculate] [upload mod.] [save model] [refresh] [red model] [report]

Vs (m/s)	Poisson	thickness (m)
50	0.35	1
100	0.35	2
150	0.35	5
200	0.35	7
300	0.35	20
900	0.35	0
0	0.35	

general setting: [Rayleigh] [3] [phase vel] [Reference depth] [Delayed] [HVSR] [4] [HV modes]

pickling: [input curve] [show F1] [first higher] [save picking] [cancel picking]

inversion: [inversion] [JENSEN-PTV inv.]

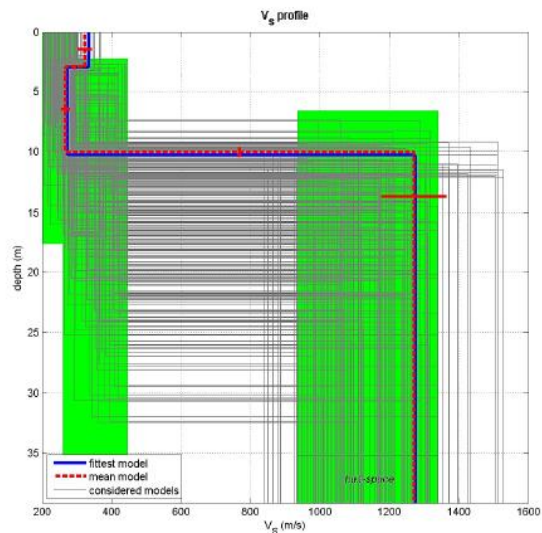
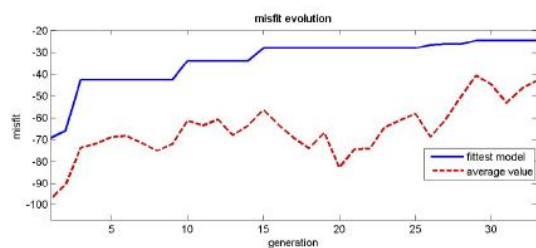
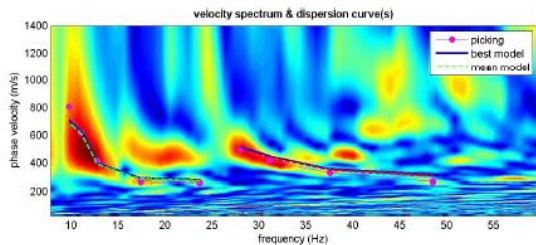
vertical curves: [input curve]

synthetics: [ZVP] [static] [show DC] [synthetics]

www.wimmsw.com

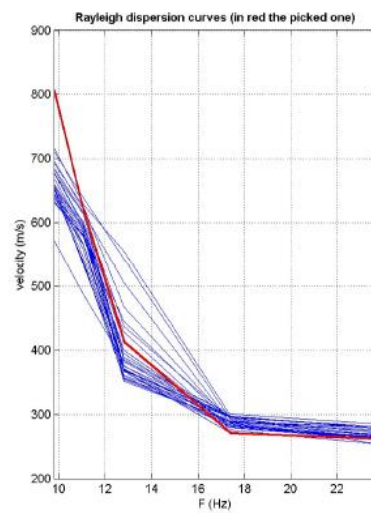
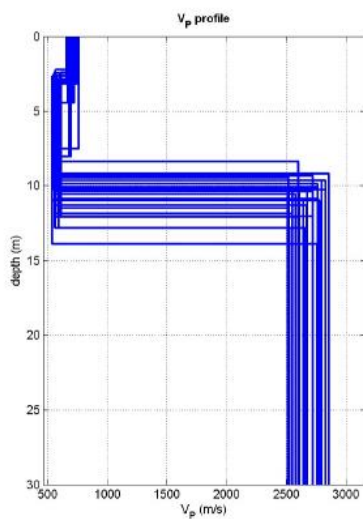
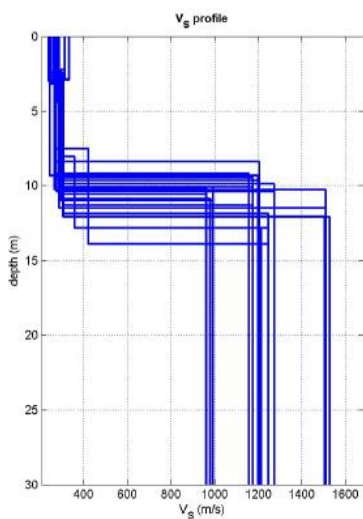


PROGETTO PSC SRL
SOCIETA' DI INGEGNERIA
E FORMAZIONE TECNICA
VIA DEL LAVORO, 5
41014 CASTELVETRO
DI MODENA - MO
P.IVA 03521030365

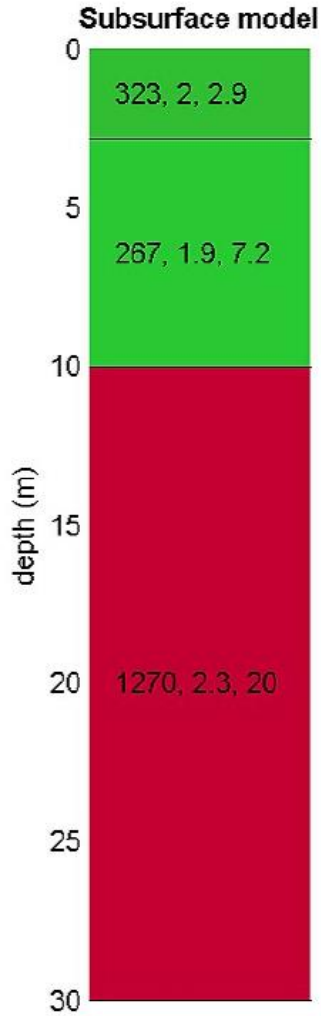


www.winmasw.com

dataset: 004.DAT
dispersion curve: Calderino.cdp
Vs30 (best model): 586 m/s
Vs30 (mean model): 583 m/s



PROGETTO PSC SRL
SOCIETA' DI INGEGNERIA
E FORMAZIONE TECNICA
VIA DEL LAVORO, 5
41014 CASTELVETRO
DI MODENA - MO
P.IVA 03521030365



V_s density thickness
(m/s) (gr/cm³) (m)