



COMUNE DI MARZIO
PROVINCIA DI VARESE

PIANO ATTUATIVO
ATU 2 "COSTA GRANDA"
NUOVO FABBRICATO AD USO RESIDENZIALE
IN VIA RONCATE

*ANALISI COMPATIBILITÀ GEOLOGICA ED
IDROGEOLOGICA*

RELAZIONE GEOLOGICA

DGR IX/2616/2011



SIG. MORANDI MARCO



MARZO 2024

STUDIO DI CONSULENZE GEOLOGICO-TECNICHE
DOTT. FABIO MELONI
VIA UGO FOSCOLO 1 - 21016 LUINO (VA)
TEL. 3479414682

INDICE:

1	QUADRO INTRODUTTIVO	2
1.1	PREMESSA	3
1.2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
2	SINTESI TERRITORIALE	7
2.1	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	7
2.2	INQUADRAMENTO GEOLOGICO – STRUTTURALE	7
2.2.1	DEPOSITI SUPERFICIALI E MORFOLOGIA	8
2.3	SISTEMA IDROGEOLOGICO	10
3	RAPPORTI CON LA PIANIFICAZIONE	13
3.1	PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI)	13
3.2	PIANO DI GESTIONE RISCHIO ALLUVIONI (PGRA)	14
3.3	PIANO TERRITORIALE DI COORDINAMENTO PROVINCIALE	15
3.4	STUDIO GEOLOGICO DI SUPPORTO ALLA PIANIFICAZIONE COMUNALE	16
3.5	RETICOLO IDROGRAFICO MINORE	17
3.6	VINCOLO IDROGEOLOGICO	18
4	AMBITO DI INTERVENTO	19
5	DESCRIZIONE DEL PROGRAMMA DELLE INDAGINI	19
5.1	PROFILO STRATIGRAFICO E DESCRIZIONE DEI TERRENI. MODELLO GEOLOGICO	20
5.2	CARATTERIZZAZIONE FISICA E MECCANICA DEI TERRENI, DEFINIZIONE DEL MODELLO GEOTECNICO PRELIMINARE DI SOTTOSUOLO	20
6	ANALISI DELLA PERICOLOSITA' GEOLOGICA	28
6.1	PERICOLOSITA' GEOLOGICA/GEOMORFOLOGICA	28
6.2	PERICOLOSITA' IDRAULICA/IDROGEOLOGICA	28
6.3	PERICOLOSITA' GEOTECNICA	28
6.4	PERICOLOSITA' SISMICA	28
7	AZIONE SISMICA	31
7.1.1	SUSCETTIVITA' ALLA LIQUEFAZIONE	39
8	TIPOLOGIE DEI MATERIALI DI SCAVO E LORO RIUTILIZZO AI FINI COSTRUTTIVI	40
9	FATTIBILITA' GEOLOGICA	43
10	CONCLUSIONI	44

1 QUADRO INTRODUTTIVO

Nell'ambito dello studio per l'analisi della fattibilità geologica del Piano Attuativo ATU 2 "Costa Granda", in Via Roncate nel Comune di Marzio, al mappale n. 1081 fg. 903, che prevede la realizzazione di un nuovo insediamento residenziale, in singolo lotto, il Committente affida allo scrivente l'incarico di caratterizzare il profilo geologico, geomorfologico ed idrogeologico dei terreni interessati, confrontando i risultati con la proposta di programma progettata al fine di definire una compatibilità geologica delle opere previste ed approfondire le eventuali criticità locali, così come previsto dalla normativa vigente



**Ambito di trasformazione ATU 2 "Costa Granda". Estratto Piano delle Regole PGT – Comune di Marzio*

Le considerazioni contenute nella presente relazione geologica trovano il loro fondamento in un'accurata analisi bibliografica; in particolare sono state consultate le banche dati di Regione Lombardia (Geoportale regionale), del Comune di Marzio (Componente Geologica, Idrogeologica e Sismica di supporto al vigente PGT) e della

Provincia di Varese. All'analisi bibliografica si sono aggiunte considerazioni di maggior dettaglio dedotte dai risultati dei rilievi e delle indagini eseguite nello specifico dell'area interessata dall'intervento, nonché da pregresse valutazioni condotte dallo scrivente in contesti territoriali limitrofi.

1.1 PREMESSA

La presente relazione si basa sui dati progettuali forniti dalla Committenza, ai quali si rimanda per le specifiche considerazioni di carattere tecnico. Lo studio ha lo scopo di fornire un'indicazione sullo stato di fatto del territorio in oggetto, sia da un punto di vista geologico che normativo. Sono stati pertanto analizzati i vincoli legislativi esistenti e la situazione generale dell'area, con particolare riferimento al contesto geologico-geomorfologico; all'analisi degli eventi storici che hanno portato alla morfologia attuale del territorio; all'individuazione delle aree a diversa pericolosità e/o vulnerabilità idrogeologica reale o potenziale.

Sulla base della superficie del comparto e dei vincoli esistenti, la proposta progettuale prevede la realizzazione di una unità abitativa, costituita da un corpo di fabbrica avente giacitura e allineamento parallelo alla direttrice viaria esistente. Il progetto prevede, inoltre, la realizzazione di opere di urbanizzazione primaria. Le opere riguardano principalmente la realizzazione di trasformazioni funzionali al fine di migliorare l'accesso al comparto, per soddisfare le esigenze viabilistiche, e opere di sistemazione e completamento per una miglior fruizione, sia veicolare che pedonale. Per le precise caratteristiche progettuali si rimanda agli elaborati specifici. Gli aspetti trattati partono da una necessaria considerazione che può essere riassunta con il seguente pensiero:

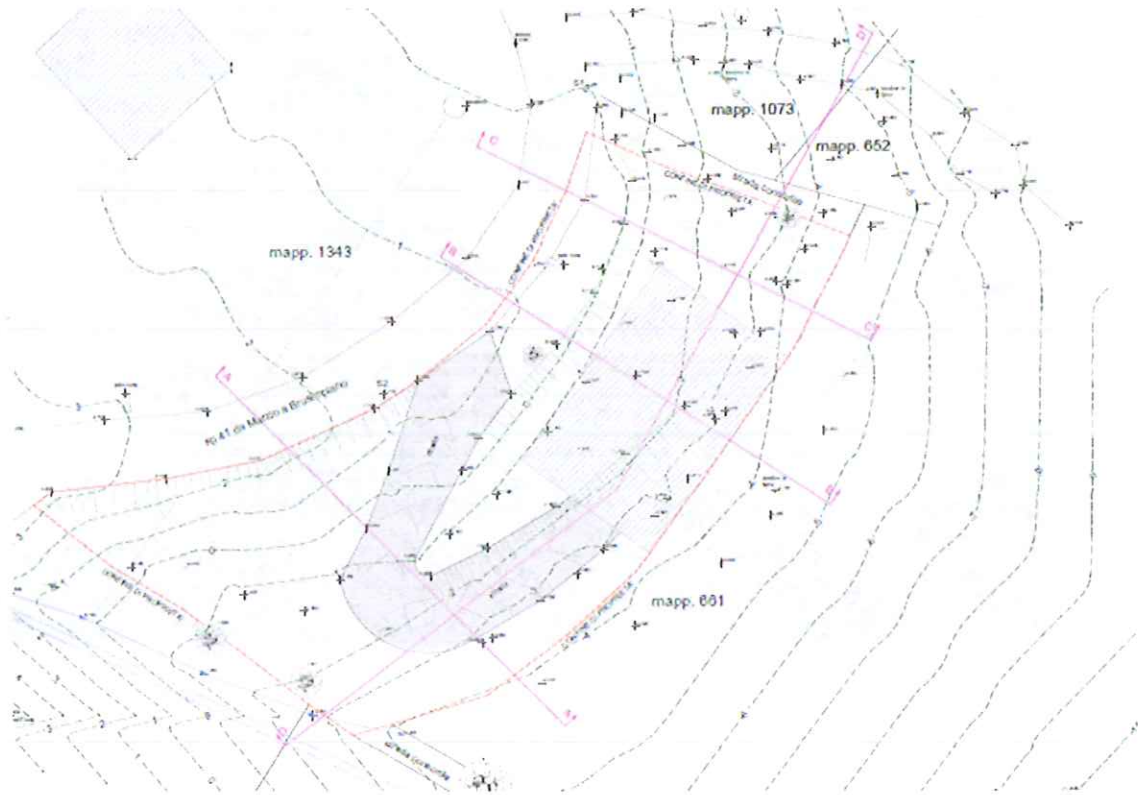
"Gli interventi di natura antropica possono o meno avere effetti negativi sulle aree in cui vengono realizzati o le stesse opere interagire pericolosamente con la naturale dinamica dei luoghi. Questo dipende non solo dalla geologia del sito e dal grado di pericolosità locale ma soprattutto dalla tipologia del programma e/o dalle modalità di costruzione. Le considerazioni sulla geologia, geotecnica e pericolosità geologica dei luoghi sono oggetto di analisi e di possibile interpretazione da parte dei tecnici preposti.



**Area di intervento ed Estratto Mappa catastale. Non in scala*

Le modalità di attuazione del programma progettuale possono essere oggetto di valutazione interdisciplinare in fase di progettazione, ma devono esserlo ancor più nella fase di realizzazione delle opere. Nel rispetto di tale massima il presente documento si

prefigge di riassumere i risultati delle valutazioni geologico-tecniche attuate per il contesto del particolare progetto esaminato.



**Estratto Planimetria di progetto. Non in scala*

Poiché trattasi di costruzioni senza funzioni pubbliche con previsione di normali affollamenti, sulla scorta del D.M. 17.01.2018 la Classe d'Uso è la Classe II (NTC 2008 – 2.4.2.). 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 geotecnica di progetto.

1.2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Decreto Ministeriale 17.01.2018

Testo Unitario - Norme Tecniche per le Costruzioni.

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018. Circolare 7 del 21 gennaio 2019.

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.

Normativa in materia di pianificazione e vincolo idrogeologico:

Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) – Legge 18 maggio 1989 n. 183, art.17.Comma 6 ter- - adottato con deliberazione del Comitato Istituzionale n. 18 del 26 aprile 2001.

L.R. 11 marzo 2005 n. 12 e s.m.i. - "Legge di governo del territorio".

D.G.R. 30 novembre 2011 – n. IX/2616 - "Aggiornamento dei 'Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della l.r. 11 marzo 2005 n. 12, approvati con d.g.r.22 dicembre 2005 n. 8/1566 e successivamente modificati con d.g.r. 28 maggio 2008 n. 8/7374".

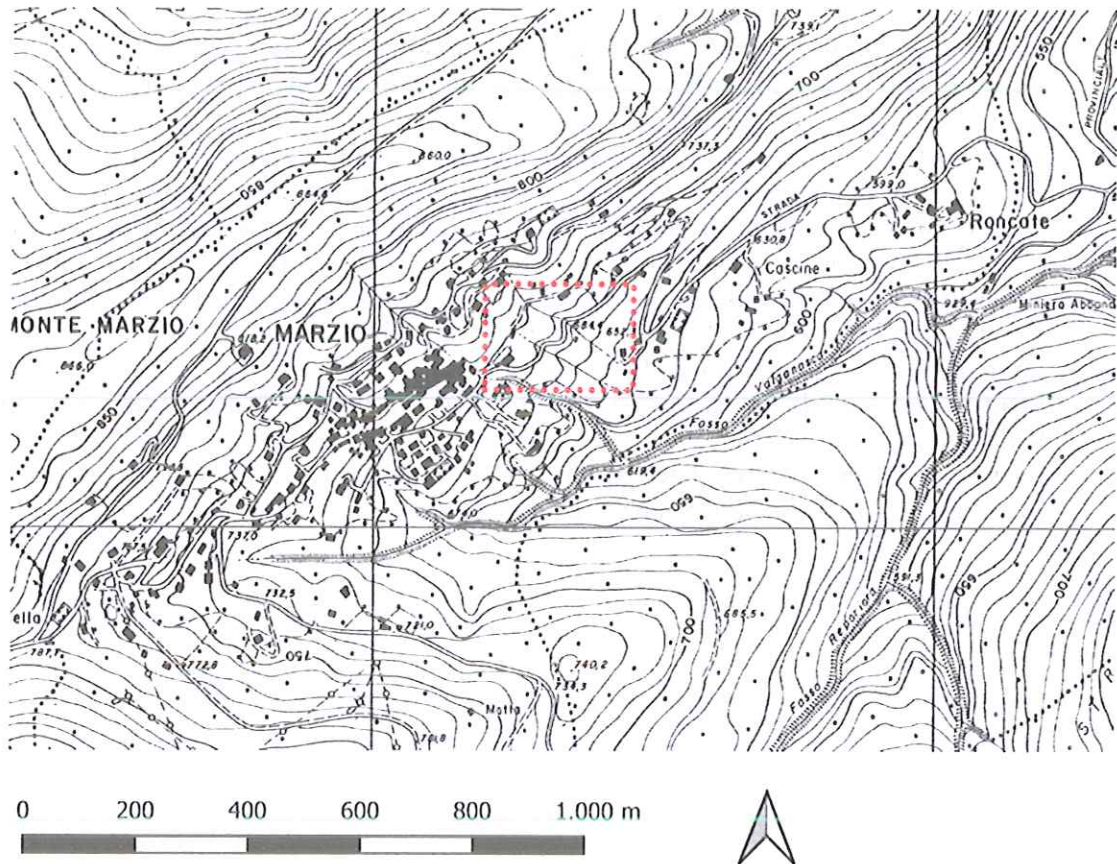
Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP) della Provincia di Varese.

Piano di Governo del Territorio (PGT) del Comune di Marzio, Componente Geologica, Idrogeologica e Sismica, ottobre 2015.

2 SINTESI TERRITORIALE

2.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

La zona in esame è ubicata a nord-est del nucleo abitato di Marzio, in una morfologia a media pendenza verso i quadranti orientali, posta alla quota di 680 m s.l.m. circa. Il territorio circostante si presenta con pendenze da medie ad elevate, dovute al substrato roccioso affiorante o subaffiorante il cui andamento è controllato dall'assetto strutturale. L'analisi prende in considerazione le caratteristiche geologiche, non solo nell'immediato intorno dell'area in esame, ma spazia in un contesto territoriale più ampio.



**Estratto Ctr Regione Lombardia. Corografia*

2.2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO – STRUTTURALE

Il territorio in esame è caratterizzato dalla presenza di rocce carbonatiche a monte e cristalline a valle, di età permo-triassica, e depositi di copertura superficiale, quaternari, di origine glaciale e di fratturazione/alterazione del substrato roccioso. Le coperture

superficiali sono parzialmente in posizione primaria, e parzialmente rimobilizzate per azione gravitativa a dare coperture detritiche di versante.

Dal punto di vista geologico l'area in oggetto si colloca nel contesto Sudalpino occidentale. La zona considerata, più specificatamente, appartiene alla zona di contatto tettonico tra le unità permiane composte da granofiri e rocce triassiche calcareo-dolomitiche. Il substrato roccioso, ove non affiorante, è ricoperto da depositi quaternari glaciali e da depositi post-glaciali di origine alluvionale.

Il quadro strutturale presenta essenzialmente lo stile caratteristico della parte settentrionale delle Prealpi occidentali lombarde. Sono distinguibili due eventi:

- una direttrice strutturale più antica con direzione E-W, ENE-WSW caratterizzata da pieghe e pieghe-faglie che interessano tutta la successione sedimentaria;
- elementi strutturali più recenti caratterizzati da faglie e fratture orientate approssimativamente N-S, NE-SW.

Le rocce dolomitiche della Dolomia Principale caratterizzano esclusivamente la zona rilevata. Presentano una stratificazione in livelli da 20-30 cm fino ad un metro, finemente cristallini di colore grigio-bruno o nocciola-rosato.

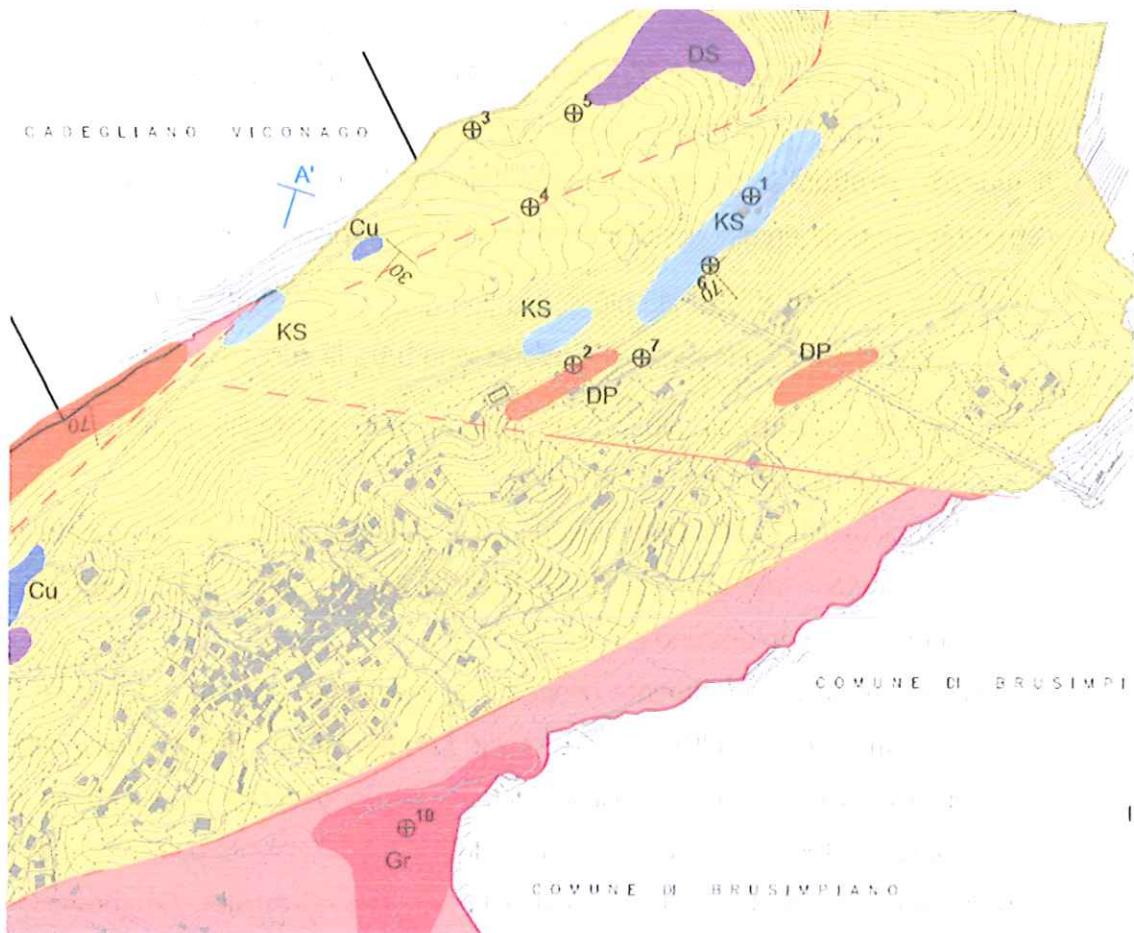
Il substrato roccioso è localmente ricoperto da prevalente copertura di origine glaciale alterata e modificata nell'aspetto e nelle caratteristiche stratigrafiche dall'azione idrogeologica, accentuata dall'acclività dei pendii. In generale si osservano depositi essenzialmente eterometrici; un supporto granulare caratterizzato da sabbia e ghiaia con ciottoli, con percentuali variabili di particelle fini (limi ed argille). Gli spessori, dato il substrato subaffiorante, sono relativamente modesti e variabili da pochi centimetri ad alcuni metri.

2.2.1 Depositi superficiali e morfologia

La copertura quaternaria è caratterizzata dalle seguenti unità allostratigrafiche: Alloformazione di Cantù e Unità postglaciali.

L'Alloformazione di Cantù (Bini, 1987) raggruppa sedimenti deposti durante l'ultima grande avanzata glaciale pleistocenica (Last Glacial Maximum: LGM), coincidente con il Würm auct. In genere presenta un profilo di alterazione poco evoluto non superiore ai 150 cm di spessore. Lungo il fronte di decarbonatazione la maggior parte dei clasti risulta

essere non alterata o presenta dei cortex di alterazione non molto sviluppati; solo i clasti carbonatici possono essere decarbonatati senza essere completamente argillificati e i clasti metamorfici e vulcanici possono essere arenizzati: in ogni caso, la percentuale di clasti alterati non supera il 10%.



ELEMENTI LITOLOGICI (subaffiorante - affiorante)

	L.Sem. Morene (massi (fili) sabbiosi con ciottoli e massi)
	KS Calcar di Salto
	DP Dolomia Principale
	Cu Formazioni di Cusardo
	DS Dolomia San Salvatore
	Gr Granofilo di Cuasso

ELEMENTI STRUTTURALI

	Glacitura degli strati (Grad)
	Faglia
	Faglia presunta

**Estratto carta geologica. Non in scala*

Il colore della matrice è compreso tra le pagine 2.5YR e 10YR delle "Munsell Soil Color Charts". Nell'alloformazione sono inclusi depositi glaciali e fluvioglaciali. I primi sono costituiti in prevalenza da diamicton massivi a supporto di matrice, con clasti eterometrici a petrografia cristallina prevalente (till). I depositi fluvioglaciali sono costituiti da ghiaia e sabbia grossolana a supporto di matrice fine o sabbia fine limosa, generalmente a stratificazione orizzontale.

L'Alloformazione di Cantù è incisa dall'unità postglaciale-olocenica. Nel territorio i depositi sono rappresentati principalmente da sedimenti alluvionali di origine torrentizia e fluviale. La zona oggetto delle indagini è situata in area di terrazzo caratterizzata da depositi di ciottoli, ghiaia e sabbia immersi in matrice limosa debolmente argillosa. Caratteristica di questi depositi è la soluzione di continuità areale, a testimonianza di complesse e distinte fasi deposizionali. La verifica diretta non ha evidenziato possibili situazioni d'instabilità in atto nel settore di interesse.

2.3 SISTEMA IDROGEOLOGICO

Le formazioni geologiche descritte nei precedenti paragrafi rivestono un ruolo differenziato nei confronti della circolazione idrica sotterranea.

La circolazione idrica sotterranea avviene attraverso un sistema di vuoti presenti nella roccia o nel deposito (permeabilità primaria), o sviluppatasi successivamente alla formazione della roccia, a seguito dell'instaurarsi di dislocazioni (permeabilità secondaria) o di fenomeni di dissoluzione (permeabilità per carsismo).

La permeabilità per fessurazione è una caratteristica intrinseca degli ammassi rocciosi solo nel caso in cui la circolazione idrica avvenga lungo i giunti di stratificazione.

La circolazione idrica nelle rocce permeabili per fessurazione si distingue da quella delle rocce porose (depositi superficiali) in quanto essa non è di tipo diffuso, ma concentrato, tanto che essa può interessare solo alcune famiglie di giunti: si determina così una orientazione della circolazione idrica che tende a seguire direzioni di flusso preferenziali. Oltre al tipo di permeabilità, si può definire il grado di permeabilità: generalmente si definiscono quattro tipi di permeabilità (alta, media, bassa e impermeabile), che può variare in modo considerevole anche all'interno di uno stesso litotipo, in funzione al differente grado di fatturazione, alla presenza o meno di fenomeni carsici, alla giacitura, ecc... Anche gli orizzonti e/o limiti fra copertura e substrato possono essere interpretati

come settori di potenziale scorrimento preferenziale d'acqua. Sulla base del comportamento idrogeologico di tali unità, sono stati definiti tre complessi idrogeologici:

- complesso cristallino
- complesso carbonatico inferiore
- complesso glaciale

Complesso cristallino

E' costituito da litotipi pressoché impermeabili, anche se localmente è presente una permeabilità secondaria, legata allo sviluppo di strutture tettoniche che hanno coinvolto il substrato roccioso.

A titolo indicativo, il complesso cristallino è indicato con un coefficiente di permeabilità variabile da 10^{-4} cm/s a 10^{-6} cm/s.

Complesso carbonatico inferiore

Comprende le litologie a comportamento calcareo-dolomitico. La permeabilità primaria è bassa, mentre quella secondaria è elevata per fratturazione ed incrementata dalla presenza di fenomeni carsici, in particolare nei livelli calcarei. Grado di permeabilità da da bassa a media.

Complesso glaciale-fluvioglaciale

È caratterizzato da un'estrema eterogeneità delle litologie, tipiche dei contesti glaciali. La permeabilità varia da molto bassa, per le facies limose ed argillose, a bassa e media per le facies a matrice sabbiosa. Grado di permeabilità da bassa a media.

Al fine di fornire un'informazione di tipo qualitativo sulla vulnerabilità idrogeologica dell'area, è stata valutata preliminarmente la suscettibilità dei corpi idrici sotterranei a subire un decadimento qualitativo in seguito al verificarsi di un evento di contaminazione. La pericolosità di inquinamento, ovvero la probabilità che un evento di contaminazione possa interessare un determinato settore di un acquifero entro un certo intervallo di tempo, è di difficile parametrizzazione a priori. La vulnerabilità stimata fornisce un elemento di valutazione tale da evidenziare, in funzione delle caratteristiche dei terreni in superficie e delle condizioni idrogeologiche nel sottosuolo, la possibilità di penetrazione e diffusione di un inquinante nell'acquifero sottostante. Lo scopo principale è quello di identificare le situazioni di incompatibilità al fine di poter procedere alla riduzione o all'eliminazione degli effetti dell'inquinamento in atto o temuto.

Per tale valutazione sono stati presi in considerazione i seguenti parametri:

- il tipo ed il grado di permeabilità, che influenzano la velocità di percolazione dell'inquinante e l'azione d'attenuazione (penetrazione, assorbimento, diffusione, degradazione, etc.) proprie dei vari terreni;
- il tipo e lo spessore della copertura dell'acquifero;
- la soggiacenza della superficie piezometrica o freatica dell'acquifero, cioè lo spessore del terreno non saturo che esercita una funzione di attenuazione sul carico inquinante.

Le quattro classi di vulnerabilità adottate costituiscono una semplificazione rispetto a quelle proposte dal Consiglio Nazionale delle Ricerche (G.N.D.C.I. - Gruppo Nazionale Difesa Catastrofi Idrogeologiche), in funzione della densità dell'informazione disponibile.

Vulnerabilità alta

Acquifero libero in materiali alluvionali a granulometria da grossolana a media (alluvioni recenti), senza o con scarsa protezione, in cui la superficie di falda idrica è localmente al di sotto del livello di base dei fiumi vicini.

Vulnerabilità medio-alta

L'unità comprende gli acquiferi liberi in litotipi permeabili per fratturazione e per fenomeni carsici, praticamente senza protezione. Per le litologie carbonatiche, le falde idriche sono generalmente vulnerabili a causa della possibilità di diretta trasmissione, attraverso condotti carsici, di inquinanti che, in tal caso, raggiungono rapidamente la falda senza subire alcun significativo processo di degradazione.

Vulnerabilità media

L'unità comprende gli acquiferi liberi in materiale alluvionale con scarsa protezione: sabbie e ciottolami con interposti livelli limosi, generalmente con copertura poco permeabile (ciottolami e sabbie, ghiaie e ciottolami, ghiaie con sabbie).

Vulnerabilità bassa

L'unità comprende gli acquiferi di limitata produttività presenti nelle seguenti litologie:

- complessi glaciali limoso argillosi a bassa permeabilità praticamente privi di circolazione idrica sotterranea in cui l'inquinamento è limitato alle acque superficiali;
- rocce impermeabili con modesta circolazione idrica nella rete di fratture;

L'area in oggetto, sulla base dei dati a disposizione evidenzia una vulnerabilità bassa.

3 RAPPORTI CON LA PIANIFICAZIONE










Nel presente capitolo sono analizzate le limitazioni d'uso del territorio, derivanti da normative e piani sovraordinati e di territorio vigenti, di contenuto prettamente geologico, che interessano l'ambito di progetto e un suo intorno significativo. In particolare sono presi in considerazione:

- ◆ Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.);
- ◆ Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA)
- ◆ Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale;
- ◆ Studio geologico a supporto della Pianificazione urbanistica locale (PGT).
- ◆ Studio del Reticolo idrografico Minore (RIM).
- ◆ Vincolo idrogeologico.

3.1 PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI)

Il piano di assetto idrogeologico del bacino del fiume Po individua e disciplina principalmente le azioni e le norme d'uso riguardanti l'assetto territoriale della rete idrografica e dei versanti. Il Piano per l'Assetto Idrogeologico del Fiume Po (PAI), entrato in vigore l'8 agosto 2001, attraverso le sue disposizioni "persegue l'obiettivo di garantire al territorio del bacino del Fiume Po un livello di sicurezza adeguato rispetto ai fenomeni di dissesto idraulico e idrogeologico, attraverso il ripristino degli equilibri idrogeologici e ambientali, il recupero degli ambiti fluviali e del sistema delle acque, la programmazione degli usi del suolo ai fini della difesa, della stabilizzazione e del consolidamento dei terreni, il recupero delle aree fluviali, con particolare attenzione a quelle degradate, anche attraverso usi ricreativi". Esso "ha valore di piano territoriale di settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo, tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso riguardanti l'assetto idraulico e idrogeologico del bacino idrografico". Nel territorio comunale di Marzio, il PAI esamina settori interessati da frane superficiali, distribuite nelle aree di monte o lungo le aree torrentizie.. **L'area di progetto non fa parte di questa perimetrazione e pertanto non è soggetta a vincoli di PAI.**



-  FRANE: Area di frana attiva (Fa)/Modifiche e integrazioni
-  FRANE: Area di frana quiescente (Fq)/Modifiche e integrazioni
-  FRANE: Area di frana stabilizzata (Fs)/Modifiche e integrazioni
-  ESONDAZIONI: Area a pericolosità molto elevata (Ee)/Modifiche e integrazioni
-  ESONDAZIONI: Area a pericolosità elevata (Eb)/Modifiche e integrazioni
-  ESONDAZIONI: Area a pericolosità media o moderata (Em)/Modifiche e integrazioni
-  CONOIDI: Area di conoide attivo non protetta (Ca)/Modifiche e integrazioni
-  CONOIDI: Area di conoide attivo parzialmente protetta (Cp)/Modifiche e integrazioni
-  CONOIDI: Area di conoide non recentemente attivatosi o completamente protetta (Cn)/Modifiche e integrazioni

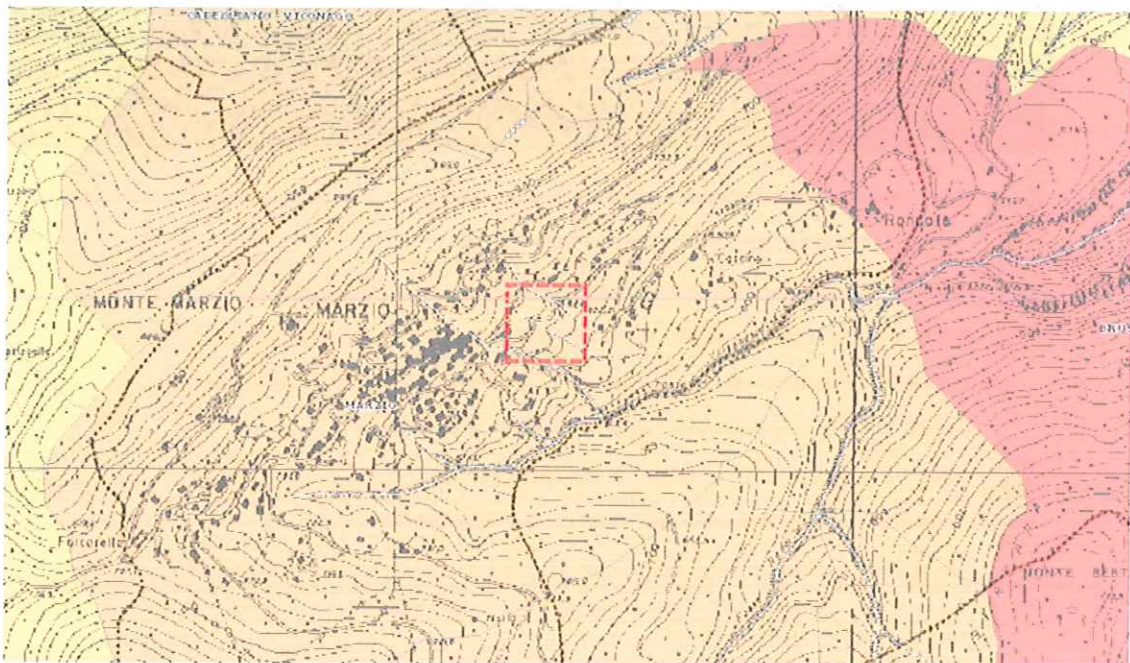
*Estratto Carta PAI. Non in scala

3.2 PIANO DI GESTIONE RISCHIO ALLUVIONI (PGRA)

Ai sensi della Direttiva Europea 2007/60/CE, recepita con D. Lgs. 48/2010, ha avviato una nuova fase di gestione del rischio alluvioni. Il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA), approvato con DPCM 27/10/2016, dirige l'azione sulle aree a rischio più significativo e definisce gli obiettivi di sicurezza e le priorità di intervento. L'area di intervento non rientra in area definita allagabile.

3.3 PIANO TERRITORIALE DI COORDINAMENTO PROVINCIALE

Ai sensi della L.R. 12/05, per la parte inerente la difesa del territorio, il PTCP concorre, in particolare, alla definizione del quadro conoscitivo del territorio provinciale, ne definisce l'assetto idrogeologico, censisce ed identifica le aree soggette a tutela o classificate a rischio idrogeologico. L'analisi delle carte del rischio idrogeologico non ha evidenziato nell'area di nostro interesse alcuna situazione di rischio reale o potenziale né la presenza di vincoli normativi di tutela idrogeologica. Secondo quanto riportato nelle tavole del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP) –RIS3 di Pericolosità per frane superficiali, l'area rientra in una classe a pericolosità media anche se i rilievi di terreno non hanno evidenziato alcun dissesto in atto reale o potenziale..



- Pericolosità alta
- Pericolosità media
- Pericolosità bassa
- Pericolosità molto bassa o nulla

**Estratto Carta Ris3-Ris4 PTCP. Non in scala*

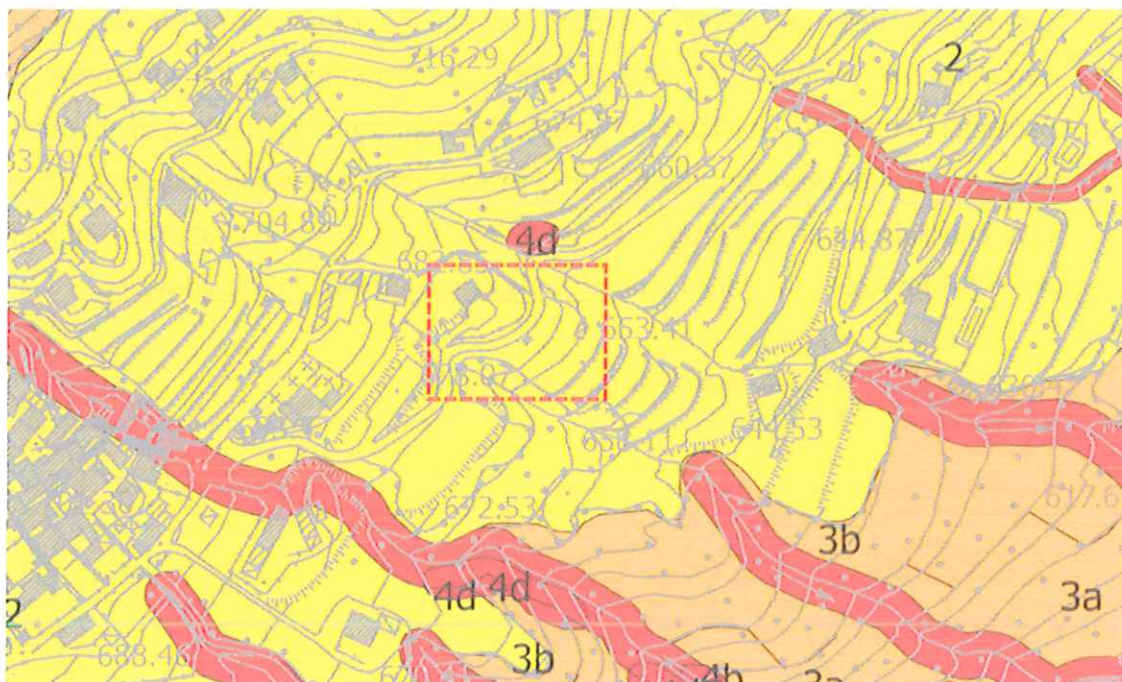
3.4 STUDIO GEOLOGICO DI SUPPORTO ALLA PIANIFICAZIONE COMUNALE

Lo Studio geologico redatto a supporto dello strumento di pianificazione territoriale comunale prevede, come risultato finale, la realizzazione di una Carta di fattibilità geologica delle azioni di piano che sintetizza, con una valutazione incrociata degli elementi raccolti, la situazione del territorio suddividendo lo stesso in classi di fattibilità geologica, cioè in aree a differente grado d'utilizzo del territorio.




La classificazione fornisce, oltre alla possibile destinazione d'uso, le cautele da adottare per gli interventi, gli studi ed eventuali altre indagini puntuali da effettuare.

L'area di progetto è posta in classe di fattibilità 2 (modeste limitazioni) per la quale valgono le seguenti considerazioni:

- Area a pericolosità molto bassa - nulla per frane superficiali con versanti ad acclività inferiore a 20°.



Classi di fattibilità geologica

-  Classe 2 - Fattibilità con modeste limitazioni
-  Classe 3 - Fattibilità con consistenti limitazioni
-  Classe 4 - Fattibilità con gravi limitazioni

*Estratto carta della fattibilità geologica.

Si tratta di aree idonee all'utilizzazione urbanistica a condizione che, per le nuove edificazioni, vengano realizzate scelte progettuali ed interventi tecnici in riferimento alle situazioni presenti. In generale l'edificazione deve essere subordinata all'esecuzione di uno studio geologico-geotecnico di dettaglio, supportato da indagini geognostiche specifiche e puntuali, al fine di valutare il grado di pericolosità e conseguente rischio per le nuove edificazioni, e accertare nel dettaglio del singolo lotto edificatorio, le caratteristiche geotecniche dei terreni di imposta delle fondazioni.

3.5 RETICOLO IDROGRAFICO MINORE

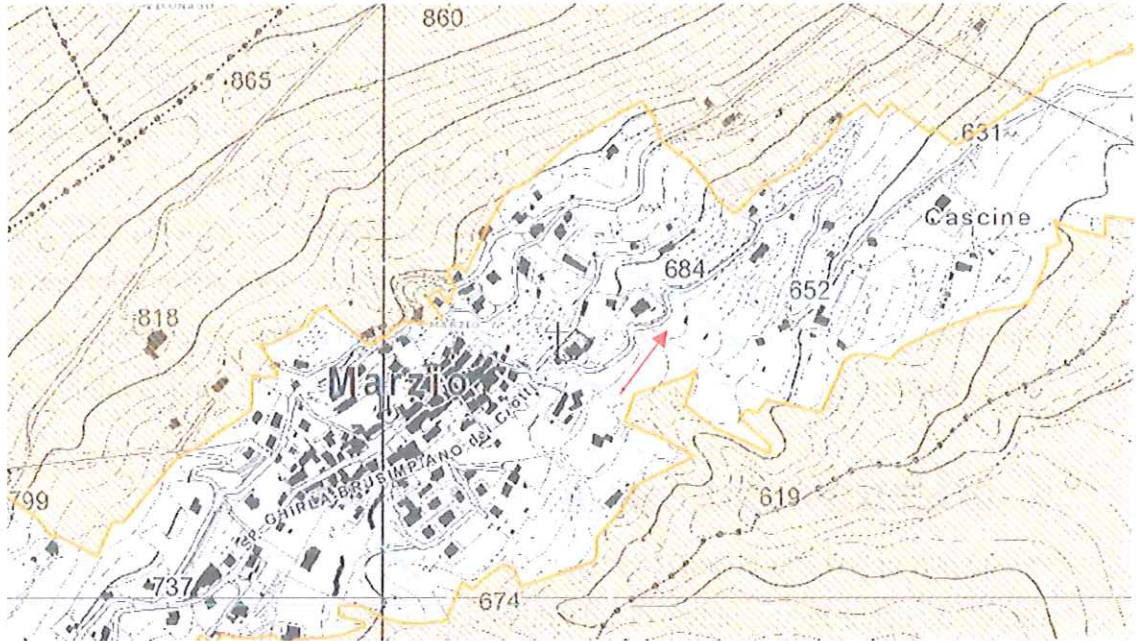
Con l'entrata in vigore della Delibera della Giunta Regionale del 25 gennaio 2002 n. 7/7868 «Determinazione del reticolo idrico principale. Trasferimento delle funzioni relative alla polizia idraulica concernenti il reticolo idrico minore come indicato dall'art. 3 comma 114 della l.r. 1/2000 – Determinazione dei canoni di polizia idraulica» viene demandata ai comuni la funzione di definire il reticolo idrografico superficiale facente parte del Reticolo Idrico Minore, di propria competenza, per il quale si dovrà provvedere allo svolgimento delle funzioni di manutenzione ed alla adozione dei provvedimenti di polizia idraulica. L'area di progetto urbanistico è posta a monte di aste torrentizie facenti parte del Reticolo Idrografico e non è soggetta a vincoli di Polizia Idraulica.



*Estratto Carta dei Vincoli PGT. Non in scala

3.6 VINCOLO IDROGEOLOGICO

Ai sensi dell'art.1 del regio decreto 30 dicembre 1923 n. 3267, l'area non è soggetta a vincolo idrogeologico.



Vincolo idrogeologico



*Estratto Carta Vincolo Idrogeologico.

4 AMBITO DI INTERVENTO

In conformità a quanto descritto, si può facilmente definire la geologia dei terreni interessati dall'intervento progettuale. Come emerge dall'analisi bibliografica dell'area il territorio, antropicamente terrazzato, è caratterizzato da substrato roccioso affiorante e subaffiorante ricoperto da modesti spessori di depositi glaciali. Gli spessori di tali coperture sono fortemente condizionati dai processi di erosione del substrato.

I depositi sciolti sono costituiti da sedimenti eterogenei formati da sabbia, ghiaia con ciottoli in matrice limosa e limi sabbiosi a volte debolmente argillosi.

Non sono visibili processi morfodinamici in atto, escludendo i fenomeni di ruscellamento delle acque di precipitazione e di deflusso sub-superficiale delle acque d'infiltrazione. Si evidenziano possibili interferenze idrologiche legate all'azione delle acque meteoriche non incanalate. Emergenze idriche non sono state rilevate nella zona di intervento.

5 DESCRIZIONE DEL PROGRAMMA DELLE INDAGINI

Per meglio definire le litologie, gli spessori e le caratteristiche geotecniche dei terreni interessati dal progetto, al fine di individuare gli eventuali problemi che si pongono nelle scelte delle soluzioni progettuali, si sono utilizzati i dati di una campagna geognostica eseguita dallo scrivente.

- indagine geofisica per la determinazione della pericolosità sismica di base del sito ai sensi del § 3.2 NTC con caratterizzazione della VSeq, utilizzando una prova di caratterizzazione eseguita con tecnica HVSR per l'analisi dei rapporti di ampiezza fra le componenti orizzontali (H) e la componente verticale (V) delle vibrazioni ambientali.

In conformità al D.M. 17/01/2018, in relazione a quanto previsto nel paragrafo 6.2.2 delle NTC, verranno considerati i seguenti aspetti:

1. rappresentazione del modello geologico del sito;
2. caratterizzazione fisica e meccanica dei terreni, definizione del modello geotecnico di sottosuolo e dei valori caratteristici dei parametri geotecnici;
3. caratterizzazione della pericolosità sismica di base del sito oggetto dell'intervento.

5.1 PROFILO STRATIGRAFICO E DESCRIZIONE DEI TERRENI. MODELLO GEOLOGICO

La verifica di terreno ha permesso di ricostruire la sequenza litologica del sottosuolo mettendo in evidenza tre unità stratigrafiche principali.

La seguente tabella riassume la stratigrafia:

Strati	Litologia
Livello 1	Terreno humico-vegetale
Livello 2	Sabbie limose con ghiaie e ciottoli.
Livello 3	Substrato roccioso carbonatico alterato e fratturato.

I depositi più superficiali, in parte di riporto, sono costituiti da sabbie medio-fini limose e sabbie grossolane, ghiaiose, con ciottoli in stato d'addensamento sciolto. Non si notano nette soluzioni di continuità, ma passaggi graduali per aumento o diminuzione di date frazioni granulometriche. Tali litologie rappresentano sia i depositi postglaciali sia la zona di alterazione superficiale del substrato roccioso. Il substrato roccioso, affiorante a monte dell'area d'intervento, è caratterizzato da calcareniti, di colore grigio, in letti di spessore variabile.

5.2 CARATTERIZZAZIONE FISICA E MECCANICA DEI TERRENI, DEFINIZIONE DEL MODELLO GEOTECNICO PRELIMINARE DI SOTTOSUOLO

La diretta osservazione dei terreni e le ricostruzioni lito-stratigrafiche derivate dalle prove geognostiche, a disposizione di questo studio e realizzate nello stesso ambito di intervento, hanno consentito il raggiungimento di una sufficiente definizione del quadro litologico e stratigrafico del sottosuolo in esame.

Le caratteristiche geotecniche preliminari nei depositi interessati dall'intervento possono essere molto variabili da punto a punto, con differenze spesso notevoli, dovute a diverse granulometrie o a differenti stati di addensamento.

In generale per i terreni sciolti superficiali si hanno mediocri parametri geotecnici:

Angolo di resistenza (φ)	Peso di volume(γ)	Densità relativa (Dr%)
32°/34°	1.7/1.8 t/m³	30/40%

Tali valori sono indicativi, anche se vista la tipologia degli interventi esistenti e di progetto possono essere considerati decisamente validi. Nel determinare i valori dei parametri geotecnici sono stati adottati i seguenti criteri:

- L'angolo d'attrito interno (φ) è stato ricavato dai valori di resistenza penetrometrica applicando e confrontando tra loro le correlazioni proposte da diversi autori e normalmente utilizzate per questo tipo di calcoli (Meyerhof, Road Bridge Specification, Japanes National Railway, De Mello, Malcev, Sowers, Schmertmann, Owasaki-Iwasaki, Hatanaka-Uccida, Peck-Hanson-Thornburn), scegliendo il valore medio tra quelli calcolati.
- I valori del peso di volume del terreno (γ) sono scelti nell'ambito degli usuali intervalli di variazione, compatibili con la natura granulometria ed il grado di addensamento dei terreni indagati;

Tutti i terreni a comportamento incoerente evidenziano condizioni di addensamento sciolte, mediocri caratteristiche geomeccaniche a portanza e scadenti caratteristiche geotecniche di stabilità in fronti di scavo.

Gli affioramenti rocciosi, a monte dell'area di progetto, presentano caratteristiche geomeccaniche variabili, soprattutto negli ambiti a forte clastesi, con valori dell'RQD da medi a decisamente scarsi.

Per una valutazione qualitativa delle caratteristiche tecniche del substrato roccioso è necessario effettuare una classificazione geomeccanica, mediante il rilevamento di varie grandezze delle discontinuità che consentono di calcolare un indice di qualità dell'ammasso roccioso. Per l'analisi delle caratteristiche geomeccaniche si sono utilizzati dati, in possesso di questo Studio, rilevati in aree adiacenti con le stesse caratteristiche geologico-tecniche.

Il substrato roccioso si presenta omogeneo nei caratteri lito-strutturali per tutto il tratto dell'affioramento. Le giaciture dei piani di discontinuità discriminano sistemi fessurativi che favoriscono la formazione di piccoli solidi di roccia.

Le discontinuità si presentano generalmente chiuse o aperte in superficie, con massimi maggiori di 5mm, e lisce o leggermente scabre con presenza minima di riempimento. Le superfici di discontinuità risultano sempre alterate o leggermente alterate nelle circoscritte aree di infiltrazione di acqua. Il valore medio dell'indice di Schmidt è risultato

uguale a 40 con campo di variabilità tra 30 e 50: poiché il peso di volume della roccia è stimato di 26 kN/m³ si ricavano dei valori del coefficiente di resistenza della parete dei giunti, JCS (Joint Compressive Strength), di 90-100 MPa.

Le misure relative al parametro JRC (Joint Roughness Coefficient) sono state effettuate mediante il Pettine di Barton. Dai profili sono stati ricavati valori del coefficiente di scabrezza compresi tra 3 e 6.

Utilizzando tutti i parametri sopra esposti è stato possibile determinare la qualità dell'ammasso roccioso, secondo i metodi proposto da BIENIAWSKI e da ROMANA.

Il metodo di classificazione di Bieniawski è uno dei più utilizzati per caratterizzare l'ammasso roccioso; con tale metodo la classificazione viene effettuata calcolando un indice di qualità denominato *Rock Mass Rating (RMR)* che tiene conto dei seguenti cinque parametri:

1. resistenza a compressione uniassiale della roccia intatta (C_0);
2. indice RQD (*Rock Quality Designation*);
3. spaziatura dei giunti;
4. condizioni fisiche dei giunti;
5. condizioni idriche.

Ad ogni parametro è stato assegnato un coefficiente numerico la cui somma algebrica fornisce l'indice di qualità RMR complessivo dell'ammasso roccioso.

Vengono di seguito riportati i parametri ottenuti dalla classificazione geomeccanica degli ammassi di Bieniawski:

Rock Mass Rating 1989 (Bieniawski)		
Classe	RMR (stimato)	Qualità dell'ammasso roccioso
III	52	MEDIOCRE

I dati sopra esposti si riferiscono alle caratteristiche superficiali dell'ammasso roccioso, generalmente peggiori rispetto a quanto avviene in profondità.

Nell'analisi di un ammasso roccioso occorre riservare particolare attenzione alle discontinuità, in quanto queste possono isolare blocchi di roccia potenzialmente instabili e divenirne possibili piani di scivolamento. Nel caso di masse rocciose interessate da discontinuità ravvicinate (masse rocciose in cui la dimensione del blocco unitario è molto

piccola), un fenomeno di instabilità può coinvolgere più blocchi con movimenti relativi tra gli stessi. Oltre al comportamento delle singole discontinuità, i parametri che caratterizzano la resistenza al taglio di tali tipi di masse sono principalmente la spaziatura e la rigidità sia della matrice, sia della discontinuità. La resistenza al taglio di questi tipi di masse è stata studiata da molti ricercatori di Meccanica delle Rocce (Bandis et al. 1981; Barton 1971, 1981; Barton e Chubey 1977; Ladanyi e Archambault 1972; Hoek e Brown 1980; Jaeger 1971).

Tabella I. Correlazioni approssimate tra le qualità della massa rocciosa e le costanti empiriche.

	A	B	C	D	E
Campioni di roccia intatta (dimensioni di laboratorio senza giunti)	m = 7,0 s = 1,0	m = 10,0 s = 1,0	m = 15,0 s = 1,0	m = 17,0 s = 1,0	m = 25,0 s = 1,0
Massa rocciosa di ottima qualità (roccia sana con giunti serrati e spaziati di 3 m)	m = 3,5 s = 0,1	m = 5,0 s = 0,1	m = 7,5 s = 0,1	m = 8,5 s = 0,1	m = 12,5 s = 0,1
Massa rocciosa di buona qualità (roccia debolmente alterata, con giunti spaziati di 1-3 m)	m = 0,7 s = 0,004	m = 1,0 s = 0,004	m = 1,5 s = 0,004	m = 1,7 s = 0,004	m = 2,5 s = 0,004
Massa rocciosa di media qualità (parecchi sistemi di giunti moderatamente alterati e spaziati di 0,3-1 m)	m = 0,14 s = 0,0001	m = 0,20 s = 0,0001	m = 0,30 s = 0,0001	m = 0,34 s = 0,0001	m = 0,50 s = 0,0001
Massa rocciosa di qualità scadente (numerosi giunti alterati e spaziati di 30-50 mm)	m = 0,04 s = 0,00001	m = 0,05 s = 0,00001	m = 0,08 s = 0,00001	m = 0,09 s = 0,00001	m = 0,13 s = 0,00001
Massa rocciosa di qualità molto scadente (numerosi giunti fortemente alterati e spaziati meno di 50 mm, intercalati da detriti e fini)	m = 0,007 s = 0	m = 0,010 s = 0	m = 0,015 s = 0	m = 0,017 s = 0	m = 0,025 s = 0

A. Rocce carbonatiche (dolomie, calcari, marmi);

B. Argilloscisti litificati (marne, argilloscisti);

C. Rocce arenacee (quarziti, arenarie);

D. Rocce ignee cristalline a grana fine (andesiti, doleriti, diabasi, rioliti);

E. Rocce ignee cristalline e metamorfiche a grana grossa (anfiboliti, gabbri, gneiss, graniti, quarzo/dioriti).

Hoek e Brown (1980) proposero il seguente criterio di rottura empirico valido per masse rocciose con giunti ravvicinati:

$$\sigma_1 = \sigma_3 + q_c \cdot \left(m \frac{\sigma_3}{q_c} + s \right)^{0,5}$$

in cui:

σ_1 è la massima tensione principale efficace;

σ_3 è la minima tensione principale efficace;

q_c è la resistenza a compressione semplice di un provino standard di roccia intatta;

m ed s sono delle costanti adimensionali caratteristiche di ciascun tipo di ammasso, che dipendono dalla forma e dal grado di incastramento dei singoli blocchi di roccia nella massa.

Tale criterio può essere esteso alla roccia intatta ($s = 1$) e ad un materiale granulare ($s = 0$). La resistenza a compressione monoassiale della massa rocciosa è data da:

$$q_{c, \text{mass}} = q_c \cdot s^{0,5} \text{ ed è nulla quando } s = 0.$$

Hoek e Brown determinarono, utilizzando le classificazioni di Barton e Bieniawski, valori dei parametri empirici m ed s . La Tabella I riporta, per i vari tipi di roccia e qualità, i valori dei parametri empirici che Hoek e Brown suggeriscono di utilizzare in assenza di specifici dati sperimentali.

Indici per la valutazione della resistenza di ammassi di roccia

Ai fini del calcolo della capacità portante delle fondazioni superficiali su roccia, Hoek e Brown (1997) hanno introdotto l'indice GSI (Geological Strength Index), il cui significato è quello di un indice di resistenza, valido per ammassi di roccia tenera e dura.

Le relazioni fornite da Hoek e Brown per determinare il valore di tale indice sono le seguenti:

$$\text{GSI} = \text{RMR} - 5 \quad \text{per } \text{RMR} \geq 23 \quad (1)$$

$$\text{GSI} = 9 \ln Q' + 44 \quad \text{per } \text{RMR} < 23 \quad (2)$$

in cui:

RMR è il Rock Mass Rating, definito da Bieniawski (1989);

$Q' = \frac{\text{RQD}}{J_n} \cdot \frac{J_r}{J_a}$ è l'Indice di qualità (modificato) di Barton.

Hoek e Brown (1997) hanno comunque proposto anche una tabella per effettuare una stima dell'indice GSI tramite una semplice ispezione visiva. In essa (Tabella II) sono individuate 4 principali categorie di rocce, in accordo con la classificazione di Terzaghi:

- (i) Blocky (Massiva);
- (ii) Very Blocky (Discretamente massiva);
- (iii) Blocky/Folded (Massiva con discontinuità);
- (iv) Crushed (Disgregata).

Le condizioni della superficie di discontinuità sono invece classificate in 5 categorie, simili a quelle adottate per la definizione dell'indice RMR:





- (i) Very Good (Molto buona);
- (ii) Good (Buona);
- (iii) Fair (Discreta);
- (iv) Poor (Scadente);
- Very Poor (Molto scadente).

In base alla classificazione dell'ammasso roccioso e della sua superficie di discontinuità è dunque possibile riferirsi a una specifica cella della tabella, la quale fornisce un intervallo di valori stimati per GSI nelle condizioni in esame. Secondo Hoek (1998), per ragioni operative, da tale intervallo se ne dovrebbe trarre un unico valore, la cui scelta determinerà il calcolo delle fondazioni e degli scavi nella roccia. Hoek (1994) e Hoek e Brown (1997), dall'analisi di un certo numero di casi reali, hanno trovato le seguenti correlazioni tra i parametri m , s e GSI:

$$m = m_r \cdot e^{\left(\frac{GSI-100}{28}\right)} \quad s = e^{\left(\frac{GSI-100}{9}\right)}$$

- (v) ove m_r è la costante del materiale roccioso ricavabile da prove triassiali su provini di roccia. La correlazione proposta per s è valida solamente per pendii e cave a cielo

Tabella II. Stima dell'indice GSI attraverso ispezione visiva delle condizioni geologiche.

GEOLOGICAL STRENGTH INDEX		DISCONTINUITY SURFACE CONDITION				
According to geological conditions, pick the appropriate box in this chart. Estimate the average value of the Geological Strength Index GSI from the contours.		VERY GOOD Very rough, unweathered surfaces	GOOD Slightly weathered, iron stained surfaces	FAIR Moderately weathered or altered surfaces	POOR Silicified, highly weathered surfaces with compact coatings or fillings containing iron concretions	VERY POOR Slackened, highly weathered surfaces with soft clay coatings or fillings
STRUCTURE		80	70	60	50	40
	BLOCKY - very well interlocked undisturbed rock mass consisting of cubical blocks formed by three orthogonal discontinuity sets					
	VERY BLOCKY - interlocked, partially distributed rock mass with multifaceted angular blocks formed by four or more discontinuity sets					
	BLOCKY/FOLDED - folded and faulted with many intersecting discontinuities forming angular blocks					
	CRUSHED - poorly interlocked, heavily broken rock mass with a mixture of angular and rounded blocks					

aperto. Si noti che, con una piccola approssimazione, è anche possibile esprimere m direttamente in funzione di s :

$$m = m_r \cdot e^{\left(\frac{GSI-100}{28}\right)} \cong m_r \cdot e^{\left(\frac{GSI-100}{27}\right)} = m_r \cdot s^{\frac{1}{3}}$$

Dai dati acquisiti in campagna ed utilizzando il metodo empirico esposto per il substrato roccioso che interessa il progetto, si ottengono i seguenti risultati di resistenza al taglio.

Hoek Brown Classification

sigci	45	MPa
GSI	44	
mi	9	
D	1	
Ei	19125	

Hoek Brown Criterion

mb	0.164841
s	8.8427e-005
a	0.508658

Failure Envelope Range

Application	Slopes	
sig3max	0.0990408	MPa
Unit Weight	0.026	MN/m3

Mohr-Coulomb Fit

c	0.0713317	MPa
phi	48.1892	degrees

Rock Mass Parameters

sigt	-0.0241397	MPa
sigc	0.390311	MPa
sigcm	2.32519	MPa
Erm	921.342	MPa

6 ANALISI DELLA PERICOLOSITA' GEOLOGICA

Per la definizione della pericolosità geologica s.l. dell'area di interesse si è fatto riferimento alla Componente Geologica, Idrogeologica e Sismica del Piano di Governo del Territorio e a quanto venuto a conoscenza durante la stesura del presente elaborato.

6.1 PERICOLOSITÀ GEOLOGICA/GEOMORFOLOGICA

Il sito di intervento si colloca in un ambito areale che non presenta particolari situazioni di vulnerabilità. La morfologia a debole pendenza del territorio esclude la presenza di processi in atto e potenziale di dinamica geomorfologica.

6.2 PERICOLOSITÀ IDRAULICA/IDROGEOLOGICA

Non si ravvedono situazioni di pericolosità idraulica ed idrogeologica. Particolare attenzione andrà posta alla regimazione delle acque meteoriche di infiltrazione in terreni a permeabilità media.

6.3 PERICOLOSITÀ GEOTECNICA

I terreni di fondazione mostrano discrete caratteristiche geomeccaniche a portanza mentre si evidenziano problemi legati alla stabilità dei fronti di scavo in relazione alla salvaguardia delle strutture limitrofe.

6.4 PERICOLOSITÀ SISMICA

Con l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 si è avviato in Italia un processo per la stima della pericolosità sismica, stabilendo una nuova classificazione sismica del territorio nazionale. La nuova classificazione, che in parte utilizza e aggiorna la classificazione proposta nel 1998 dal Gruppo di Lavoro istituito dal Servizio Sismico Nazionale, è articolata in 4 zone, ciascuna contraddistinta da un diverso valore dell'accelerazione di picco orizzontale del suolo (a_g) con probabilità di superamento del 10% in 50 anni.

Questa iniziativa ha poi portato alla realizzazione della Mappa di Pericolosità Sismica 2004 (MPS04) che, con l'emanazione dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei

Ministri n. 3519 del 28 aprile 2006, è diventata ufficialmente la mappa di riferimento per il territorio nazionale. In ottemperanza all'art. 2 della O.P.C.M. 3274/2003, Regione Lombardia, con D.G.R. n. VII/14964 del 7 novembre 2003, ha provveduto alla classificazione sismica del proprio territorio.

Secondo tale classificazione (Allegato A alla D.G.R. n. VII/14964 del 7 novembre 2003) il Comune di Marzio è stato classificato in Zona Sismica 4 (sismicità molto bassa) identificato da un valore di $a_g < 0,05g$.

Come si evince dalla mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale (O.P.C.M. n. 3519/2006 All. 1b), il Comune di Marzio ricade in un intervallo di valori di a_g (accelerazione sismica orizzontale massima del suolo con probabilità di superamento del 10% in 50 anni e riferita a suoli rigidi) compreso tra **0,025g e 0,050g** ponendolo di fatto in **Zona Sismica 4**, come da tabella riportata nella O.P.C.M. 3274/2003.

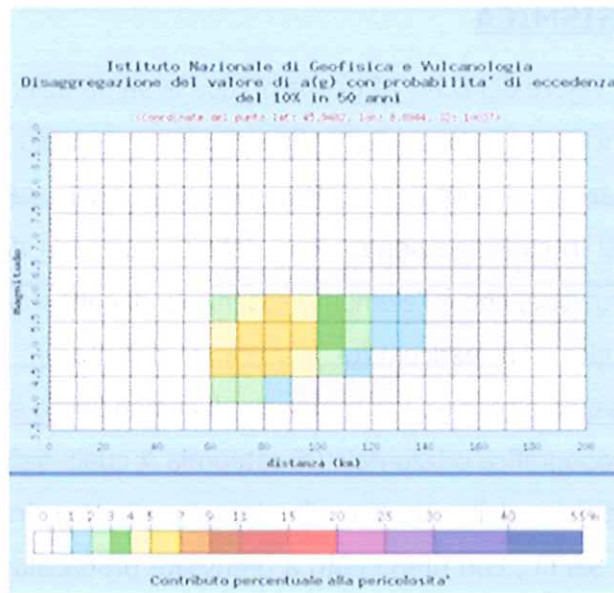
zona	accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10 % in 50 anni [a_g/g]	accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme Tecniche) [a_g/g]
1	$> 0,25$	0,35
2	0,15-0,25	0,25
3	0,05-0,15	0,15
4	$< 0,05$	0,05

Il 16 aprile 2016 è entrata in vigore la D.G.R. n. X/2129 dell'11 luglio 2014 con la quale Regione Lombardia ha provveduto alla determinazione di un livello di classificazione sismica maggiormente cautelativo rispetto a quello vigente, riclassificando il proprio territorio dal punto di vista sismico coerentemente con la mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale, anche in funzione del riordino delle disposizioni della normativa regionale in materia di vigilanza e controllo sulle costruzioni in zona sismica.

A seguito della nuova classificazione sismica il Comune di Marzio è classificato in Zona Sismica 4 (sismicità molto bassa), con valore di a_g pari a **0,038646g**.

Dalla consultazione delle mappe interattive di pericolosità sismica (reperibili sul sito <http://esse1-gis.mi.ingv.it>) è anche possibile ricavare il contributo percentuale delle diverse coppie di dati magnitudo-distanza epicentrale alla pericolosità sismica di base.

Individuato il riquadro corrispondente al valore di a_g più vicino al Comune di Marzio si ricavano i dati di disaggregazione.



*Disaggregazione, grafico dei contributi alla pericolosità per intervalli di magnitudo e distanza epicentrale

Distanza in km	Disaggregazione del valore di a(g) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 45.9482, lon: 8.8944, ID: 10037)									
	Magnitudo									
	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
0-10	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	2.320	5.540	4.410	2.830	0.354	0.000	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	2.310	6.420	5.960	4.300	0.563	0.000	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	1.640	5.910	6.740	5.080	0.479	0.000	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.772	4.020	5.360	4.220	0.371	0.000	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.243	2.320	3.730	3.010	0.248	0.000	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.045	1.190	2.560	2.260	0.274	0.011	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.001	0.530	1.710	1.760	0.556	0.066	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.208	1.080	1.210	0.526	0.073	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.077	0.738	0.875	0.417	0.064	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.024	0.461	0.635	0.348	0.059	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.004	0.254	0.471	0.349	0.064	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.131	0.341	0.305	0.058	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.074	0.268	0.240	0.045	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.044	0.220	0.198	0.037	0.000	0.000	0.000

*Disaggregazione, tabella dei contributi alla pericolosità per intervalli di magnitudo e distanza epicentrale

Per l'ambito di studio si rileva che il contributo percentuale medio alla pericolosità sismica si ha per terremoti di magnitudo 5,24 alla distanza, dall'epicentro, di 93,800 km.

7 AZIONE SISMICA

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'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. La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa (a_g) in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria **A** quale definita al § 3.2.2 delle NTC), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} , come definite nel § 3.2.1 (NTC), nel periodo di riferimento VR , come definito nel § 2.4 (NTC). In alternativa è ammesso l'uso di accelerogrammi, purché correttamente commisurati alla *pericolosità sismica* del sito.

Ai fini della presente normativa le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- a_g accelerazione orizzontale massima al sito;
- F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale.
- T^*_c periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Il moto generato da un terremoto in un sito dipende dalle particolari condizioni locali, cioè dalle caratteristiche topografiche e stratigrafiche dei depositi di terreno e degli ammassi rocciosi e dalle proprietà fisiche e meccaniche dei materiali che li costituiscono. Alla scala della singola opera o del singolo sistema geotecnico, la risposta sismica locale consente di definire le modifiche che un segnale sismico subisce, a causa dei fattori anzidetti, rispetto a quello di un sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale.

Effetti sismici di sito

Il vigente P.G.T. di Marzio è dotato di uno studio relativo alla Pericolosità Sismica Locale di I Livello. I contenuti di tale analisi sono riportati nello Studio per la Componente Geologica, Idrogeologica e Sismica, redatto nell'ottobre del 2015.

Negli scenari di pericolosità sismica locale previsti dalla Regione Lombardia, l'area in esame ricade in Zona Z4c, corrispondente all'ambito di zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi per cui si prevedono solo potenziali effetti di amplificazione litologica. Nel sito in esame ai sensi del DM 17/01/2018 cap. 7.11.3.4.2 non è richiesta la verifica alla liquefazione.

La pericolosità sismica di base costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche. La determinazione è stata eseguita secondo l'approccio semplificato previsto dal § 3.2.2 delle NTC, con i seguenti risultati:

Le misure sismiche eseguite con tecnica HVSr, in ambiti limitrofi, hanno consentito l'analisi dei rapporti di ampiezza fra le componenti orizzontali (H) e la componente verticale (V) delle vibrazioni ambientali e di valutare la variazione verticale della velocità delle onde di taglio, correlando le stesse al parametro V_{Seq} richiesto dalla Normativa.

La prova consiste nella valutazione sperimentale dei rapporti di ampiezza fra le componenti orizzontali (H) e la componente verticale (V) delle vibrazioni ambientali (o rumore sismico ambientale o microtremori) sulla superficie del terreno, misurati in un punto con un apposito sismometro a tre componenti. Per questo motivo la prova assume la denominazione di prova HVSr (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) o più comunemente nota con il termine H/V.

Le vibrazioni ambientali (o rumore sismico ambientale o microtremori) sono movimenti del terreno caratterizzati da ampiezze non percepibili dall'uomo (10^{-4} – 10^{-2} mm), effetto di una molteplicità di sorgenti sia naturali sia antropiche.

Pertanto, questa prova ha lo scopo principale di mettere in luce la presenza di fenomeni di risonanza sismica e consentire una stima delle frequenze alle quali il moto del terreno può risultare amplificato a causa di questi fenomeni. Contestualmente fornisce indicazioni di tipo qualitativo sull'entità delle risonanze attese. In generale, la stima della frequenza di risonanza sarà tanto più precisa quanto maggiore è il contrasto di impedenza sismica responsabile del fenomeno. Inoltre, se i risultati della prova sono invertiti mediante opportune procedure numeriche, soprattutto se in associazione ad altre indicazioni

sperimentali, possono fornire vincoli importanti al profilo di velocità delle onde di taglio nel sottosuolo.

L'esito di questa prova è una curva sperimentale che rappresenta il valore del rapporto fra le ampiezze spettrali medie delle vibrazioni ambientali in funzione della frequenza di vibrazione. Le frequenze alle quali la curva H/V mostra dei massimi sono legate alla frequenza di risonanza del terreno al di sotto del punto di misura.

Dal punto di vista pratico la prova è stata eseguita attenendosi a quanto riportato nelle linee guida messe a punto nell'ambito del progetto europeo SESAME "Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibration, measurements, processing and interpretation; 2004", a cui si rimanda.

Le serie temporali registrate nelle tre componenti del moto vengono analizzate secondo opportuna procedura spettrale (FFT) fino alla produzione delle curve H/V, dove H è la media di due componenti spettrali orizzontali ortogonali. Si esegue inizialmente una suddivisione, delle tre tracce registrate, in finestre temporali di prefissata durata. Queste finestre vengono poi filtrate in base a criteri che permettono di individuare l'eventuale presenza di transienti (disturbi temporanei con grandi contributi nelle frequenze alte) o di fenomeni di saturazione.

Per ciascuna delle finestre rimanenti, quindi ritenute valide, viene valutato lo spettro di Fourier. Quest'ultimo viene sottoposto a tapering e/o lisciamento secondo una delle varie tecniche note in letteratura. Questo permette quindi di ottenere il ricercato rapporto spettrale H/V per tutti gli intervalli temporali in cui viene suddivisa la registrazione durante l'operazione di windowing.

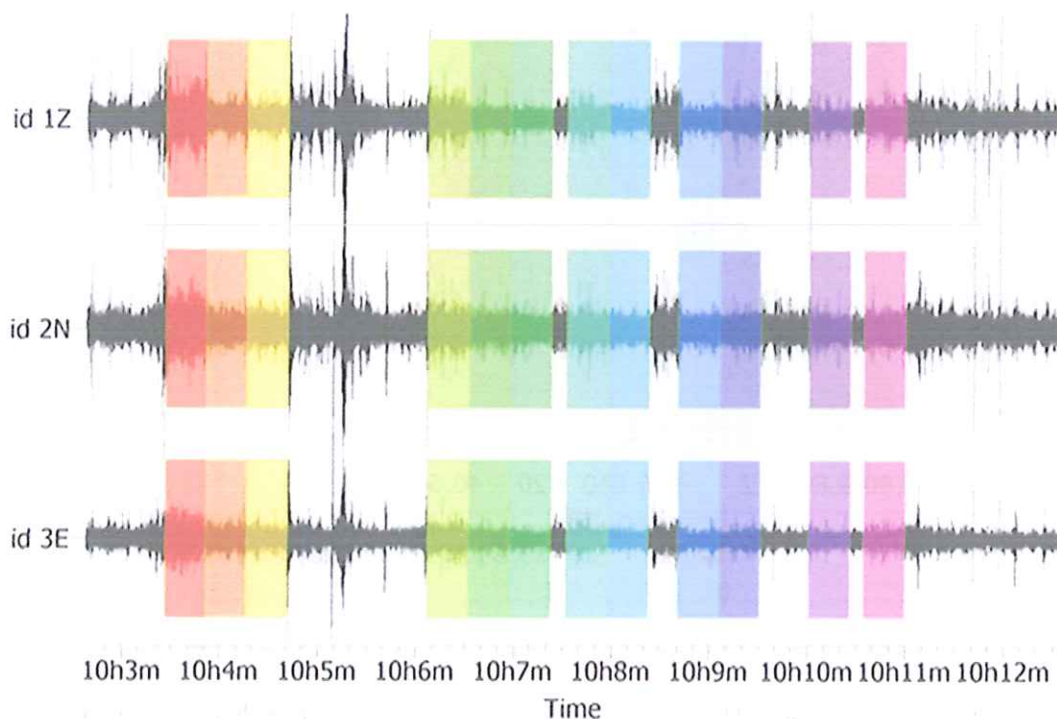
Eseguendo per ciascuna frequenza di tali rapporti spettrali una media sulle varie finestre, si ottiene il rapporto spettrale H/V medio, la cui frequenza di picco (frequenza in cui è localizzato il massimo valore assunto dal rapporto medio stesso) rappresenta la deducibile stima della frequenza naturale di vibrazione del sito.

Acquisizione dei dati

L'acquisizione del rumore sismico ambientale è stata effettuata mediante l'ausilio di una terna geofonica a stazione sismica modello Gemini 2 della PASI srl, con frequenza di risonanza di 2Hz, integrata ad un acquisitore hardware da 24 bit, adottando una frequenza di campionamento di 200 Hz per una durata 15 min.

Lo strumento è stato posizionato su terreno naturale utilizzando appositi supporti di accoppiamento strumento-terreno e orientando, convenzionalmente, l'asse principale dello strumento verso il Nord magnetico. L'analisi ed elaborazione dei dati acquisiti sono state effettuate con il software open source Geopsy (e abbinato applicativo dinver per la ricostruzione della curva di inversione), nato durante il progetto europeo SESAME.

Le tracce registrate sono state inizialmente suddivise in finestre temporali della durata fissa di 25 sec, per ognuna delle quali è stato calcolato lo spettro del moto. Quindi si è proceduto alla "pulizia" del tracciato dai disturbi mediante rimozione, dalla serie temporale, di eventi non conformi al rumore ambientale; questa operazione ha portato ad una diminuzione della lunghezza temporale degli intervalli entro cui calcolare la curva H/V.



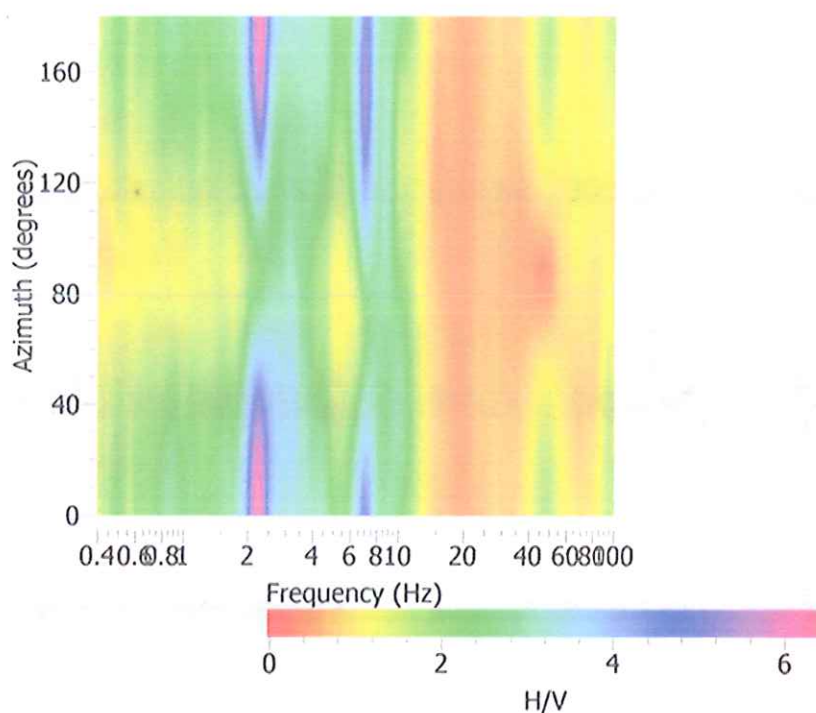
Suddivisione temporale delle tracce acquisite dopo l'operazione di filtraggio

Per ognuna di queste finestre, ritenute valide, è stato quindi calcolato lo spettro di Fourier delle tre componenti x, y, z del moto, sottoponendolo ad un processo di lisciamiento secondo il metodo di Kono & Ohmachi (così come consigliato nelle linee guida SESAME).

A questo punto si procede con la somma delle due componenti orizzontali x e y e successivamente al calcolo della curva H/V come rapporto spettrale tra la componente orizzontale H e la componente verticale V degli "n" intervalli temporali stazionari.

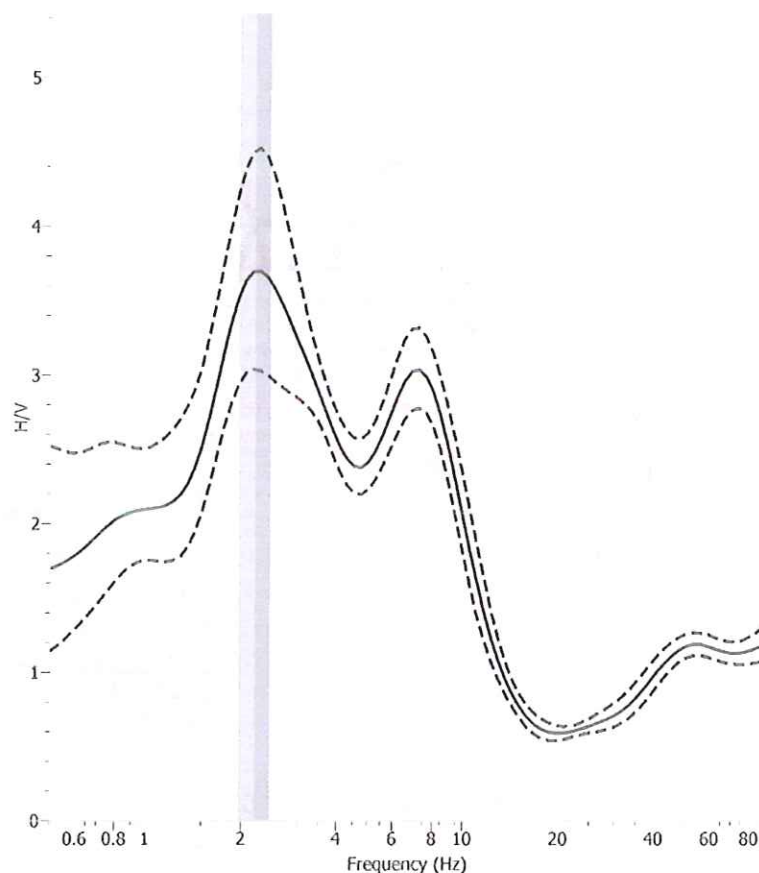
Da questa operazione poi è stata calcolata la curva H/V media tra le "n" curve H/V.

I risultati ottenuti, durante le fasi di elaborazione delle curve H/V, sono stati iterativamente controllati andando a valutare la direzionalità e la stabilità nel tempo della curva H/V. Un buon valore di uniformità spaziale del segnale ed una sua buona persistenza nel tempo sono indice della validità stratigrafica del segnale sismico elaborato, come evidente nella seguente figura.



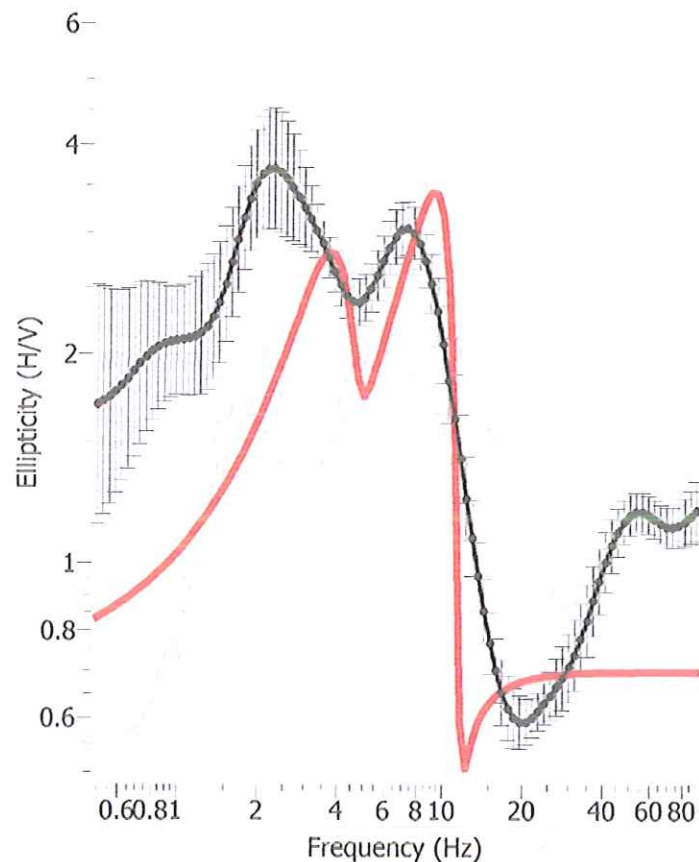
La validità della curva H/V è stata verificata secondo i criteri di ammissibilità del progetto SESAME, che definiscono la robustezza statistica della curva H/V e degli eventuali picchi presenti.

Nell'analisi H/V eseguita sono rispettati tutti i criteri per una curva affidabile; inoltre è rispettata la condizione che prevede la verifica di almeno 5 criteri su 6 per un picco chiaro e stabile.



Visualizzazione della curva H/V e spettro medio di ampiezza

Conclusa la procedura di elaborazione del segnale è stato possibile ricostruire, con l'ausilio dell'applicativo Dinver di Geopsy, una curva di inversione, in modo da ottenere un modello della stratigrafia sismica più probabile sulla verticale del punto di misura. Ipotizzando una stratigrafia a cinque strati, stante il contesto geologico in cui si inserisce il sito, è stato ricavato un modello di curva di ellitticità sintetica che meglio si adatta (minor disallineamento) alla curva di ellitticità sperimentale.



Curva di ellitticità sintetica da modello sovrapposta alla curva di ellitticità sperimentale (in nero) misurata

La curva di ellitticità sintetica, nelle ipotesi stratigrafiche formulate, si adatta bene alla curva di ellitticità sperimentale. Questo si traduce in una stratigrafia sismica con V_s equivalente maggiore di 360 m/s.

Pertanto i terreni in sito appartengono alla **categoria di suolo B**.

Classificazione delle condizioni topografiche secondo quanto previsto nelle tabelle 3.2.IV e 3.2.VI delle NTC: la superficie topografica, poiché il sito è ubicato area subpianeggiante, può essere classificata come appartenente alla categoria 'T1': "Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$ ".

STUDIO DI CONSULENZE GEOLOGICO-TECNICHE
DOTT. FABIO MELONI
VIA UGO FOSCOLO 1 – 21016 LUINO (VA)
TEL. 3479414682

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

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
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.

Tab. 3.2.IV – *Espressioni di S_s e di C_c*

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

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento VR che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale VN per il coefficiente d'uso Cu. Al fine della caratterizzazione delle azioni sismiche di cui al paragrafo 3.2 della normativa e della definizione delle forme spettrali in base ai parametri correlati al reticolo di riferimento, le coordinate del sito oggetto dell'intervento sono le seguenti (la sigla ED50 si riferisce all'ellissoide di riferimento adottato per la carta di pericolosità dell'INGV):

Sito in esame.

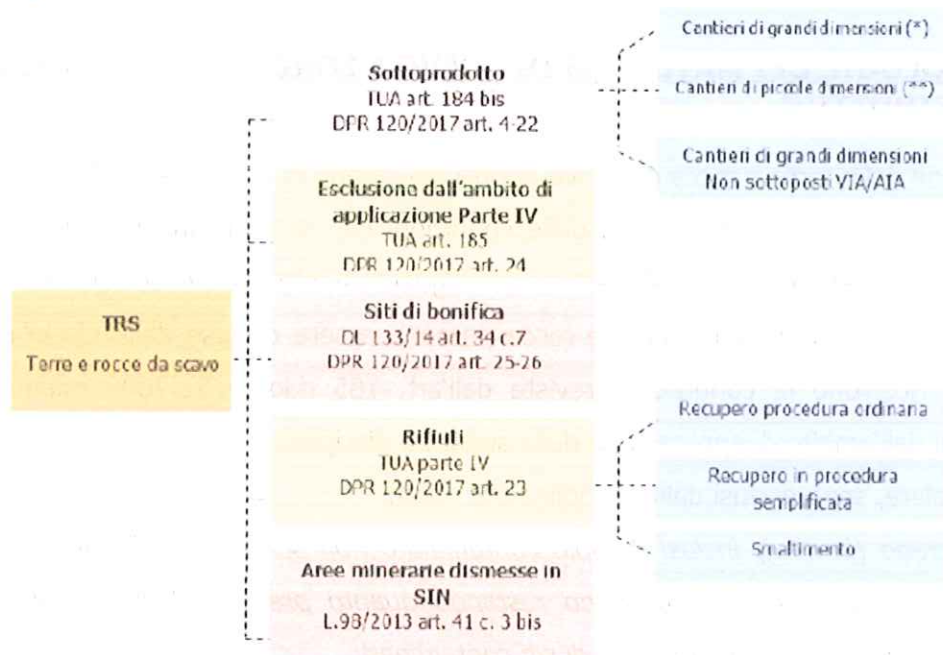
Latitudine ED50: 45,940205°

Longitudine ED50: 8,863408°

Classe d'uso II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali.

Vita nominale: 50 [anni]

Da cui derivano i seguenti parametri sismici:



Il DPR 120/2017 disciplina il riutilizzo delle terre e rocce da scavo nello stesso sito di produzione ai sensi dell'articolo 185 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, che recepisce l'articolo 2, paragrafo 1, lettera c), della Direttiva 2008/98/CE relativa ai rifiuti. Ai sensi dell'art 24 i requisiti per l'utilizzo in situ delle terre e rocce da scavo escluse dalla disciplina dei rifiuti sono di seguito riportati:

- **Non contaminazione:** in base al comma 1 dell'art. 24 del DPR 120/2017 la non contaminazione è verificata ai sensi dell'Allegato 4.
- **Riutilizzo allo stato naturale:** il riutilizzo delle terre e rocce deve avvenire allo stato e nella condizione originaria di pre-scavo come al momento della rimozione. Si ritiene che nessuna manipolazione e/o lavorazione e/o operazione/trattamento possa essere effettuata ai fini dell'esclusione del materiale dalla disciplina dei rifiuti ai sensi dell'art.185 comma 1 lettera c). Diversamente, e cioè qualora sia necessaria una qualsiasi lavorazione, le terre e rocce dovranno essere gestite come rifiuti oppure se ricorrono le condizioni potranno essere qualificate come "sottoprodotti" ex art.184-bis. A tal fine occorrerà anche valutare se il trattamento effettuato sia conforme alla definizione di "normale pratica industriale" di cui all'art. 2 comma 1 lettera o) e all'Allegato 3 del DPR 120/2017, con l'obbligo di trasmissione del Piano di utilizzo di cui all'art.9 o della dichiarazione di cui all'art.21.

• **Riutilizzo nello stesso sito:** il comma 1 dell'art. 24 del DPR 120 ribadisce che il riutilizzo deve avvenire nel sito di produzione.

Dalla lettura dell'art. 24 è possibile distinguere, ai fini delle procedure da applicare e indipendentemente dalla quantità prodotta in cantiere, i seguenti due casi relativi al riutilizzo delle terre e rocce escluse dalla parte IV del D.lgs. n. 152/2006 ai sensi dell'art.185 comma 1 lettera c):

1) Terre e rocce prodotte nell'ambito della realizzazione di opere o attività non sottoposte a valutazione di impatto ambientale.

La norma non prevede la trasmissione ad alcuna autorità/ente della verifica della non contaminazione avvenuta ai sensi dell'Allegato 4 (vd. co.1 art. 24). Alla luce del fatto che qualsiasi regime più favorevole a quello di un "rifiuto" richiede sempre l'onere della prova da parte del produttore, sarà comunque necessario da parte del produttore dimostrare il possesso dei requisiti e la conservazione di tale verifica per l'eventuale esibizione in caso di richiesta da parte degli organi di controllo. Si ritiene opportuna, comunque, la trasmissione all'autorità competente della documentazione comprovante la non contaminazione.

2) Terre e rocce prodotte nell'ambito della realizzazione di opere o attività sottoposte a valutazione di impatto ambientale.

In questo caso la procedura da seguire è individuata dai commi 3, 4, 5 e 6 dell'art.24. In particolare il produttore è tenuto a presentare ed eseguire un «Piano preliminare di utilizzo in sito delle terre e rocce da scavo escluse dalla disciplina dei rifiuti», secondo le modalità e tempistiche descritte nei commi sopracitati.

9 FATTIBILITÀ GEOLOGICA

Considerate le caratteristiche geologiche ed idrogeologiche del territorio in esame, non si ravvisano controindicazioni all'esecuzione del Piano Attuativo; le opere sono pertanto attuabili all'interno del contesto geologico rilevato. L'analisi morfologica non ha evidenziato particolari elementi di criticità. La situazione dei luoghi impone comunque la definizione di alcune norme di carattere generale, garanti della sicurezza del sito e delle aree limitrofe, in relazione ai volumi di scavo previsti.

Nella fase di sbancamento in terreno si dovrà provvedere allo scavo solo nello stretto necessario, sia per altezza che per lunghezza ai fini di garantire limitati movimenti di terra e soprattutto la stabilità del fronte e comunque ridurre il rischio di locali scivolamenti ad ambiti ristretti.

Al fine di prevenire e mitigare i fenomeni di dissesto idrogeologico provocati dall'impermeabilizzazione dei suoli e, conseguentemente, di contribuire ad assicurare elevati livelli di salvaguardia idraulica e ambientale, particolare cura andrà posta al progetto delle opere di drenaggio e smaltimento delle acque meteoriche superficiali del comparto per garantire il principio di invarianza idraulica ai sensi del R.R. n. 7/2017 e successive modifiche. Le caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni di fondazione dovranno essere investigate con opportune indagini in sede di presentazione del progetto definitivo.

10 CONCLUSIONI

In conclusione si può affermare quanto segue: in considerazione di quanto sopra scritto, in merito alla situazione geologica-idrogeologica e geotecnica, che emerge dalle valutazioni effettuate, nell'area d'intervento non sono emerse situazioni di sostanziale interferenza con la proposta progettuale.

Alla luce delle considerazioni espresse, si ritiene, pertanto, che il progetto di Piano Attuativo sia compatibile con il quadro geologico-tecnico formulato.

Luino, marzo 2024

Dott. Geol.

Fabio Meloni



The first part of the document discusses the importance of maintaining accurate records of all transactions. It emphasizes that every entry should be supported by a valid receipt or invoice. This ensures transparency and allows for easy verification of the data.

Additionally, it is noted that the records should be kept for a minimum of seven years. This is a legal requirement in many jurisdictions and helps in the event of an audit or a dispute.

The second part of the document outlines the procedures for handling discrepancies. It states that any errors should be identified immediately and corrected. A clear explanation of the error and the steps taken to rectify it should be provided.

Finally, the document concludes by stating that the accuracy and integrity of the records are essential for the success of the organization. It encourages all staff members to take their responsibilities seriously and to adhere to the established protocols.

Date: _____
 Signature: _____