

## **GEOSTUDIO Geologi Associati di Merlini - Monelli - Mattioli**

42035 CASTELNOVO NE' MONTI (RE) Via Franceschini n.26  
Tel. / Fax 0522 - 81 19 48  
e-mail: [gstdmmm@libero.it](mailto:gstdmmm@libero.it)

### **RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA**

Comune di Baiso (RE)

Località : Capoluogo- ex Campo Sportivo

OGGETTO : Ambito ACR1

Committente : Amministrazione Comunale di Baiso

gennaio 2022

# GEOSTUDIO Geologi Associati di Merlini - Monelli - Mattioli

Sede legale: 42035 CASTELNOVO NE' MONTI (RE) Via Franceschini n.26 Tel. / Fax 0522 - 81 19 48  
e-mail: [gstdmmm@libero.it](mailto:gstdmmm@libero.it)

---

Comune di Baiso (RE)

Località : Capoluogo – ex Campo Sportivo

Committente : Amministrazione Comunale di Baiso

Oggetto : Piano Urbanistico Attuativo - Ambito ACR1

## STUDIO GEOLOGICO E SISMICO

gennaio 2022

Per la GEOSTUDIO  
geol. Vittorio Monelli

---

## INDICE

1. Riferimenti cartografici e bibliografici .....	pag. 1
2. Premessa .....	pag. 1
3. Geologia, geomorfologia ed idrogeologia dell'area .....	pag. 2
4. Indagine geognostica .....	pag. 3
4.1 Prove penetrometriche.....	pag. 4
4.2 Prospsezioni sismiche MASW.....	pag. 5
4.3 Prospsezioni sismiche HVSR.....	pag. 5
5. Sismicità dell'area, microzonazione sismica e risposta sismica locale .....	pag. 6
5.1 Risposta Sismica Locale (RSL).....	pag. 11
6. Stabilità dei versanti .....	pag. 14
6. Note conclusive .....	pag. 16

## TAVOLE

Tavola 1	Carta geologica
Tavola 2	Carta del dissesto
Tavola 3	Ubicazione prove geognostiche
Tavole 4,..., 9	Diagrammi penetrometrici
Tavola 10	Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS)
Tavola 11	Livelli di approfondimento sismico
Tavola 12	Perimetrazione abitato di Baiso (ex DGR 1173/2017)
Tavola 13	Verifica di stabilità
Tavola 14	Mappa del fattore di sicurezza locale
Tavola 15	Carta del dissesto superficiale
Tavola 16	Carta di sintesi

## ALLEGATI

Allegati 1 e 2	Prospsezioni sismiche MASW
Allegati 3 e 4	Prospsezioni sismiche HVSR

## 1. RIFERIMENTI CARTOGRAFICI E BIBLIOGRAFICI

- Carta Tecnica Regionale C.T.R. - scala 1:5.000  
Elementi n. 218 083 Cerreto - 218 124 Baiso
- Carta geologica d'Italia - scala 1:100.000  
Foglio n. 86 Modena
- Carta geologica della Regione Emilia-Romagna - Servizio geologico, sismico e dei suoli - cartografia interattiva - scala 1:5.000
- Carta del dissesto del P.T.C.P. 2010 della Provincia di Reggio Emilia - parte integrante del Piano per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) dell'Autorità di Bacino del Fiume Po - scala 1:10.000 – Sezioni n. 218 080 Viano - 218 120 Baiso
- Banca dati della Regione Emilia-Romagna – Servizio geologico, sismico e dei suoli
- Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (P.T.C.P.) vigente di Reggio Emilia approvato con Delibera di Consiglio Prov.le n.124 del 17/06/2010 e successiva Variante Specifica approvata con Delibera di Consiglio Prov.le n.25 del 21/09/2018
- Microzonazione sismica, Piano Strutturale Comunale (P.S.C.) e Regolamento Urbanistico Edilizio (R.U.E.) del Comune di Baiso (RE)

## 2. PREMESSA

Su incarico dell'Amministrazione Comunale di Baiso è stata eseguita un'indagine geologica e sismica su di un'area situata in località Baiso, sede del locale ex Campo Sportivo, la cui precisa ubicazione è visibile alle Tavole in allegato. Per tale area, inserita nel P.S.C. / R.U.E. del Comune di Baiso (RE) come "ambito ACR1", si prevede una riqualificazione a fini residenziali e di miglioramento della qualità urbana. Il comparto copre una superficie di circa 8 000 mq, di cui in progetto circa 5.100 mq con SU costruibile di progetto pari a circa 542 mq.

Scopo del presente studio è verificare l'idoneità geologica, geomorfologica ed idrogeologica del sito ad ospitare il carico urbanistico prospettato e definire le caratteristiche stratigrafiche, litomeccaniche e sismiche generali dei terreni costituenti il comparto in oggetto, ai sensi delle D.G.R. 476-564/2021 (che hanno aggiornato il D.G.R. 630/2019, la D.G.R. 2193/2015 e la D.A.L. 112/2007 "indirizzi per gli Studi di Microzonazione Sismica in Emilia Romagna per la Pianificazione Territoriale e Urbanistica"), del D.M. 17/01/2018 (Norme Tecniche per le Costruzioni), nonché in ottemperanza a quanto previsto nella microzonazione sismica, P.S.C. / R.U.E. del Comune di Baiso (RE) e nel P.T.C.P. vigente della Provincia di Reggio nell'Emilia.

L'indagine è consistita nella raccolta di informazioni geologico-idrogeologiche di carattere generale sull'area (da indagini effettuate in zona dal sottoscritto o da altri tecnici, dagli elaborati della microzonazione sismica e P.S.C. / R.U.E. del Comune di Baiso, dal P.T.C.P. vigente della Provincia di Reggio Emilia e dalla banca dati della Regione Emilia-Romagna – Servizio geologico, sismico e dei suoli), nel dettagliato rilievo delle condizioni geologiche e geomorfologiche della zona e nell'attenta osservazione dei lineamenti idrologici ed idrogeologici locali. Si è poi predisposta una

campagna d'indagini specifica consistente nell'esecuzione di sei penetrometrie dinamiche, due prospezioni sismiche mediante sismografo e due prospezioni simiche con tromografo. I risultati dell'indagine testé descritta sono riportati nella presente relazione; essi sono interpretati e commentati nel testo della stessa.

Il comparto in oggetto non è perimetrato all'interno di zone a rischio idrogeologico nella Carta del Dissesto del P.T.C.P. vigente della Provincia di Reggio Emilia, parte integrante del Piano per l'Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino del Fiume Po (P.A.I.). A tal proposito si veda l'estratto della Carta del Dissesto riportato in Tavola 2.

Nella perimetrazione operata in base al DPR 10/7/1969 ed al DGR 1173/2017 (abitati da consolidare e/o da trasferire – aree a rischio idrogeologico molto elevato – vedi Tav. 12) il sito è campito per la gran parte in zona C (zona contermine al dissesto) e per una sottile striscia al suo margine occidentale in zona B (zona di possibile evoluzione dei dissesti); come tale è soggetto alle relative normative.

### **3. GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA ED IDROGEOLOGIA DELL'AREA**

L'ambito ACR1 è posto nel centro abitato di Baiso, a ridosso del borgo di Montecchio, alla quota media di circa 565 m sul livello del mare; esso si trova sul dislivello che separa le Valli del Torrente Tresinaro e del Fiume Secchia, disposto grosso modo N-S.

Il luogo è è pianeggiante, in gran parte occupato da un campo per la pratica del calcio sportivo, confinato a settentrione e occidente da ripidi versanti, mentre a oriente prosegue in piano e a meridione declina dolcemente verso il centro storico di Baiso. La morfologia attuale è certamente dovuta principalmente ai lavori di sbancamento e riporto operati per la realizzazione del campo sportivo, ma la lettura delle carte topografiche di antica realizzazione (IGM) indica che essa già in origine doveva essere sub-pianeggiante.

Il panorama geologico locale è caratterizzato principalmente dalla presenza di due Formazioni separate da un contatto tettonico: il *membro di Varano de' Melegari* della Formazione di Ranzano ( **RAN3** ) e la *Formazione di Pantano* ( **PAT** ).

RAN3, che occupa il settore meridionale dell'Ambito ACR1, è costituita da torbiditi arenaceo-pelitiche (con  $A/P < 1$ ), in strati da sottili a spessi, tabulari o lenticolari, litareniti risedimentate fini o finissime, grigio verdastre, particolarmente ricche di frammenti di rocce carbonatiche, passanti a pelite e pelite marnosa scura; PAT, presente nella porzione settentrionale dell'Ambito, è costituita da areniti finissime alternate a peliti marnose e siltose a stratificazione poco marcata o impercettibile (con  $A/P > 1$ ).

Nell'ambito più vasto della tettonica regionale, entrambe le formazioni fanno parte della “*successione epiligure*” costituita da sedimenti marini depositatisi nell'era terziaria su substrato in movimento, costituito dalle “*unità liguri*” in sovrascorrimento sulla “*serie toscana*”, mediante il meccanismo delle correnti di torbida. La sequenza così realizzatasi costituisce il settore meno disturbato tettonicamente e meno esposto a fenomeni di degrado idrogeologico in s.l. del medio appennino reggiano.

Dal punto di vista geomorfologico, l'elemento che caratterizza maggiormente l'area è il fenomeno erosivo che porta alla formazione dei calanchi, a cui è interessata in parte

anche la Formazione di Ranzano, mentre la Formazione di Pantano ne è esente. Le porzioni campite come frane attive in Tavv. 1 e 2 prendono origine proprio da questo fenomeno, che porta i detriti fini provenienti dall'erosione negli impluvi, ove convergono grandi quantità d'acqua in occasione di copiose precipitazioni atmosferiche. Queste masse intrise d'acqua vengono facilmente traslate verso valle dalla forza di gravità e tolgono il sostegno ai terreni sovrastanti, creando un circolo vizioso che porta al progressivo disfacimento dei versanti.

La posizione displuviale dell'Ambito ACR1 lo ha finora preservato da fenomeni d'instabilità, grazie al rapido scolo delle acque piovane e alla presenza del substrato inalterato a poca profondità dal piano campagna. Si sono però formati dissesti superficiali che hanno coinvolto i materiali di riporto derivanti dalla realizzazione del campo sportivo lungo il ripido versante che confina l'Ambito ad Ovest. Questi smottamenti superficiali hanno localmente portato in superficie il substrato della Formazione di Ranzano, esponendolo a fenomeni erosivi (vedi Tav. 15). Nonostante il fenomeno non desti preoccupazione per la stabilità complessiva dell'Ambito ACR1, è ampiamente raccomandato un ripristino della copertura vegetale su questo tratto di versante ed un consolidamento degli smottamenti superficiali mediante opere d'ingegneria naturalistica, per impedire il prolungato proseguimento del fenomeno erosivo.

Fatte queste precisazioni, si può affermare che il sito è stabile ed esente da rischi idrogeologici in s.l. Del resto la situazione descritta è quella delineata alla Carta del Dissesto del P.T.C.P. vigente della Provincia di Reggio nell'Emilia, parte integrante del Piano d'Assetto Idrogeologico del Bacino del Fiume Po (vedi Tavola 2), che non indica alcun elemento di preoccupazione in tal senso.

Ulteriori e più dettagliate considerazioni sulla stabilità del comparto vengono proposte al Capitolo 6 di questa relazione.

#### **4. INDAGINE GEOGNOSTICA**

Si sono eseguite sei penetrometrie, due prospezioni sismiche MASW e due prospezioni sismiche HVSR.

Le prospezioni sismiche sono state eseguite con sismografo JEA 24 bit a 12 canali (geofoni da 4,5 Hz) della Dolang di Genova e tromografo GEOBOX prodotto dalla SARA di Perugia; le penetrometrie sono state eseguite con penetrometro medio-leggero tipo Dinastar ad assetto variabile statico-dinamico con caratteristiche conformi allo standard europeo (cfr. Indicazioni ISSMEFE - AGI), le cui caratteristiche salienti sono riportate nell'elaborato al seguito dei diagrammi penetrometrici allegati. La campagna geognostica così effettuata nel mese di dicembre del 2021 è stata ritenuta sufficiente per la valutazione delle caratteristiche stratigrafiche, litomeccaniche e sismiche dei terreni costituenti il sottosuolo dell'area in oggetto in relazione all'intervento urbanistico previsto.

L'ubicazione delle prove geognostiche è indicata alla Tavola 3; i risultati penetrometrici sono riportati nei grafici di Tavv. 4,..., 9; i risultati delle prospezioni sismiche sono riportati agli allegati 1 e 2 (MASW) e allegati 3 e 4 (HVSR) a fine relazione.

#### 4.1 PROVE PENETROMETRICHE

Considerate le condizioni geologiche generali del sito (substrato semiaffiorante e presenza di riporti in superficie), si sono eseguite le prove in assetto dinamico. La finalità prima delle prove è stata quella di determinare la profondità del tetto del substrato roccioso inalterato dal piano topografico attuale. In seconda battuta i dati penetrometrici sono stati utilizzati per valutare i parametri geotecnici di massima dei terreni attraversati.

Le prove penetrometriche dinamiche (DP) consistono nell'infiggere verticalmente nel terreno una punta conica metallica posta all'estremità di un'asta d'acciaio, prolungabile con l'aggiunta di successive aste. L'infissione avviene per battitura, facendo cadere da un'altezza costante un maglio di dato peso. Si contano i colpi necessari per la penetrazione di ciascun tratto di lunghezza stabilita (10 cm). Solitamente si utilizzano i risultati penetrometrici in termini di *resistenza dinamica unitaria alla penetrazione*  $r_d$ , utilizzando la relazione detta "degli olandesi". Essa è del tipo:

$$\text{resistenza dinamica } r_d = K \times N$$

dove N è il numero di colpi per 10 cm di infissione e K è una costante dipendente dalle caratteristiche dello strumento utilizzato e dalla profondità di prova. I valori di *resistenza dinamica*  $r_d$  sono restituiti sotto forma di istogramma penetrometrico, in base alla profondità, alle Tavole 4, ..., 9.

Il parametro geotecnico più significativo che si ottiene dalle prove penetrometriche dinamiche ed in particolar modo dalla *resistenza dinamica*  $r_d$  è la resistenza alla rottura del terreno. E' possibile correlare i dati delle prove penetrometriche dinamiche con quelli delle prove SPT ( $N_{spt}$ ), utilizzati tradizionalmente per determinare una vasta gamma di parametri geotecnici dei terreni ed attualmente adottati anche dalla nuova normativa sismica per classificare i terreni di fondazione.

Le altre finalità delle prove penetrometriche, oltre alla caratterizzazione geotecnica dei terreni, sono quelle di definire lo spessore dei materiali superficiali alterati e rilevare le eventuali forti disomogeneità litomeccaniche dei terreni costituenti il sottosuolo. Questi dati sono elementi importanti per valutare il piano di posa ottimale dei manufatti previsti e per il dimensionamento delle strutture fondali in relazione alle eventuali problematiche legate ai cedimenti differenziali dei terreni di fondazione.

L'osservazione dei grafici penetrometrici permette alcune considerazioni:

- tutte le prove penetrometriche hanno intercettato livelli a notevole resistenza, che ne hanno determinato l'interruzione per limiti strumentali, a profondità comprese tra un massimo di 4,5 m in P3 e un minimo di 1,3 m in P5;
- in tutte le prove si è verosimilmente individuato il tetto del substrato inalterato appartenente alla Formazione di Ranzano o alla Formazione di Pantano, a profondità comprese tra un massimo di 3,8 m in P3 e un minimo di 1,1 m in P5.
- la stratigrafia dei terreni desunta da ogni singola prova penetrometrica è riportata alle Tavv. 4, ..., 9; ad esse si deve far riferimento per ogni dettaglio. Si può ad ogni modo riportare una successione stratigrafica sintetica, descrittiva del sottosuolo dell'Ambito ACR1 nel suo complesso: Partendo dalla superficie e andando in profondità sono stati individuati i seguenti livelli:
  - Terreni di riporto – presenti in superficie con spessore massimo di 2,6 m in P4 e minimo di 1,1 m in P1 e P5. Di caratteristiche geotecniche indeterminate, vista la loro inevitabile disomogeneità sia in senso verticale che orizzontale, mostrano comunque una buona compattezza, tanto da essere difficilmente distinguibili dai terreni naturali ;
  - coltre d'alterazione – è stata rilevata in tutte le penetrometrie, ad eccezione di P5, ove si ha un passaggio immediato dal riporto al substrato. Spessore massimo riscontrato in P3 e P6 di 2,1 m; presenta buone resistenze dinamiche alla penetrazione ( $20 \text{ Kg/cm}^2 < r_d < 40 \text{ Kg/cm}^2$ );
  - substrato – come già scritto in precedenza, è stato verosimilmente intercettato a profondità comprese tra un massimo di 3,8 m in P3 e un minimo di 1,1 m in P5.

Indifferentemente che si tratti della Formazione di Pantano o della Formazione di Ranzano, la resistenza dinamica alla penetrazione all'interno di questo livello è sempre superiore a  $r_d > 40 \text{ Kg/cm}^2$ .

- lungo le verticali penetrometriche non si è riscontrata la presenza di falda idrica o di significativa presenza d'acqua.

#### **4.2 PROSPEZIONI SISMICHE MASW**

Sono state eseguite due prospezioni sismiche con tecnica MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves - Analisi Multicanale di Onde Sismiche di Superficie) nell'area in oggetto. Lo scopo dei sondaggi sismici è stato quello di valutare il profilo di velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ) al di sopra del substrato sismico, utile per valutare la risposta sismica locale.

L'ubicazione delle prove è visibile in Tav. 3. Le caratteristiche della strumentazione utilizzata, il settaggio impostato ed i risultati ottenuti, sono riportati negli specifici allegati 1 e 2 in fondo alla presente relazione. Per le elaborazioni dei dati è stato utilizzato il programma Easy Masw della Geostru.

Si è valutata la  $V_{s,eq}$ , ( nel nostro caso =  $V_{s30}$  ) ossia la media armonica della *velocità di propagazione delle onde di taglio al di sopra del substrato sismico* con  $V_s > 800 \text{ m/sec}$ .

Si sono ottenuti i seguenti valori:

$$\begin{array}{ll} \text{MASW 1} & V_{s,eq} = V_{s30} = 472 \text{ m/sec} \\ \text{MASW 2} & V_{s,eq} = V_{s30} = 416 \text{ m/sec} \end{array}$$

Questi valori assegnano, come da DM 17/01/2018, i terreni qui presenti alla Categoria di Sottosuolo 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*).

#### **4.3 PROSPEZIONI SISMICHE HVSR**

Sono state eseguite due prospezioni sismiche HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) mediante tromografo a stazione singola. L'ubicazione delle prove è visibile in Tav. 3. Le caratteristiche della strumentazione utilizzata, il settaggio impostato, il software dedicato ed i risultati ottenuti, sono descritti negli specifici allegati 3 e 4 in fondo alla presente relazione.

L'indagine ha permesso di valutare la frequenza fondamentale, o frequenza naturale del terreno  $f_0$ :

$$\begin{array}{ll} \text{HVSR 1} & f_0 = 4,7 \text{ Hz} \\ \text{HVSR 2} & f_0 = 5,6 \text{ Hz} \end{array}$$

I picchi di risonanza registrati corrispondono a salti d'impedenza posti a profondità compatibili coi risultati ottenuti per via MASW e sono relativi ad un substrato non rigido con  $V_s < 800 \text{ m/sec}$  posto a profondità tra i 5 ed i 15 metri dalla superficie.

## 5. SISMICITÀ DELL'AREA, MICROZONAZIONE SISMICA E RISPOSTA SISMICA LOCALE

Nel 2004, a seguito dell'emanazione dell'O.P.C.M. 20-3-2003, un gruppo dell'INGV ha stilato un documento denominato "Redazione della mappa della pericolosità sismica prevista dall'O.P.C.M. 20-3-2003 n. 3274. Rapporto conclusivo per il Dipartimento della Protezione Civile". Questo documento è a tutt'oggi il punto di riferimento di ogni valutazione di pericolosità sismica sul territorio nazionale.



**Fig. 1: Zonizzazione sismogenetica ZS9**

Il gruppo di lavoro INGV ha creato un nuovo modello sismogenetico denominato ZS9 sulla base di precedenti modelli (ZS4 – Scandone – 1996 – 2000), delle più recenti conoscenze neotettoniche e del catalogo storico dei terremoti. L'elaborazione ed il confronto dei dati di diversa natura ha portato all'individuazione di diverse zone sismogenetiche sul territorio nazionale (vedi Fig. 1).

La zonazione sismica del territorio nazionale attribuisce l'area comunale di Baiso alla zona sismogenetica 913. Secondo quanto riportato nella microzonazione sismica del comune, la storia sismica di Baiso coincide con un report assai recente, quindi limitato temporalmente agli eventi succedutisi a partire dalla fine dell'800 ad oggi. La sismicità è di tipo medio-medio elevato con intensità massime percepite equivalenti a  $Is = 5$ , corrispondenti a magnitudo stimate in  $M_e = 4,0 - 4,9$ . Le massime intensità sismiche sono correlate a sismi di elevata intensità avvenuti a distanze di 15-20 Km. Alla zona 913 sono assegnati terremoti di profondità epicentrale compresa tra i 10 ed i 20 Km, con meccanismo di faglia indeterminato. L'indeterminatezza è dovuta al fatto che la zona è intermedia tra la 912 a Nord, caratterizzata da regime compressivo e faglie inverse, e la 915 a Sud, a regime distensivo e fagliazione diretta.

Nella zona sismogenetica 913 sono previsti, sulla base dei dati geologici e sismologici, valori di massima magnitudo pari a  $M_{w\max 1} = 5,91$ . Il gruppo di lavoro dell'INGV ha però adottato in via maggiormente cautelativa il valore  $M_{w\max 2} = 6,14$  per tutte le zone sismogenetiche italiane (ad eccezione delle zone 922, 928 e 936) con magnitudo massima inferiore a detto valore.

Ogni zona sismogenetica è caratterizzata da un definito modello cinematico e da relazioni d'attenuazione della massima accelerazione prevista al suolo in funzione della

distanza epicentrale. Su questa base è stata costruita la “Mappa di pericolosità sismica” che individua diverse zone a seconda del valore massimo di accelerazione sismica prevista (vedi Fig. 2).

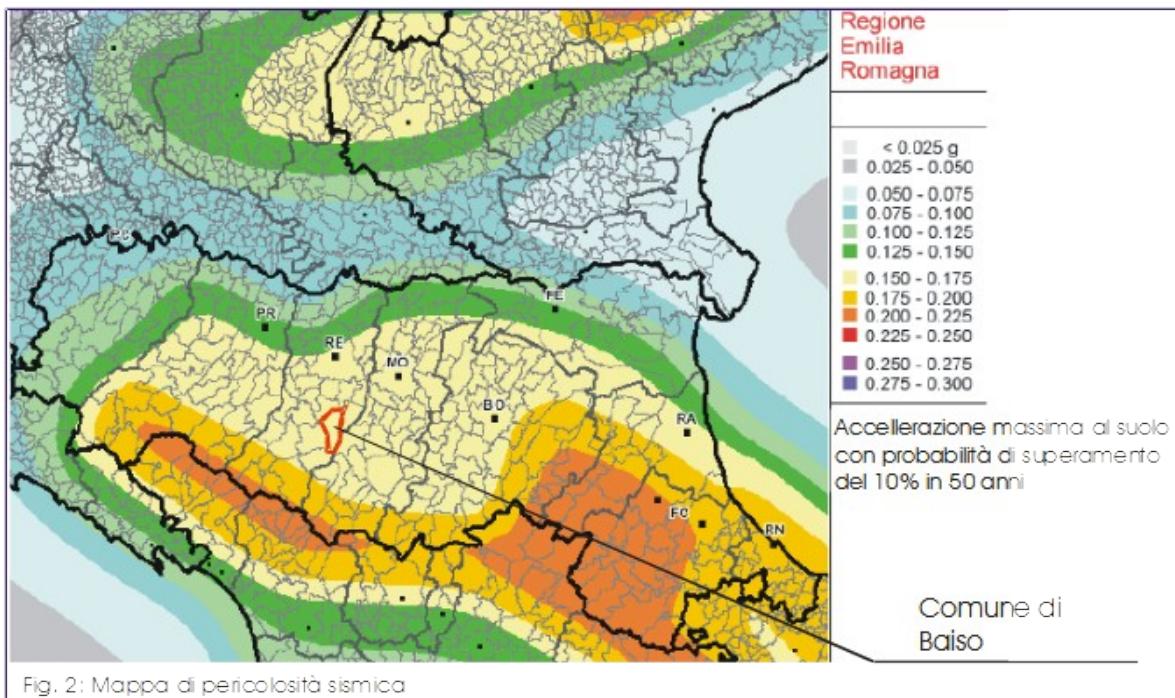


Fig. 2: Mappa di pericolosità sismica

Il risultato, per ogni comune, è rappresentato da una stima del rischio sismico che tiene conto dell'intera storia riportata nel catalogo sismico e che viene espressa in termini probabilistici. La pericolosità sismica di riferimento ipotizza un substrato omogeneo in roccia (substrato sismico caratterizzato da Velocità delle onde di taglio  $V_s > 800$  m/sec) ed è espressa in PGA (Peak Ground Acceleration), con associato un periodo di ritorno di 475 anni (valore convenzionale che rappresenta l'accelerazione associata alla probabilità del 90% di non ritorno in un periodo di 50 anni).

Sulla base delle precedenti considerazioni, per il Comune di Baiso si prevede un'accelerazione massima orizzontale di picco su suolo rigido ( $PGA_0$ ), con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, equivalente a **0,158 g**.

Sulla base di questa mappa di pericolosità sismica il territorio italiano è stato suddiviso in quattro categorie sulla base dei valori di PGA (vedi tabella 1).

Zona	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni
1	>0.25
2	0.15-0.25
3	0.05-0.15
4	<0.05

Tabella 1: Valori di PGA per le quattro zone sismiche

Il Comune di Baiso (RE) è classificato nella **zona sismica 3** (vedi Ordinanza del P.C.M. n.3274 del 20/03/2003 e succ. mod. ed int.) ed ha pubblicato nel novembre del

# GEOSTUDIO Geologi Associati di Merlini - Monelli - Mattioli

Sede legale: 42035 CASTELNOVO NE' MONTI (RE) Via Franceschini n.26 Tel. / Fax 0522 - 81 19 48  
e-mail: [gstdmmm@libero.it](mailto:gstdmmm@libero.it)

---

2020 la microzonazione sismica del territorio comunale (2° livello), ove è compresa la zona oggetto del presente lavoro.

Secondo la carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS) della microzonazione sismica del Comune di Baiso (vedi Tav. 10), l'Ambito ACR1 ricade all'interno di *zone stabili suscettibili di amplificazioni locali*; scendendo nel dettaglio, la sua parte settentrionale ricade nella **zona 2099** – *Limisabbiosi argillosi su substrato a grado di fratturazione elevato* -, mentre la sua parte meridionale ricade all'interno della **zona 2003** – *Depositi argilloso-limoso-sabbiosi su substrato ad alternanza di strati arenacei, pelitici e calcarei* -. Trascurabile, ai fini della presente trattazione, lo spigolo nord orientale che ricade in zona 2002, che considereremo come appartenente alla zona 2099.

In base alle Delibere di Giunta Regionale dell'Emilia-Romagna n.476-564 del 12-26 aprile 2021, che hanno aggiornato la D.G.R. 630/2019, la D.G.R. 2193/2015 e la D.A.L. 112/2007 "Indirizzi per gli Studi di Microzonazione Sismica in Emilia Romagna per la Pianificazione Territoriale e Urbanistica", così come per la microzonazione sismica di Baiso, per entrambe le zone 2003 e 2009 è ritenuto sufficiente un approfondimento sismico con analisi semplificata mediante abachi messi a disposizione dalla Regione.

La microzonazione di Baiso richiede altresì un approfondimento di terzo livello per quel che riguarda la stabilità dei versanti, in particolare per il versante Ovest dell'Ambito ACR1, interessato da dissesti superficiali; su detto versante viene espressamente richiesta una valutazione specifica dell' amplificazione sismica dovuta alle caratteristiche topografiche.

L'analisi fatta in sede di microzonazione riprende ed integra quanto richiesto dagli studi sismici effettuati nell'ambito del P.T.C.P. (vedi in Tavola 11 l'estratto delle carte sul rischio sismico del P.T.C.P. vigente di Reggio Emilia). Nel presente lavoro si farà riferimento ad entrambe le elaborazioni (microzonazione e PTCP) privilegiando le richieste più stringenti a favore della sicurezza. In particolare, l'Ambito ACR1 verrà considerato diviso in due settori: quello meridionale corrispondente alla zona 2003 della microzonazione e quello settentrionale che ricade nella zona 2009. Per ognuna delle due zone si calcolerà il coefficiente d'amplificazione stratigrafica e topografica.

Secondo gli elaborati allegati alla *microzonazione sismica di Baiso* la parte meridionale dell'Ambito ACR1 (zona 2003 di Tav. 10) è soggetta ai seguenti Fattori di Amplificazione (F.A.):

**F.A. P.G.A. = 1,55**

INTENSITA' SPETTRALE **FH** -  $0,1 \text{ s} < T_0 < 0,5 \text{ s} = 1,55$

INTENSITA' SPETTRALE **FH** -  $0,5 \text{ s} < T_0 < 1,0 \text{ s} = 1,35$

INTENSITA' SPETTRALE **FA** -  $0,1 \text{ s} < T_0 < 0,5 \text{ s} = 1,55$

INTENSITA' SPETTRALE **FA** -  $0,4 \text{ s} < T_0 < 0,8 \text{ s} = 1,40$

INTENSITA' SPETTRALE **FA** -  $0,7 \text{ s} < T_0 < 1,1 \text{ s} = 1,30$

Sempre secondo la *microzonazione del Comune di Baiso*, l'area è soggetta ad un livello di pericolosità sismica  $HSM = 529 \text{ cm/sec}^2$ , che la colloca tra le aree a pericolosità moderata, come da seguente tabella:

seismic hazard	H <sub>SM</sub> classification			
	Very low	Moderate low	Moderate	High
H <sub>SM</sub> cm/sec <sup>2</sup>	≤ 180	180 < H <sub>SM</sub> < 340	340 < H <sub>SM</sub> < 650	650 < H <sub>SM</sub> < 1240

Tabella 2: Livelli di pericolosità sismica HSM

La parte settentrionale dell'Ambito ACR1 (zona 2099 di Tav. 10) è invece soggetta, sempre secondo gli elaborati allegati alla *microzonazione sismica di Baiso*, ai seguenti Fattori di Amplificazione (F.A.):

**F.A. P.G.A. = 1,95**

INTENSITA' SPETTRALE **FH** - 0,1 s < T<sub>0</sub> < 0,5 s = **2,35**

INTENSITA' SPETTRALE **FH** - 0,5 s < T<sub>0</sub> < 1,0 s = **1,75**

INTENSITA' SPETTRALE **FA** - 0,1 s < T<sub>0</sub> < 0,5 s = **2,20**

INTENSITA' SPETTRALE **FA** - 0,4 s < T<sub>0</sub> < 0,8 s = **2,00**

INTENSITA' SPETTRALE **FA** - 0,7 s < T<sub>0</sub> < 1,1 s = **1,50**

Sempre secondo la *microzonazione del Comune di Baiso*, l'area è soggetta ad un Livello di pericolosità sismica HSM = 750 cm/sec<sup>2</sup>, che la colloca tra le aree a pericolosità alta, come da seguente tabella:

Alla luce dell'indagine effettuata nel comparto e degli aggiornamenti normativi, di seguito vengono pertanto ricalcolati i coefficienti di amplificazione sismica (2° livello) seguendo le direttive contenute nelle nuove D.G.R. 476-564/2021 "Atto di coordinamento tecnico sugli studi di microzonazione sismica per la pianificazione territoriale e urbanistica" della Regione Emilia-Romagna.

In base all'allegato A2 della D.G.R. 476/2021, l'Ambito ACR1 ricade, sia nella zona 2003 che nella zona 2099) nell'ambito APPENNINO ed in particolare può essere ricondotto, per le caratteristiche litostratigrafiche riscontrate (vedi Capitoli precedenti), a quello con *coperture direttamente poggiante sul substrato non rigido* (bedrock sismico caratterizzato da *velocità di propagazione delle onde di taglio V<sub>s</sub> < 800 m/s*). L'analisi delle prospezioni sismiche HVSR (vedi Allegati 3 e 4) ha rilevato la presenza del *bedrock sismico* a circa 14 m di profondità nella zona 2099 e a circa 8 m di profondità nella zona 2003. Mediando i risultati HVSR con quelli MASW si ha una certa attribuzione dei terreni investigati alle categorie definite nelle tabelle provviste nel DGR 476/2021, qui riportate.

# GEOSTUDIO Geologi Associati di Merlini - Monelli - Mattioli

Sede legale: 42035 CASTELNOVO NE' MONTI (RE) Via Franceschini n.26 Tel. / Fax 0522 - 81 19 48  
e-mail: [gstdmmm@libero.it](mailto:gstdmmm@libero.it)

## Tabelle per l'APPENNINO con substrato marino non rigido affiorante o subaffiorante

$V_{SH}$ (m/s) → H (m) ↓	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
5	2,3	2,0	1,6	1,5	1,4	1,3	1,3	1,2	1,2	
10	2,3	2,2	2,0	1,8	1,6	1,4	1,3	1,3	1,2	
15	2,2	2,2	2,1	2,0	1,8	1,6	1,4	1,3	1,2	
20	2,1	2,1	2,1	2,0	1,9	1,7	1,5	1,4	1,2	
25	2,1	2,1	2,1	2,0	1,9	1,8	1,6	1,4	1,3	
30		2,1	2,1	2,0	1,9	1,8	1,6	1,4	1,3	
35		2,1	2,1	2,0	1,9	1,8	1,6	1,5	1,4	1,2
40		2,0	2,0	2,0	1,9	1,8	1,6	1,5	1,4	1,2
50		1,9	1,9	1,9	1,9	1,8	1,6	1,5	1,4	1,2

Fattore di Amplificazione **PGA**

$V_{SH}$ (m/s) → H (m) ↓	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
5	2,2	1,8	1,5	1,4	1,3	1,3	1,3	1,3	1,2	
10	2,5	2,3	1,9	1,7	1,5	1,4	1,3	1,3	1,2	
15	2,5	2,5	2,2	1,9	1,7	1,5	1,4	1,3	1,2	
20	2,4	2,4	2,3	2,1	1,8	1,6	1,5	1,3	1,3	
25	2,4	2,4	2,3	2,2	2,0	1,7	1,6	1,4	1,3	
30	2,3	2,3	2,2	2,0	1,8	1,6	1,5	1,3		
35	2,2	2,2	2,2	2,1	1,9	1,7	1,5	1,4	1,2	
40	2,1	2,1	2,1	2,1	1,9	1,7	1,5	1,4	1,2	
50	2,0	2,0	2,0	2,0	1,9	1,7	1,5	1,4	1,2	

Fattore di Amplificazione **SA1** ( $0,1s \leq T \leq 0,5s$ )

$V_{SH}$ (m/s) → H (m) ↓	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
5	2,1	1,7	1,5	1,4	1,4	1,3	1,3	1,3	1,3	
10	2,6	2,3	1,9	1,6	1,5	1,4	1,3	1,3	1,3	
15	2,7	2,6	2,3	1,9	1,6	1,5	1,4	1,3	1,3	
20	2,6	2,6	2,4	2,1	1,8	1,6	1,5	1,4	1,3	
25	2,6	2,6	2,5	2,3	2,0	1,7	1,6	1,4	1,3	
30	2,4	2,4	2,3	2,1	1,8	1,6	1,5	1,3		
35	2,4	2,4	2,3	2,2	1,9	1,7	1,5	1,4	1,2	
40	2,2	2,2	2,2	2,2	2,0	1,8	1,6	1,4	1,2	
50	2,1	2,1	2,1	2,1	2,0	1,8	1,6	1,5	1,3	

Fattore di Amplificazione **SI1** ( $0,1s \leq T \leq 0,5s$ )

$V_{SH}$ (m/s) → H (m) ↓	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
5	1,6	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,3	
10	2,3	1,8	1,5	1,4	1,4	1,4	1,4	1,3	1,3	
15	2,8	2,3	1,9	1,5	1,4	1,4	1,4	1,4	1,3	
20	3,2	2,9	2,3	1,8	1,5	1,5	1,4	1,4	1,3	
25	3,4	3,2	2,7	2,0	1,7	1,5	1,5	1,4	1,3	
30		3,3	2,9	2,3	1,9	1,6	1,5	1,4	1,4	
35		3,3	3,0	2,5	2,1	1,8	1,6	1,5	1,4	1,2
40		3,2	3,1	2,7	2,3	2,0	1,7	1,5	1,4	1,2
50		3,0	3,0	2,8	2,5	2,2	1,9	1,7	1,5	1,3

Fattore di Amplificazione **SA2** ( $0,4s \leq T \leq 0,8s$ )

$V_{SH}$ (m/s) → H (m) ↓	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
5	1,4	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	
10	1,6	1,5	1,4	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	
15	1,9	1,7	1,5	1,4	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	
20	2,4	2,1	1,6	1,4	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	
25	3,4	2,5	1,9	1,5	1,4	1,4	1,3	1,3	1,3	
30		3,0	2,3	1,7	1,5	1,4	1,3	1,3	1,3	
35		3,3	2,7	1,9	1,7	1,5	1,4	1,3	1,1	
40		3,6	3,1	2,2	1,7	1,6	1,5	1,4	1,2	
50		3,6	3,4	2,9	2,1	1,8	1,6	1,5	1,4	

Fattore di Amplificazione **SA3** ( $0,7s \leq T \leq 1,1s$ )

$V_{SH}$ (m/s) → H (m) ↓	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
5	1,4	1,4	1,4	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	
10	1,8	1,6	1,4	1,4	1,3	1,4	1,3	1,3	1,3	
15	2,3	1,9	1,6	1,4	1,4	1,4	1,3	1,3	1,3	
20	2,9	2,6	1,9	1,6	1,4	1,4	1,4	1,3	1,3	
25	3,6	3,0	2,3	1,7	1,5	1,4	1,4	1,4	1,3	
30		3,3	2,7	1,9	1,7	1,5	1,4	1,4	1,3	
35		3,5	3,0	2,2	1,8	1,6	1,5	1,4	1,3	1,1
40		3,5	3,2	2,6	2,0	1,8	1,6	1,5	1,4	1,2
50		3,3	3,3	3,0	2,4	2,0	1,8	1,6	1,5	1,3

Fattore di Amplificazione **SI2** ( $0,5s \leq T \leq 1,0s$ )

## **ZONA 2099**

### **F.A. P.G.A. $\approx$ 2,1**

F.A. INTENSITA' SPETTRALE **SA1** -  $0,1 \text{ s} < T_0 < 0,5 \text{ s} = 2,2$

F.A. INTENSITA' SPETTRALE **SA2** -  $0,4 \text{ s} < T_0 < 0,8 \text{ s} \approx 1,9$

F.A. INTENSITA' SPETTRALE **SA3** -  $0,7 \text{ s} < T_0 < 1,1 \text{ s} = 1,5$

F.A. INTENSITA' SPETTRALE **SI1** -  $0,1 \text{ s} < T_0 < 0,5 \text{ s} = 2,3$

F.A. INTENSITA' SPETTRALE **SI2** -  $0,5 \text{ s} < T_0 < 1,0 \text{ s} = 1,6$

Tali valori sono in linea con quelli forniti dalla microzonazione sismica di Baiso

I Fattori di Amplificazione (F.A.) così ottenuti rappresentano il rapporto fra lo scuotimento sismico, espresso con l'accelerazione di picco orizzontale (PGA) e le intensità spettrali SI e SA, valutato per la condizione geo-litologica specifica e il corrispondente scuotimento relativo alla categoria di sottosuolo A (così come definita nella Tabella 3.2.II del D.M. 17/01/2018).

Avendo i versanti che contornano l'Ambito ACR1 a Nord e ad Ovest il rilievo pendenze medie maggiori di  $15^\circ$  (e minori di  $30^\circ$ ) vanno considerati gli effetti topografici (vedi Allegato A2.2 della D.G.R. 476/2021). Per la progettazione esecutiva si potrebbe pertanto considerare, mediante processo semplificato, un *coefficiente di amplificazione topografico  $S_t$*  pari a **1,2** (vedi Tabella 3.2.VI del D.M.17/01/2018 – categoria topografica T3 (rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media  $15^\circ < i < 30^\circ$ ) per siti posti sulla sommità del rilievo. La microzonazione di Baiso prevede però per i versanti che contornano l'Ambito ACR1 il calcolo del coefficiente topografico lungo la linea mostrata in Tav. 10. In base all'allegato A2.2 della D.G.R. 476/2021, con  $\alpha = 40^\circ$  (pendenza massima) e  $\beta = 0^\circ$  si ottiene il seguente *coefficiente di amplificazione topografica  $S_t$*  che dovrà essere moltiplicato per il fattore d'amplificazione stratigrafica:

$$S_t = 1 + 0,8 (\operatorname{tg} \alpha - \operatorname{tg} \beta - 0,4) \approx 1,34$$

La scheda normativa del PSC del Comune di Baiso relativa all'Ambito ACR1 prescrive approfondimento di  $3^\circ$  livello per la verifica di stabilità dei versanti; così che nel seguente capitolo si provvede alla determinazione del picco d'accelerazione massima PGA (Peak Ground Acceleration) con procedura avanzata.

### **5.1 RISPOSTA SISMICA LOCALE**

La scheda normativa del PSC del Comune di Baiso relativa all'Ambito ACR1 prescrive approfondimento di  $3^\circ$  livello per la verifica di stabilità dei versanti; si provvede quindi alla determinazione del picco d'accelerazione massima PGA (Peak Ground Acceleration), indispensabile per le valutazioni quantitative sulla stabilità del versante con procedura avanzata.

Per valutare gli effetti di Risposta Sismica Locale (RSL) si è utilizzato il software STRATA, al quale è stato fornito un gruppo di sette accelerogrammi spettrocompatibili con le caratteristiche sismogenetiche del sito e le condizioni di sicurezza richieste dal progetto.

I sette accelerogrammi spettro-compatibili qui utilizzati sono stati ottenuti dalla piattaforma WebGIS RER (con tempo di ritorno di 475 anni) e sono riferiti al nodo ID16720 del reticolo di riferimento, prossimo al sito d'intervento. La magnitudo media degli eventi utilizzati è pari a circa 6,3 (Mw), la distanza epicentrale media è pari a circa 38 Km, mentre il fattore di scala (FS) medio è risultato pari a circa 1,7 (Min = 0,64 e Max = 2,7).

STRATA elabora l'accelerogramma che diffonde dal substrato sismico, con  $V_s > 800$  m/sec, nel suo percorso verso la superficie, ipotizzando uno smorzamento o un'amplificazione derivante dagli strati che incontra nel suo tragitto. La sismostratigrafia qui utilizzata è stata ottenuta sintetizzando i risultati emersi dalle prove penetrometriche e dalle prospezioni sismiche effettuate nel presente lavoro.

Si è quindi inserita la sismostratigrafia in STRATA, supponendo che l'accelerogramma propagasse dalla profondità di circa 11 metri dal piano campagna partendo da un substrato geologico non rigido avente  $V_s = 505$  m/sec. La stratigrafia e la parametrizzazione geofisica utilizzata sono riportate nella seguente tabella:

Profondità (m)	Spessore strato (m)	Tipo di Terreno	$V_s$ (m/sec)	$\gamma$ (KN/m <sup>3</sup> )
0	1,0	Riporto	125	18,0
1	1,0	Riporto	150	18,0
2	4,0	Coltre d'alterazione	285	19,5
6	5	Argilla	430	21
11,0	$\infty$	Substrato sismico	505	22

Tabella 3:..Input stratigrafico-geofisico in STRATA

I modelli di smorzamento e decadimento del modulo di taglio utilizzati sono quelli proposti da Idriss nel 1990 per la copertura e da EPRI per il substrato roccioso.

L'inviluppo degli accelerogrammi amplificati da STRATA alla superficie del sedime di progetto qui considerato risultano nel seguente modo:

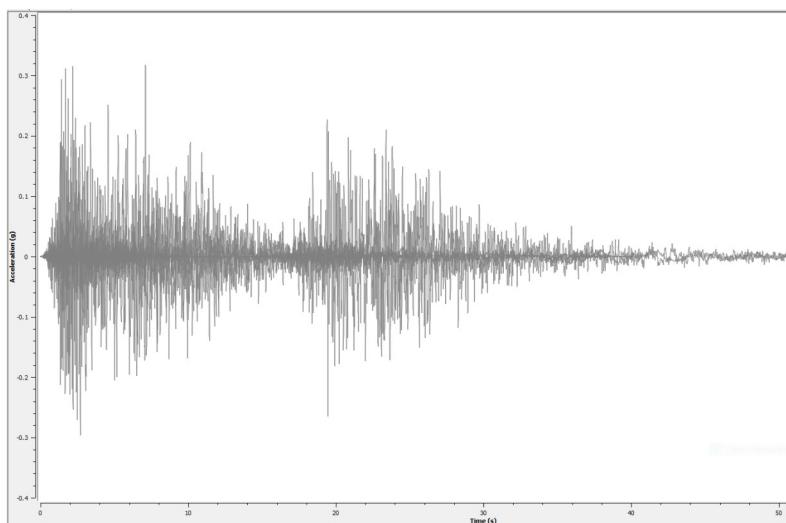


Figura 3:..inviluppo degli accelerogrammi amplificati alla superficie

In Fig. 4 è descritto l'andamento dell' accelerazione massima prevista ad ogni profondità. La linea blu a tratto continuo indica il valore medio restituito dai sette accelerogrammi:

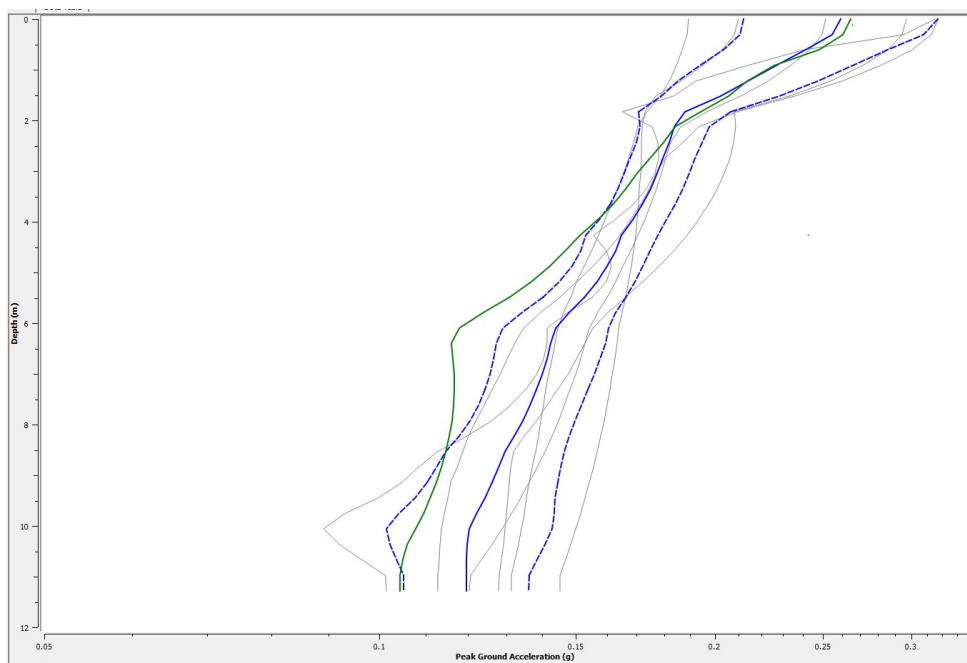


Figura 4:..profilo dell'accelerazione massima (PGA)

Il valore medio in superficie (quota 0 di Fig. 4) è di **PGA = 0,26 g**: rapportando detto valore a quello dell'accelerazione massima orizzontale di picco su suolo rigido previsto per l'area ( $PGA_0$  Comune di Baiso = 0,158) si ottiene il valore d'amplificazione stratigrafica  $FAs = 1,65$ . Poichè il fattore d'amplificazione topografica è nel nostro caso  $FAt = 1,34$ , si ottiene infine un **FATTORE D'AMPLIFICAZIONE FA = 2,2**.

Per le verifiche di stabilità globale e delle fondazioni in condizioni sismiche, occorre definire i coefficienti dell'azione sismica. Nelle verifiche allo stato limite ultimo, in mancanza di studi specifici ed utilizzando metodi pseudostatici, si ha:

$$K_h = \beta_s a_{g \text{ max}} / g$$

$$K_v = \pm 0.5 K_h$$

dove:

**$K_h$**  = coefficiente dell'azione sismica orizzontale

**$K_v$**  = coefficiente dell'azione sismica verticale:

$\beta_s$  = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito, variabile da 0,2 a 0,3 in base alla categoria di sottosuolo ed al valore di  $a_g$

$a_{g \text{ max}}$  = accelerazione orizzontale massima attesa al sito

$g$  = accelerazione di gravità

Nel caso in oggetto, con un'accelerazione orizzontale massima attesa al sito  $a_{g \text{ max}}$  pari a **0,35 g** ( $0,158 \text{ g} \times 2,2$ ) ed un coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito  $\beta_s$  pari a **0,24** (vedi Tabella 7.11.I D.M.17/01/2018), si ottiene:

coefficiente dell'azione sismica orizzontale  $K_h \cong 0,084$

coefficiente dell'azione sismica verticale  $K_v \cong \pm 0,042$

Questi sono i coefficienti sismici da adottare nelle verifiche di stabilità globali. Inoltre, in fase di progetto definitivo, il valore di *coefficiente dell'azione sismica orizzontale  $K_h$*  corrisponde al valore del *fattore d'inerzia del suolo  $K_{hk}$*  da utilizzare nella verifica allo Stato Limite Ultimo delle fondazioni in condizioni sismiche (vedi Capitolo C7.11.5.3.1 della circolare 21/01/2019 n. 7 C.S.LL.PP..).

## **6. STABILITÀ DEI VERSANTI**

L'Ambito ACR1 confina con terreni pianeggianti verso Est e dolcemente digradanti verso il centro storico di Baiso a Sud; la loro stabilità è evidente e dimostrata dall'assenza di fenomeni di degrado traslativo d'origine gravitativa sui manufatti e infrastrutture esistenti. A Nord è confinato da un ripido versante che mostra in affioramento la Formazione di Pantano, entro cui sono stati scavati gradoni con funzione di spalto per il Campo Sportivo ancora in ottimo stato di conservazione dopo decenni dalla loro realizzazione. Se si aggiunge che la giacitura della Formazione di Pantano è a traverpoggio con immersione di 20°- 30° in direzione Est, anche per questo pendio si ritengono inutili complicate elaborazioni matematiche per valutarne la stabilità teorica, ampiamente comprovata da quanto appena descritto.

Al contrario si osservano smottamenti superficiali di terreno sul versante Ovest, che declina con pendenza media di circa 20° e punte di 30°- 40°. Per questo versante la Scheda Normativa del PSC di Baiso prevede approfondimenti di terzo livello in relazione alla sua stabilità. Va detto che il rilievo geomorfologico di superficie ha evidenziato come gli smottamenti siano relativi alla cotica superficiale formata dalla coltre d'alterazione naturale delle formazioni geologiche là dove essa è stata sormontata da notevoli spessori di riporto. Il fenomeno è rappresentato in Tav. 15, ove si è evidenziato come lungo il versante immediatamente ad Ovest dell'Ambito ACR1 si possa osservare in affioramento la Formazione di Ranzano circondata da materiali di riporto franati da monte. In altre parole, la stabilità di questo versante è anch'essa ampiamente dimostrata da evidenze di natura geologica e geomorfologica; quello che non è in equilibrio riguarda le masse di materiali riportati per la costruzione del Campo Sportivo, che appesantendo il versante hanno trascinato nel loro movimento anche la coltre d'alterazione della formazione geologica, portandone in superficie la parte intatta. Il fenomeno è preoccupante poiché può innescare fenomeni erosivi e portare alla progressiva calanchizzazione del versante, minandone a lungo andare la stabilità complessiva.

In questo Capitolo si procederà ad una verifica di stabilità del versante operata lungo la stessa traccia servita per il calcolo del coefficiente d'amplificazione stratigrafica (vedi Tav. 10). La finalità della verifica è quella di valutare la distanza di sicurezza che deve rispettare l'edificazione dell'Ambito ACR1 rispetto all'orlo occidentale dell'ex Campo Sportivo.

A questo scopo è stato utilizzato il programma SSAP 2010 (Slope Stability Analysis Program) del dr. Lorenzo Borselli, nella sua versione 5.0.2 aggiornata al dicembre del 2021. La verifica è stata effettuata utilizzando l'algoritmo di calcolo creato da Borselli nel 2016.

Nella verifica di stabilità effettuata, il versante, il cui andamento altimetrico è stato rilevato mediante triplometro nei pressi del campo sportivo e integrato a valle da dati

tematici della cartografia regionale, è stato descritto mediante due livelli: il primo, più superficiale, costituito da terreno di riporto e alterato, il secondo dal substrato inalterato della Formazione di Ranzano. Lo schema stratigrafico e geotecnico utilizzato è visibile alla Tabella 4 seguente:

	Profondità (m)	$\phi'$ (gradi)	$c'$ (KPa)	$\gamma$ (KN/m <sup>3</sup> )	$\gamma'$ (KN/m <sup>3</sup> )	$K_h$
Strato 1	0-5	20	0	18	19	0,084
Strato 2	5-∞	23	32	21	22	0,084

Tabella 4

In realtà i dati di coesione efficace  $c'$  e di angolo d'attrito interno  $\phi'$  per il substrato sono una traduzione dei parametri di *resistenza alla compressione uniaxiale* (sigci), del *parametro d'integrità* (mi), dell'*indice di resistenza geologica* (GSI), del *fattore di disturbo* (D) e del *modulo di deformazione* (Ei) operata dal programma RocLab (vedi dati effettivi nel report a seguito della Tav. 13); il programma permette di ottenere i parametri di resistenza di un ammasso roccioso anche in assenza di rigorose prove in situ o di prove di laboratorio su campioni, basandosi sull'osservazione macroscopica delle Formazioni in affioramento e sul criterio di rottura di Hoek-Brown.

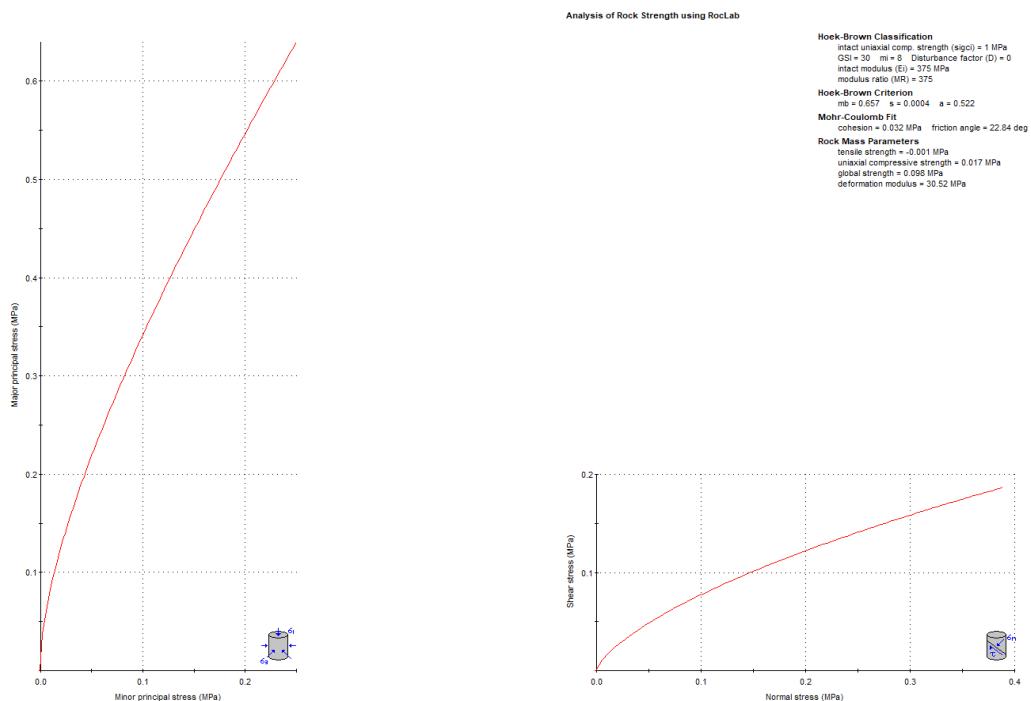


Fig. 5: Schermata di RocLab

I valori dei parametri inseriti nella verifica sono stati scelti con criterio cautelativo per ottenere risultati con grande margine di sicurezza. Nel particolare:

1) la stratigrafia è volutamente forzata e presenta uno strato di riporto superficiale distribuito uniformemente su tutto il piano del Campo Sportivo dello spessore di 4-5 m, mentre lo spessore medio riscontrato nelle prove penetrometriche è dell'ordine dei 3 metri (spessore massimo riscontrato di 3,8 m in P4);

- 2) i valori di resistenza al taglio del primo strato sono tipici di materiale in frana (coesione nulla);
- 3) il coefficiente sismico è stato calcolato ponendo le più severe condizioni, sia stratigrafiche che topografiche;
- 4) la verifica è condotta ipotizzando le peggiori condizioni che si possono verificare: falda al piano campagna in concomitanza di sisma.

Le precedenti assunzioni sono plausibili per le finalità della verifica stessa. Questa, infatti, non mira a restituire fattori di sicurezza esatti, bensì relativi. La finalità prima è quella di determinare la fascia di terreno potenzialmente più esposta a possibile dissesto.

In Tav. 13 sono rappresentate tutte le superfici di verifica, tra le 10 000 testate, che hanno restituito un fattore di sicurezza inferiore a 1,3. Esse sono tutte confinate nel livello superficiale di riporto e interessano una fascia che s'addentra entro il Campo Sportivo per circa 15 metri. Al di là di questa misura le condizioni di stabilità dell'Ambito ACR1 passano repentinamente a fattori di sicurezza elevati, come testimonia la mappa dei fattori di sicurezza locale di Tav. 14.

## 7. SINTESI FINALE

L'Ambito ACR1 è da considerarsi, da un punto di vista geologico, geotecnico e sismico, idoneo ad ospitare il carico urbanistico prospettato. Esso è posto in zona geomorfologicamente adatta all'edificazione, con substrato roccioso inalterato a scarsa profondità dal piano campagna. I dissesti superficiali rilevati lungo il versante che contorna l'Ambito a Ovest sono dovuti al parziale collasso dei riporti operati per spianare la sede del vecchio Campo Sportivo di Baiso e non intaccano la stabilità complessiva dei luoghi.

I valori di resistenza dinamica registrati nelle penetrometrie dimostrano l'idoneità di massima dei terreni presenti nel primo sottosuolo dell'Ambito ACR1 al tipo d'edificazione qui prevista, ad esclusione dei terreni di riporto (cfr. report prodotto a seguito della Tav. 9).

Dal punto di vista sismico l'area risente di notevoli amplificazioni, sia di carattere stratigrafico che topografico. L'entità dell'amplificazione stratigrafica è dovuta in gran parte alla presenza dei riporti superficiali. In questo lavoro si sono misurate le amplificazioni in superficie considerando le peggiori condizioni possibili (spessore massimo dei riporti); in sede di progetto esecutivo potranno essere prese le giuste misure di mitigazione (asportazione del riporto) e ricalcolati i parametri d'amplificazione sismica per ogni singolo edificio come da NTC 2018. Il progettista, sulla base degli elementi stratigrafici, geotecnici e sismici relativi ad ogni singolo intervento edile, potrà decidere se proseguire con approccio semplificato (Categorie di Sottosuolo) o mediante precisa determinazione della Risposta Sismica Locale.

In Tav. 16 vengono distinte tre zone che possono essere considerate omogenee in vista di una futura edificazione dell'Ambito ACR1:

**ZONA 1** (colore rosso): da considerarsi **inadatta all'edificazione**. Già parzialmente compresa nella zona 2 della perimetrazione dell'abitato di Baiso e come tale vietata alla nuova edificazione, comprende anche l'orlo della scarpata Ovest dell'Ambito ACR1

potenzialmente interessato da smottamento dei terreni superficiali. L'ampiezza di tale fascia è stata scelta incrociando i fattori geologici e geomorfologici osservati coi risultati delle prove geognostiche e della verifica di stabilità effettuata mediante codice di calcolo.

**ZONA 2** (colore giallo): **adatta all'edificazione**. Caratterizzata da substrato prevalentemente arenitico con sporadiche intercalazioni argillose (Formazione di Pantano PAT). Il substrato roccioso, molto competente, è affiorante nella porzione di questo comparto immediatamente a ridosso della scarpata che confina l'Ambito ACR1 a Nord. Proseguendo verso meridione il tetto del substrato tende ad approfondirsi ed aumenta in pari modo il suo grado di fratturazione, per la presenza di una faglia che separa la Formazione di Pantano (PAT) da quella di Ranzano (RAN3). In questo settore pare limitata la presenza di riporti poiché verosimilmente qui il campo è stato scavato entro materiali naturali. Ad ogni modo sarà bene che ogni intervento edile valuti con attenzione la qualità dei terreni del primo sottosuolo del sedime di progetto con adeguate prove geognostiche mirate alla definizione di possibili eterogeneità locali sia in senso verticale che orizzontale.

**ZONA 3** (colore verde): **adatta all'edificazione**. Caratterizzata da substrato prevalentemente argilloso con sporadiche intercalazioni arenacee (Formazione di Ranzano RAN3) sormontato da spessori di riporto estremamente variabili. In questo comparto, per ogni singolo intervento andrà accertata la profondità esatta cui si trova il substrato inalterato, privilegiando l'indagine diretta (saggi esplorativi). Là dove tecnicamente possibile è raccomandabile, per mitigare gli effetti d'amplificazione sismica, asportare il riporto con impostazione di fondazioni dirette sul substrato, anziché la realizzazione di fondazioni profonde su pali.

Non si danno indicazioni riguardanti l'ubicazione dei volumi fabbricabili all'interno di ognuna delle tre zone appena definite, ne' si danno indicazioni rispetto alle caratteristiche stesse degli edifici (distribuzione dei carichi, presenza di piani interrati, ecc.); tutti questi aspetti potranno essere valutati di concerto tra i vari tecnici incaricati per approntare il progetto esecutivo di edificazione del comparto (geologo, ingegnere, architetto, geometra, ecc.). Si ricorda che per la scelta più opportuna del tipo di fondazione, del carico d'esercizio e dei parametri geotecnici dei terreni da adottare nella successiva fase di edificazione del comparto, così come per ogni altra esigenza di carattere tecnico, una volta note l'esatta ubicazione degli interventi previsti e le loro caratteristiche, si dovrà approfondire in modo puntuale l'indagine geognostica e geologico-tecnica, anche al fine di indirizzare al meglio la progettazione esecutiva stessa e i movimenti terra necessari, così come previsto dalle Norme Tecniche delle Costruzioni (DM 17/01/2018).

Per l'assenza di una falda idrica nel primo sottosuolo e la presenza di litotipi sostanzialmente rocciosi (argilliti marnose e/o areniti fini) per parecchie decine di metri, in conformità al Capitolo 7.11.3.4.2 del D.M. 17/01/2018 si può escludere il rischio di liquefazione dei terreni di fondazione.

Si ricorda infine che l'Ambito ACR1 è compreso, nella sue parti edificabili testè descritte, nella zona C della Perimetrazione dell'abitato di Baiso operata in quanto Abitato da Consolidare o da Trasferire (DPR 10/7/1969) e zona a Rischio Idrogeologico Molto Elevato (art. 61 PTCP RE). La zona C corrisponde alle zone contermini ai dissesti

**GEOSTUDIO Geologi Associati  
di Merlini - Monelli - Mattioli**

*Sede legale: 42035 CASTELNOVO NE' MONTI (RE) Via Franceschini n.26 Tel. / Fax 0522 - 81 19 48  
e-mail: [gstdmmm@libero.it](mailto:gstdmmm@libero.it)*

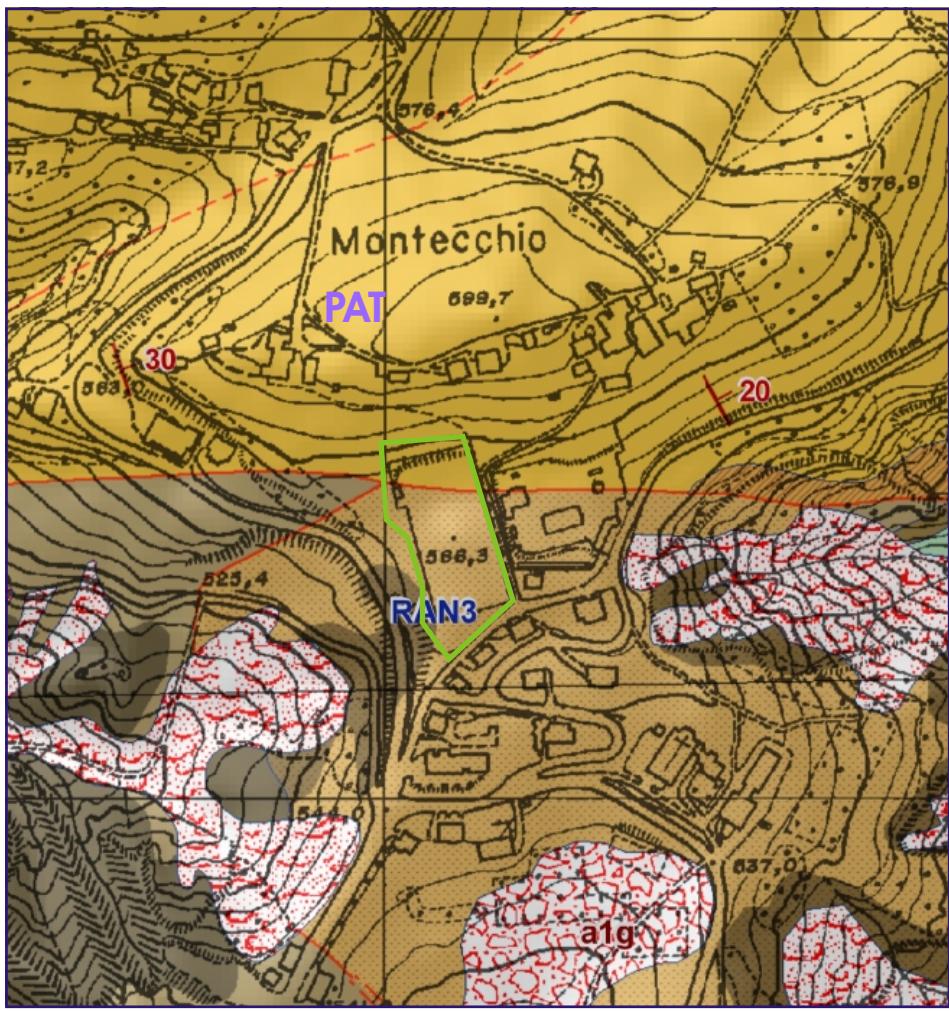
---

ed è definita come zona a pericolosità minore relativamente al fenomeno di dissesto, tuttavia meritevole di tutela in quanto parte di territorio sensibile ad un uso scorretto, quindi inclusa nella perimetrazione per ragioni preventive (fascia di rispetto). Come tale l'area è soggetta a precise norme d'uso quali:

- adeguato allontanamento delle acque superficiali, attraverso congrue opere di canalizzazione, onde evitare gli effetti dannosi del dilavamento dovuto a ruscellamento diffuso e ridurre i processi di infiltrazione;
- esecuzione di drenaggi nell'intorno degli edifici di nuova realizzazione, spinti fino a profondità superiore a quella di posa di fondazioni dirette e comunque tale da intercettare le venute d'acqua presenti;
- realizzazione di opere fognarie ed acquedottistiche a perfetta tenuta, evitando eventuali infiltrazioni e ristagni d'acqua che potrebbero costituire punti nevralgici ai fini della stabilità;
- ogni intervento deve essere eseguito con modalità tali da inibire grosse alterazioni dello stato di equilibrio geostatico dei terreni, evitando, in particolare, gravosi riporti di terreno, anche se temporanei;
- nel caso di esecuzione di opere di sbancamento, poiché queste inducono una riduzione delle forze resistenti nel terreno, è bene realizzare le strutture di fondazione a brevi intervalli di tempo dall'esecuzione degli scavi oppure ridurre la larghezza dei fronti.

Si assevera che la presente indagine è stata svolta in ottemperanza alle disposizioni contenute nella Legge n.64 del 02/02/1974 e succ. mod. ed int., in conformità al D.M. LL.PP. 11/03/1988, alla Circ. LL.PP. 24/09/1988 n.30483, alla Circ. LL.PP. 09/01/1996 n.218/24/3, alla L.R. 20/2000 e succ. mod. ed int., alle D.G.R. 476-564/2021 (che hanno aggiornato il D.G.R. 630/2019, la D.A.L. 112/2007 e s.m.i.), al D.M. 17/01/2018 (che ha sostituito il D.M. 14/01/2008) ed alla Circolare 21/01/2019 n.7 C.S.LL.PP..

Estratto Carta geologica dell'Appennino Emiliano-Romagnolo



Scala 1:5.000



Ambito ACR1



Faglia certa



giacitura degli strati (substrato)

 *RAN3 - Formazione di Ranzano - membro di Varano de' Melegari*

 *PAT - Formazione di Pantano*

 *BAI - Brecce argillose di Baiso*

 *a1g - Deposito di frana attiva*

**CARTA GEOLOGICA**

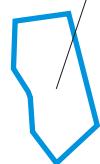
data: gennaio 2022

Comm: Comune di Baiso

dis:

**TAVOLA**  
**1**

Estratto Carta del Dissesto Cartografia interattiva RER



Ambito ACR1



Frane attive (a1)



Arese non dissestate

**CARTA DEL DISSESTO  
(cartografia interattiva RER)**

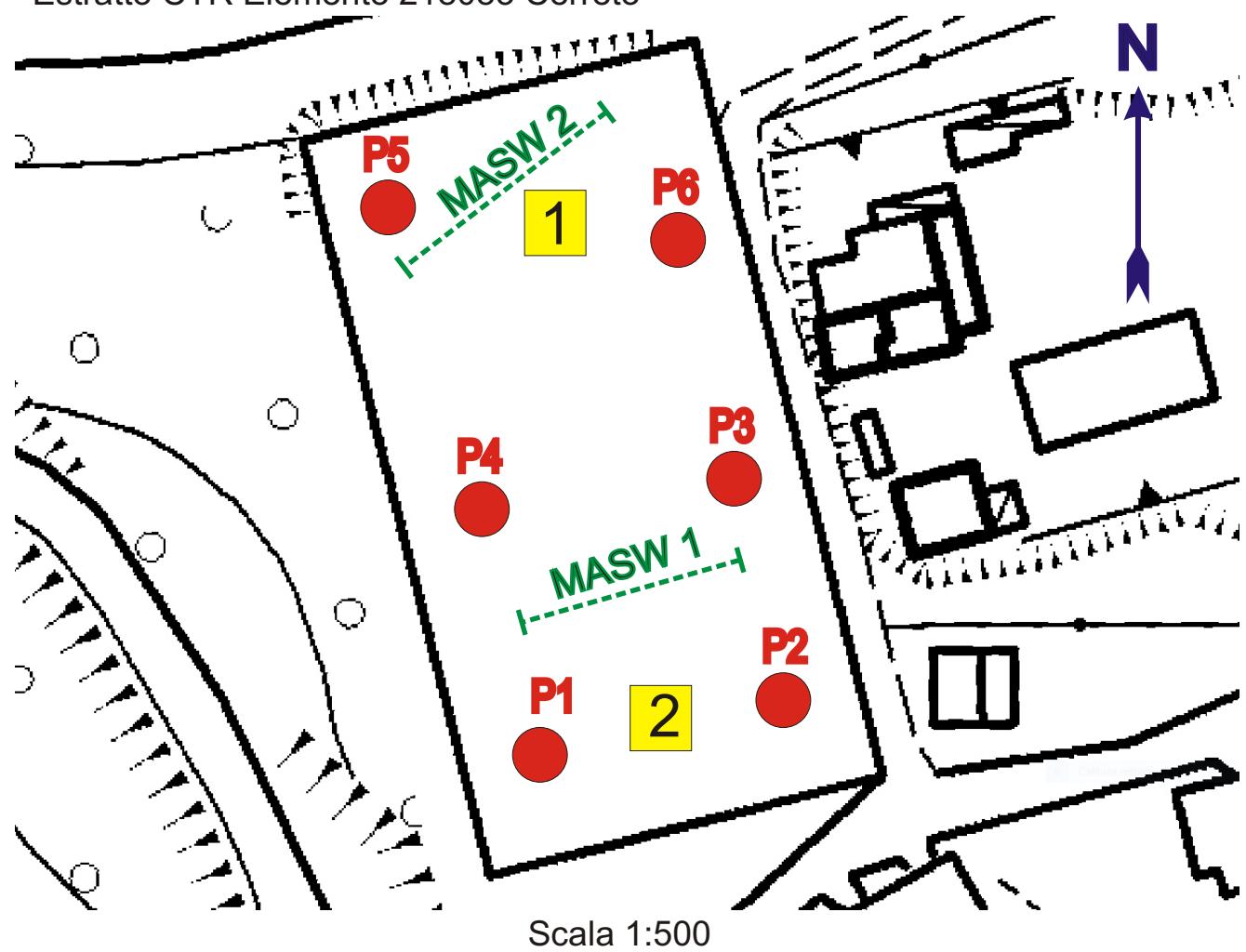
data: gennaio 2022

Comm: Comune di Baiso

dis:

**TAVOLA  
2**

Estratto CTR Elemento 218083 Cerreto



Ubicazione penetrometrie dinamiche



MASW

Traccia prospezione sismica MASW



Ubicazione prospezione sismica HVSR

**UBICAZIONE  
PROVE GEOGNOSTICHE**

data: gennaio 2022

Comm: Comune di Baiso

dis:

**TAVOLA  
3**



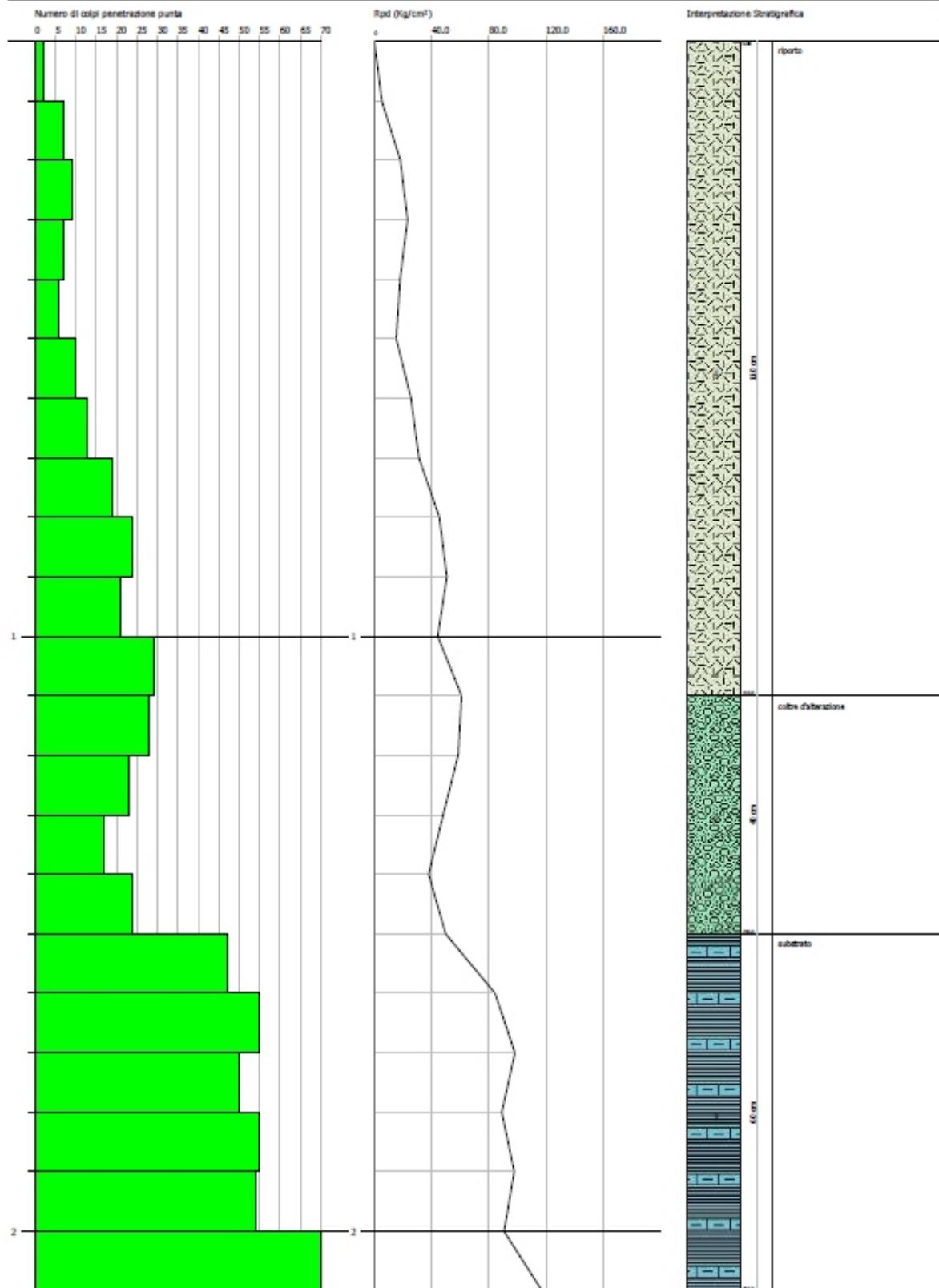
GSI STUDIO GEOLGI ASSOCIATI  
Via Franceschini, 26  
42035 Castelnovo ne' Monti  
gtdmnm@gmail.com - gtdmnm@libero.it

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA N.1  
Strumento utilizzato... DINASTAK (60°) punta fissa

Comitato: Amministrazione Comunale di Basso  
Città: Basso  
Città: Basso

Data: 26/12/2021

Scale 1:9



**PENETROMETRIA P1**

**TAVOLA  
4**



GEOSTUDIO GEOLGI ASSOCIATI  
Via Franceschini, 26  
42025 Castelnovo nel Monti  
geolmm@gmail.com - geolmm@libero.it

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.2  
Strumento utilizzato... DINASTAR (90°) punta fissa

Comune: Amministrazione Comunale di Basso  
Città: ex campo sportivo  
Località: Basso

Data: 26/12/2020

Scala 1:14



**PENETROMETRIA P2**

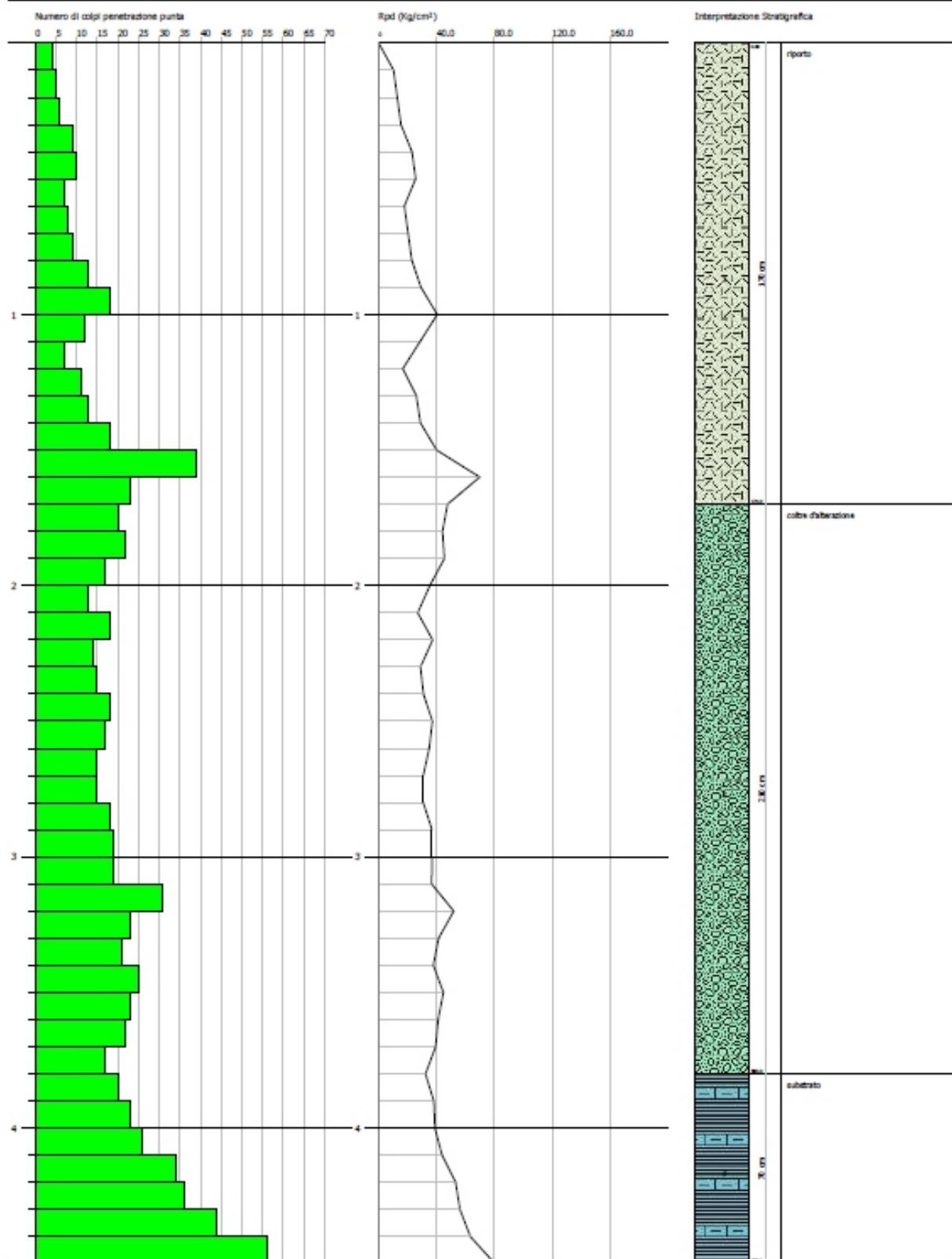
**TAVOLA  
5**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA N°3  
 Strumento utilizzato... DINASTAR (90°) punta fissa

Committente: Amministrazione Comunale di Falco  
 Città: ex campo sportivo  
 Località: Falco

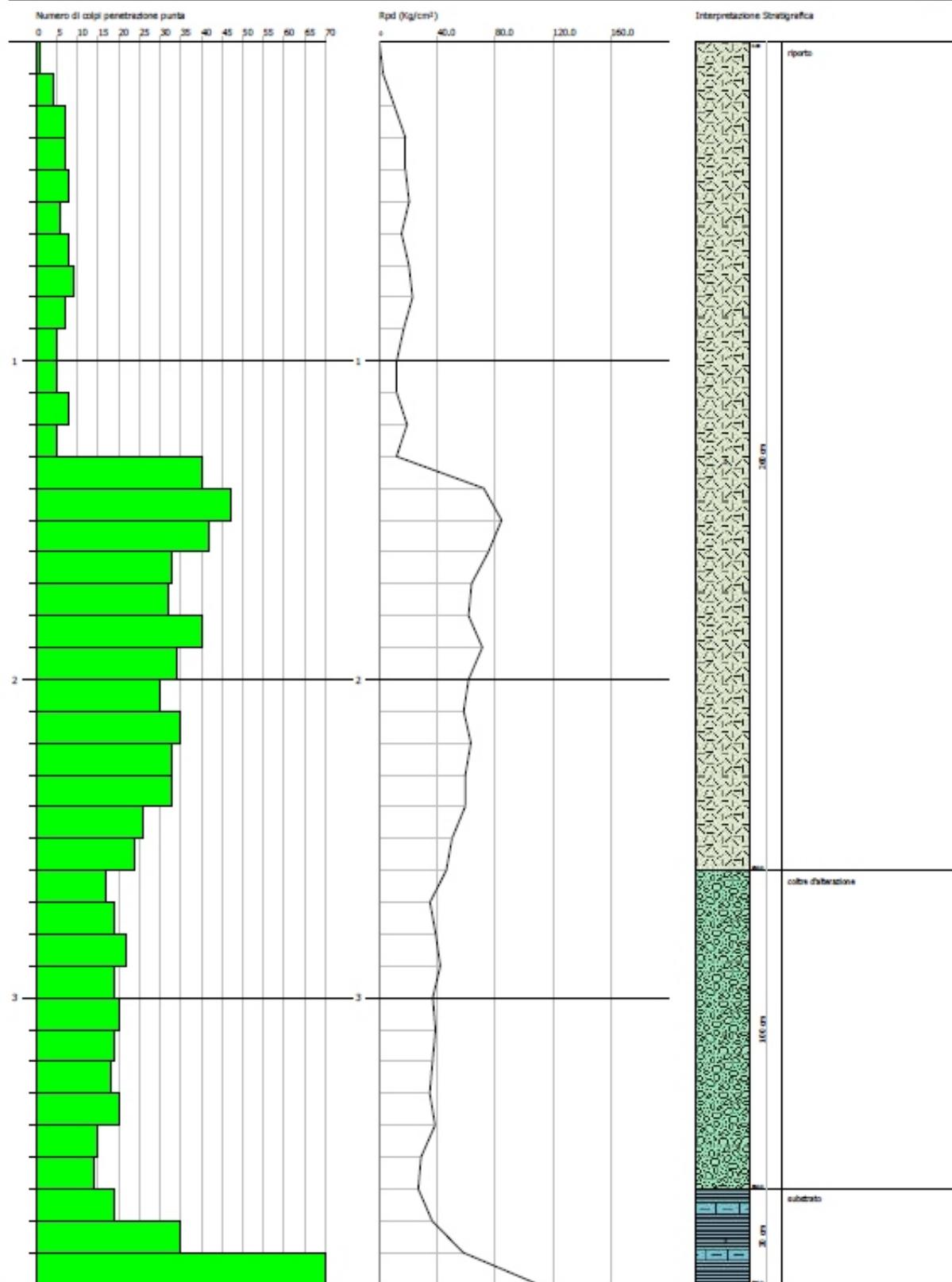
Data: 26/11/2021

Scala 1:20



**PENETROMETRIA P3**

**TAVOLA  
6**

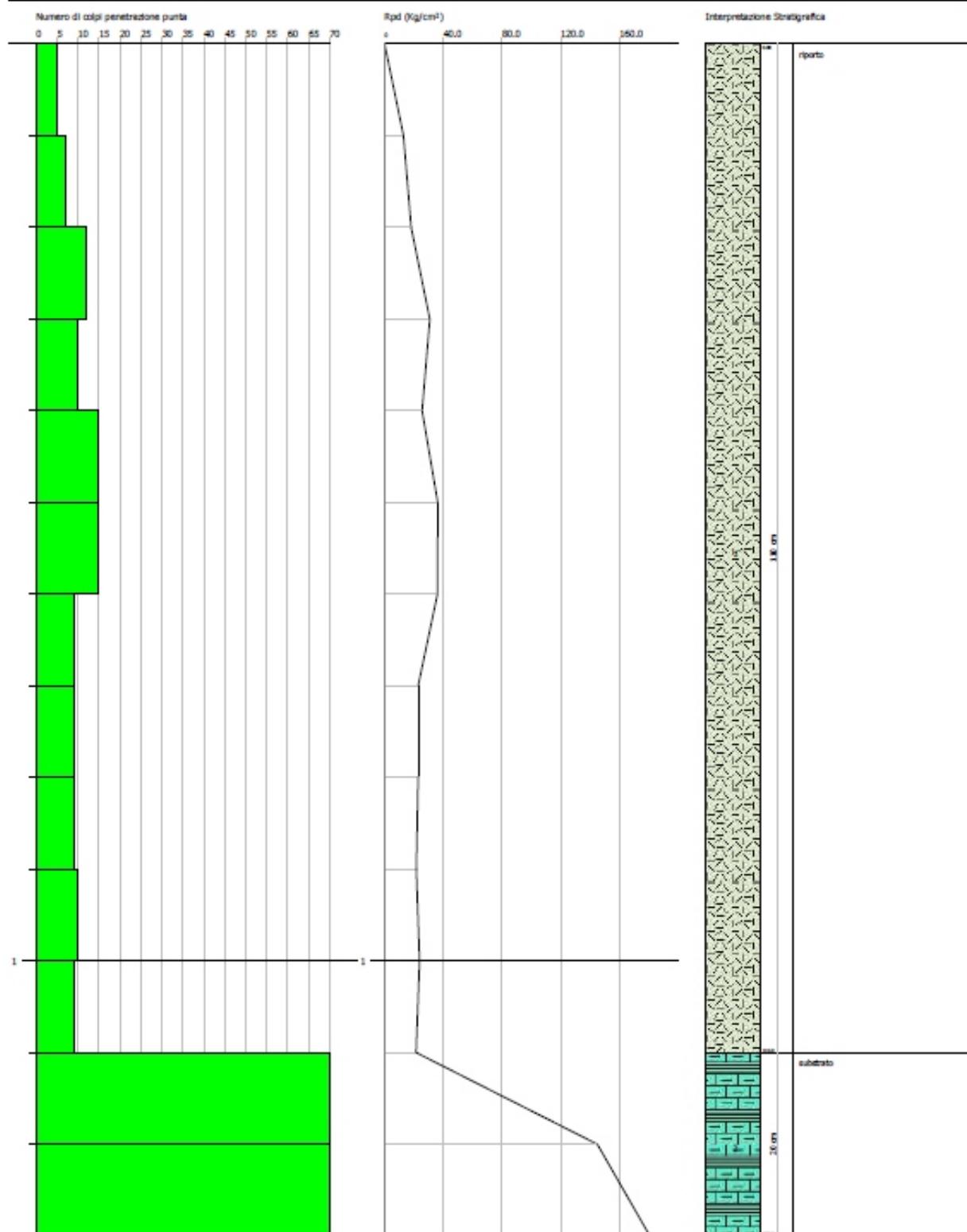


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA N.5  
Strumento utilizzato... DINASTAR (90°) punta fissa

Comitente: Amministrazione Comunale di Basso  
Città: ex campo sportivo  
Località: Basso

Data: 26/12/2021

Scale 1:6

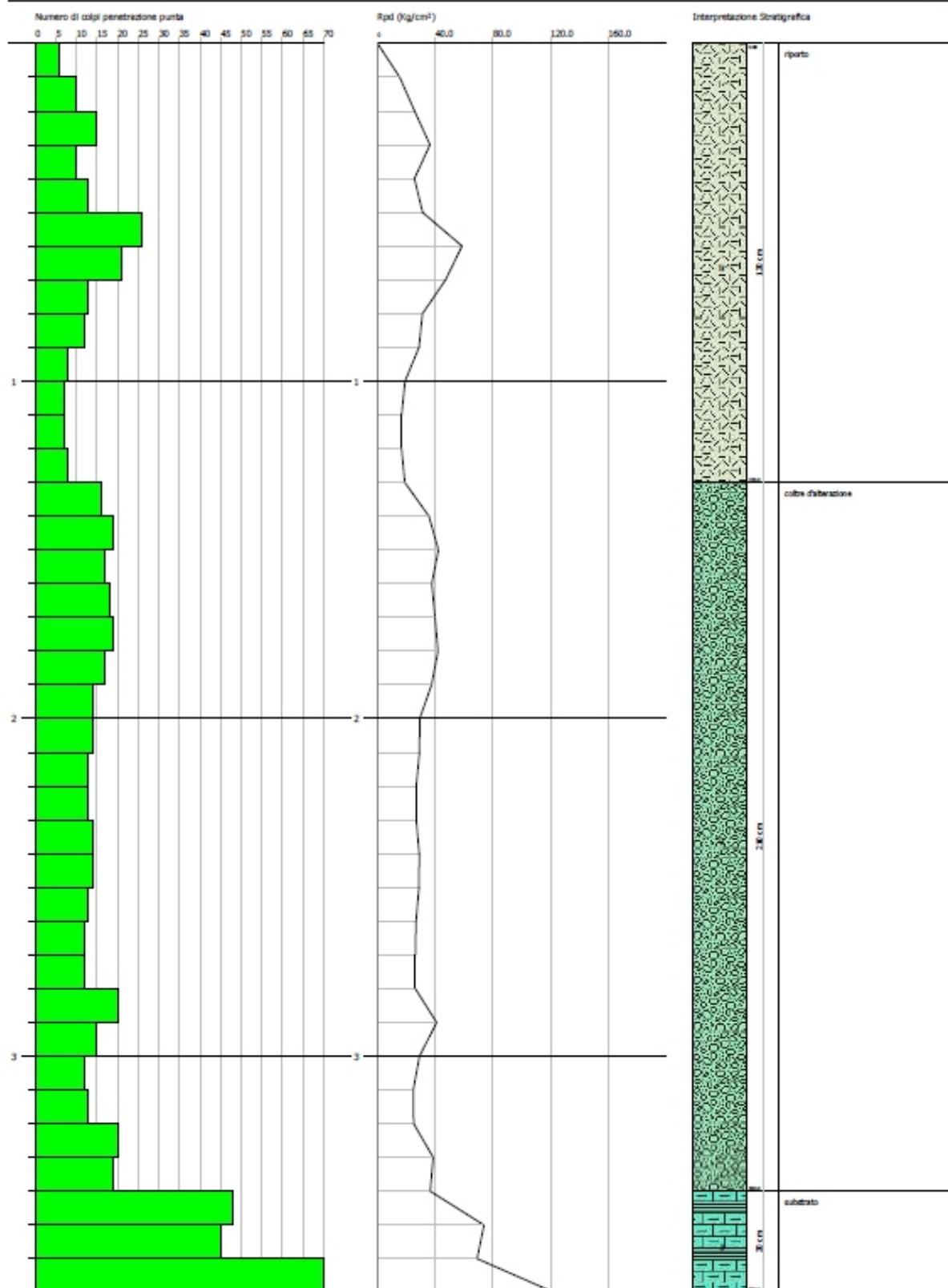


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.6  
 Strumento utilizzato... DINASTAR (50°) punta fissa

Comitente: Amministrazione Comunale di Basso  
 Città: Basso  
 Località: Bassa

Data: 26/12/2021

Scale 1:16



## PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

Committente: **Comune di Baiso**

Cantiere: ex Campo Sportivo – Ambito ACR1

Località: Baiso

**Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DINASTAR (90°) punta fissa**

Rif. Norme	DIN 4094	Peso aste a metro	3.6 Kg/m
Peso Massa battente	30 Kg	Profondità giunzione prima asta	0.90 m
Altezza di caduta libera	0.20 m	Avanzamento punta	0.10 m
Peso sistema di battuta	26 Kg	Numero colpi per punta	N(10)
Diametro punta conica	35.68 mm	Coeff. Correlazione	0.78
Area di base punta	10 cm <sup>2</sup>	Rivestimento/fanghi	No
Lunghezza delle aste	1 m	Angolo di apertura punta	90°

**OPERATORE**  
geol. Federico Mattioli

**RESPONSABILE**  
geol. Vittorio Monelli

### Correlazione con Nspt

Poiché la prova penetrometrica standard (SPT) rappresenta, ad oggi, uno dei mezzi più diffusi ed economici per ricavare informazioni dal sottosuolo, la maggior parte delle correlazioni esistenti riguardano i valori del numero di colpi Nspt ottenuto con la suddetta prova, pertanto si presenta la necessità di rapportare il numero di colpi di una prova dinamica con Nspt. Il passaggio viene dato da:

$$Nspt = \beta_t N$$

dove:

$$\beta_t = \frac{Q}{Q_{SPT}}$$

in cui Q è l'energia specifica per colpo e Qspt è quella riferita alla prova SPT.

L'energia specifica per colpo viene calcolata come segue:

$$Q = \frac{M^2 \cdot H}{A \cdot \delta \cdot (M + M')}$$

in cui

M = peso massa battente;

M' = peso aste;

H = altezza di caduta;

A = area base punta conica;

δ = passo di avanzamento.

### Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd

Formula Olandese

$$Rpd = \frac{M^2 \cdot H}{[A \cdot e \cdot (M + P)]} = \frac{M^2 \cdot H \cdot N}{[A \cdot \delta \cdot (M + P)]}$$

Rpd = resistenza dinamica punta (area A);

e = infissione media per colpo (δ/N);

M = peso massa battente (altezza caduta H);

P = peso totale aste e sistema battuta.

### Metodologia di Elaborazione.

Le elaborazioni sono state effettuate mediante un programma di calcolo automatico Dynamic Probing della *GeoStru Software*. Il programma calcola il rapporto delle energie trasmesse (coefficiente di correlazione con SPT) tramite le elaborazioni proposte da Pasqualini 1983 - Meyerhof 1956 - Desai 1968 - Borowczyk-Frankowsky 1981. Permette inoltre di utilizzare i dati ottenuti dall'effettuazione di prove penetrometriche per estrarre utili informazioni geotecniche e geologiche.

**PROVA ... Nr.1**

Strumento utilizzato...  
 Prova eseguita in data  
 Profondità prova  
 Falda non rilevata

DINASTAR (90°) punta fissa  
 29/12/2021  
 2.10 mt

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.10	2	0.857	5.17	6.04	0.26	0.30
0.20	7	0.855	18.07	21.14	0.90	1.06
0.30	9	0.853	23.18	27.18	1.16	1.36
0.40	7	0.851	17.99	21.14	0.90	1.06
0.50	6	0.849	15.38	18.12	0.77	0.91
0.60	10	0.847	25.58	30.20	1.28	1.51
0.70	13	0.795	31.22	39.26	1.56	1.96
0.80	19	0.793	45.52	57.38	2.28	2.87
0.90	24	0.742	53.75	72.48	2.69	3.62
1.00	21	0.740	44.24	59.81	2.21	2.99
1.10	29	0.738	60.95	82.59	3.05	4.13
1.20	28	0.736	58.71	79.75	2.94	3.99
1.30	23	0.735	48.12	65.51	2.41	3.28
1.40	17	0.783	37.90	48.42	1.90	2.42
1.50	24	0.731	49.98	68.35	2.50	3.42
1.60	47	0.630	84.27	133.86	4.21	6.69
1.70	55	0.628	98.36	156.65	4.92	7.83
1.80	50	0.626	89.19	142.41	4.46	7.12
1.90	55	0.625	97.86	156.65	4.89	7.83
2.00	54	0.623	90.68	145.51	4.53	7.28
2.10	70	0.622	117.26	188.62	5.86	9.43

Prof. Strato (m)	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
1.1	42.93	Incoerente	1.75	1.92	0.74	10.7	riporto
1.5	65.51	Incoerente - coesivo	2.08	2.29	0.73	16.84	coltre d'alterazione
2.1	153.95	Incoerente - coesivo	2.5	2.5	0.73	40.38	substrato

**Classificazione AGI**

	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - riporto	1.10	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
[2] - coltre d'alterazione	1.50	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
[3] - substrato Formazione di Ranzano)	2.10	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

**PROVA ... Nr.2**

Strumento utilizzato...  
 Prova eseguita in data  
 Profondità prova  
 Falda non rilevata

DINASTAR (90°) punta fissa  
 29/12/2021  
 3.20 mt

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.10	2	0.857	5.17	6.04	0.26	0.30
0.20	4	0.855	10.32	12.08	0.52	0.60
0.30	7	0.853	18.03	21.14	0.90	1.06
0.40	7	0.851	17.99	21.14	0.90	1.06
0.50	7	0.849	17.95	21.14	0.90	1.06
0.60	8	0.847	20.46	24.16	1.02	1.21
0.70	10	0.845	25.52	30.20	1.28	1.51
0.80	13	0.793	31.15	39.26	1.56	1.96
0.90	25	0.742	55.99	75.50	2.80	3.78
1.00	46	0.640	83.82	131.01	4.19	6.55
1.10	43	0.638	78.13	122.47	3.91	6.12

1.20	42	0.636	76.11	119.62	3.81	5.98
1.30	48	0.635	86.75	136.71	4.34	6.84
1.40	43	0.633	77.51	122.47	3.88	6.12
1.50	43	0.631	77.30	122.47	3.87	6.12
1.60	51	0.630	91.44	145.25	4.57	7.26
1.70	43	0.628	76.90	122.47	3.85	6.12
1.80	28	0.726	57.92	79.75	2.90	3.99
1.90	31	0.675	59.57	88.29	2.98	4.41
2.00	41	0.623	68.85	110.48	3.44	5.52
2.10	27	0.722	52.50	72.75	2.63	3.64
2.20	23	0.720	44.63	61.98	2.23	3.10
2.30	22	0.719	42.60	59.28	2.13	2.96
2.40	24	0.717	46.38	64.67	2.32	3.23
2.50	43	0.616	71.34	115.87	3.57	5.79
2.60	48	0.614	79.45	129.34	3.97	6.47
2.70	45	0.613	74.31	121.26	3.72	6.06
2.80	42	0.611	69.20	113.17	3.46	5.66
2.90	45	0.610	73.97	121.26	3.70	6.06
3.00	40	0.609	62.25	102.27	3.11	5.11
3.10	52	0.607	80.75	132.95	4.04	6.65
3.20	77	0.606	119.31	196.88	5.97	9.84

Prof. Strato (m)	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume satura (t/m <sup>3</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
2	77.58	Incoerente	1.99	2.39	0.74	20	riporto
2.4	64.67	Coesivo	2.09	2.3	0.73	17.47	coltre d'alterazione
3.2	129.13	Incoerente - coesivo	2.31	2.5	0.73	35.67	substrato

#### Classificazione AGI

	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - riporto	2.00	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
[2] - coltre d'alterazione	2.40	Classificazione A.G.I	MOLTO CONSISTENTE
[3] - substrato	3.20	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

#### PROVA ... Nr.3

Strumento utilizzato...  
Prova eseguita in data  
Profondità prova  
Falda non rilevata

DINASTAR (90°) punta fissa  
29/12/2021  
4.50 mt

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.10	4	0.857	10.35	12.08	0.52	0.60
0.20	5	0.855	12.91	15.10	0.65	0.76
0.30	6	0.853	15.45	18.12	0.77	0.91
0.40	9	0.851	23.12	27.18	1.16	1.36
0.50	10	0.849	25.64	30.20	1.28	1.51
0.60	7	0.847	17.91	21.14	0.90	1.06
0.70	8	0.845	20.42	24.16	1.02	1.21
0.80	9	0.843	22.92	27.18	1.15	1.36
0.90	13	0.792	31.08	39.26	1.55	1.96
1.00	18	0.790	40.49	51.27	2.02	2.56
1.10	12	0.838	28.64	34.18	1.43	1.71
1.20	7	0.836	16.67	19.94	0.83	1.00
1.30	11	0.835	26.15	31.33	1.31	1.57
1.40	13	0.783	28.99	37.03	1.45	1.85
1.50	18	0.781	40.05	51.27	2.00	2.56
1.60	39	0.630	69.93	111.08	3.50	5.55
1.70	23	0.728	47.68	65.51	2.38	3.28
1.80	20	0.776	44.22	56.96	2.21	2.85
1.90	22	0.725	45.41	62.66	2.27	3.13
2.00	17	0.773	35.42	45.81	1.77	2.29
2.10	13	0.772	27.03	35.03	1.35	1.75
2.20	18	0.770	37.35	48.50	1.87	2.43
2.30	14	0.769	29.00	37.72	1.45	1.89
2.40	15	0.767	31.01	40.42	1.55	2.02
2.50	18	0.766	37.14	48.50	1.86	2.43
2.60	17	0.764	35.01	45.81	1.75	2.29
2.70	15	0.763	30.83	40.42	1.54	2.02
2.80	15	0.761	30.78	40.42	1.54	2.02
2.90	18	0.760	36.86	48.50	1.84	2.43

3.00	19	0.759	36.86	48.58	1.84	2.43
3.10	19	0.757	36.79	48.58	1.84	2.43
3.20	31	0.656	52.00	79.26	2.60	3.96
3.30	23	0.705	41.44	58.81	2.07	2.94
3.40	21	0.703	37.77	53.69	1.89	2.68
3.50	25	0.702	44.88	63.92	2.24	3.20
3.60	23	0.701	41.22	58.81	2.06	2.94
3.70	22	0.700	39.35	56.25	1.97	2.81
3.80	17	0.748	32.53	43.47	1.63	2.17
3.90	20	0.747	38.21	51.14	1.91	2.56
4.00	23	0.696	38.94	55.95	1.95	2.80
4.10	26	0.695	43.94	63.24	2.20	3.16
4.20	34	0.644	53.24	82.70	2.66	4.14
4.30	36	0.643	56.27	87.57	2.81	4.38
4.40	44	0.591	63.30	107.03	3.16	5.35
4.50	56	0.590	80.41	136.22	4.02	6.81

Prof. Strato (m)	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
1.9	38.72	Incoerente	1.73	1.92	0.74	9.87	riporto
3.8	49.61	Coesivo	2.05	2.25	0.73	13.8	coltre d'alterazione
4.3	68.12	Incoerente - coesivo	2.1	2.31	0.72	20.04	substrato

#### Classificazione AGI

	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - riporto	1.90	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
[2] - coltre d'alterazione	3.80	Classificazione A.G.I	CONSISTENTE
[3] - substrato	4.30	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

#### PROVA ... Nr.4

Strumento utilizzato...  
Prova eseguita in data  
Profondità prova  
Falda non rilevata

DINASTAR (90°) punta fissa  
29/12/2021  
3.90 mt

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.10	1	0.857	2.59	3.02	0.13	0.15
0.20	4	0.855	10.32	12.08	0.52	0.60
0.30	7	0.853	18.03	21.14	0.90	1.06
0.40	7	0.851	17.99	21.14	0.90	1.06
0.50	8	0.849	20.51	24.16	1.03	1.21
0.60	6	0.847	15.35	18.12	0.77	0.91
0.70	8	0.845	20.42	24.16	1.02	1.21
0.80	9	0.843	22.92	27.18	1.15	1.36
0.90	7	0.842	17.79	21.14	0.89	1.06
1.00	5	0.840	11.96	14.24	0.60	0.71
1.10	5	0.838	11.93	14.24	0.60	0.71
1.20	8	0.836	19.05	22.78	0.95	1.14
1.30	5	0.835	11.88	14.24	0.59	0.71
1.40	40	0.633	72.10	113.92	3.60	5.70
1.50	47	0.631	84.49	133.86	4.22	6.69
1.60	42	0.630	75.31	119.62	3.77	5.98
1.70	33	0.678	63.72	93.99	3.19	4.70
1.80	32	0.676	61.64	91.14	3.08	4.56
1.90	40	0.625	71.17	113.92	3.56	5.70
2.00	34	0.673	61.67	91.62	3.08	4.58
2.10	30	0.722	58.34	80.84	2.92	4.04
2.20	35	0.670	63.20	94.31	3.16	4.72
2.30	33	0.669	59.46	88.92	2.97	4.45
2.40	33	0.667	59.32	88.92	2.97	4.45
2.50	26	0.716	50.14	70.06	2.51	3.50
2.60	24	0.714	46.19	64.67	2.31	3.23
2.70	17	0.763	34.94	45.81	1.75	2.29
2.80	19	0.761	38.98	51.20	1.95	2.56
2.90	22	0.710	42.09	59.28	2.10	2.96
3.00	19	0.759	36.86	48.58	1.84	2.43
3.10	20	0.757	38.73	51.14	1.94	2.56
3.20	19	0.756	36.73	48.58	1.84	2.43
3.30	18	0.755	34.73	46.02	1.74	2.30
3.40	20	0.753	38.53	51.14	1.93	2.56
3.50	15	0.752	28.85	38.35	1.44	1.92

3.60	14	0.751	26.88	35.80	1.34	1.79
3.70	19	0.750	36.42	48.58	1.82	2.43
3.80	35	0.648	58.03	89.49	2.90	4.47
3.90	72	0.597	109.94	184.09	5.50	9.20

Prof. Strato (m)	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
2.6	57.06	Incoerente	1.88	1.95	0.73	14.9	riporto
3.6	47.59	Coesivo	2.04	2.24	0.72	13.25	coltre d'alterazione
3.9	107.39	Incoerente - coesivo	2.17	2.39	0.72	30.41	substrato

#### Classificazione AGI

	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - riporto	2.60	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
[2] - coltre d'alterazione	3.60	Classificazione A.G.I	CONSISTENTE
[3] - substrato	3.90	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

#### PROVA ... Nr.5

	13.25		A.G.I. (1977)	
--	-------	--	---------------	--

Strumento utilizzato... DINASTAR (90°) punta fissa  
 Prova eseguita in data 29/12/2021  
 Profondità prova 1.30 mt  
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.10	5	0.857	12.94	15.10	0.65	0.76
0.20	7	0.855	18.07	21.14	0.90	1.06
0.30	12	0.853	30.90	36.24	1.55	1.81
0.40	10	0.851	25.69	30.20	1.28	1.51
0.50	15	0.799	36.19	45.30	1.81	2.27
0.60	15	0.797	36.11	45.30	1.81	2.27
0.70	9	0.845	22.97	27.18	1.15	1.36
0.80	9	0.843	22.92	27.18	1.15	1.36
0.90	9	0.842	22.87	27.18	1.14	1.36
1.00	10	0.840	23.92	28.48	1.20	1.42
1.10	9	0.838	21.48	25.63	1.07	1.28
1.20	80	0.636	144.97	227.85	7.25	11.39
1.30	100	0.635	180.73	284.81	9.04	14.24

Prof. Strato (m)	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
1.1	29.9	Incoerente	1.64	1.9	0.74	7.38	riporto
1.3	256.33	Incoerente - coesivo	2.5	2.5	0.73	65.88	substrato

#### Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - riporto	7.38	1.10	7.38	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
[2] - substrato	65.88	1.30	65.88	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO

#### PROVA ... Nr.6

Strumento utilizzato... DINASTAR (90°) punta fissa  
 Prova eseguita in data 29/12/2021  
 Profondità prova 3.70 mt  
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.10	6	0.857	15.52	18.12	0.78	0.91
0.20	10	0.855	25.81	30.20	1.29	1.51
0.30	15	0.803	36.36	45.30	1.82	2.27
0.40	10	0.851	25.69	30.20	1.28	1.51
0.50	13	0.799	31.37	39.26	1.57	1.96

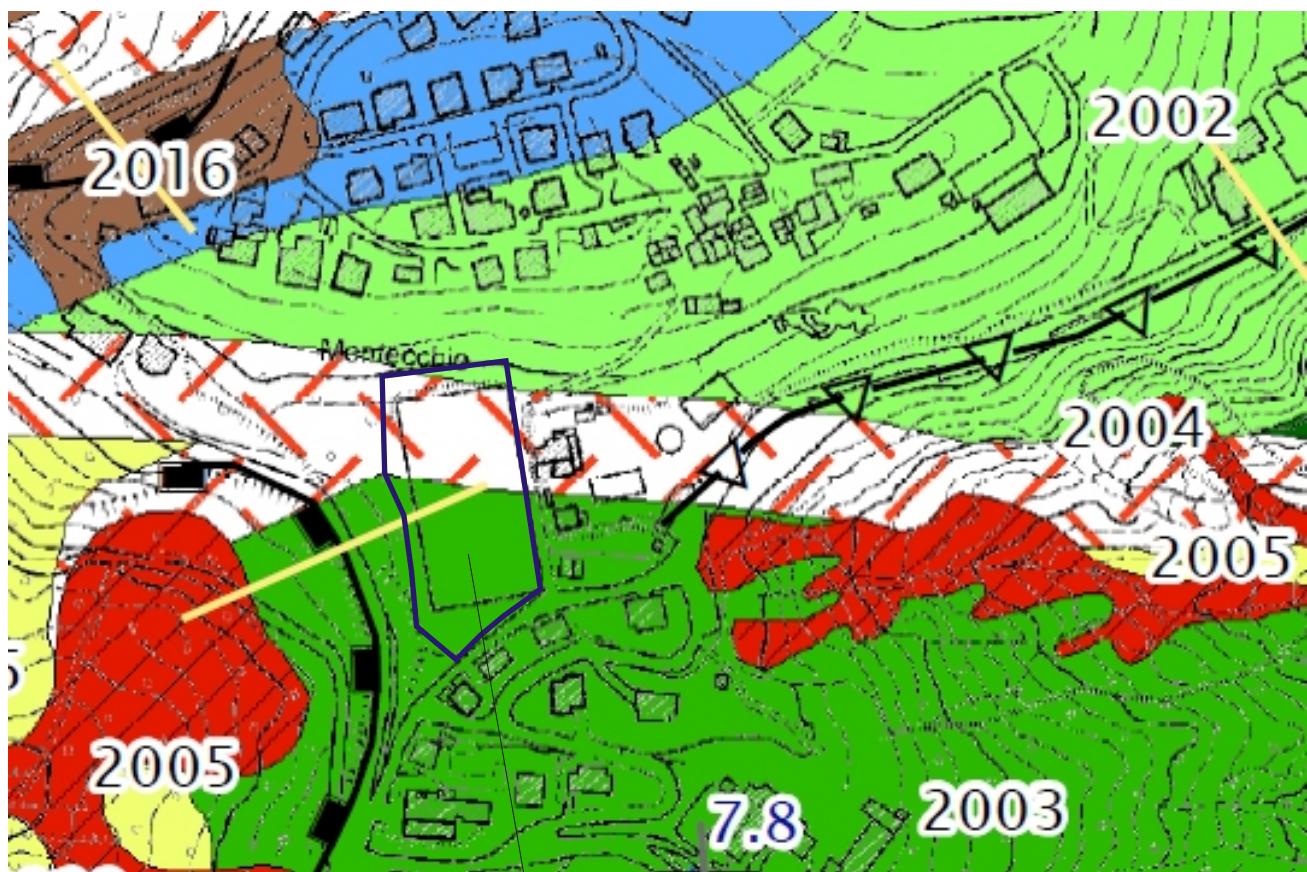
0.60	26	0.747	58.66	78.52	2.93	3.93
0.70	21	0.745	47.26	63.42	2.36	3.17
0.80	13	0.793	31.15	39.26	1.56	1.96
0.90	12	0.842	30.50	36.24	1.52	1.81
1.00	8	0.840	19.13	22.78	0.96	1.14
1.10	7	0.838	16.71	19.94	0.84	1.00
1.20	7	0.836	16.67	19.94	0.83	1.00
1.30	8	0.835	19.02	22.78	0.95	1.14
1.40	16	0.783	35.67	45.57	1.78	2.28
1.50	19	0.781	42.27	54.11	2.11	2.71
1.60	17	0.780	37.74	48.42	1.89	2.42
1.70	18	0.778	39.88	51.27	1.99	2.56
1.80	19	0.776	42.01	54.11	2.10	2.71
1.90	17	0.775	37.51	48.42	1.88	2.42
2.00	14	0.773	29.17	37.72	1.46	1.89
2.10	14	0.772	29.11	37.72	1.46	1.89
2.20	13	0.770	26.98	35.03	1.35	1.75
2.30	13	0.769	26.92	35.03	1.35	1.75
2.40	14	0.767	28.94	37.72	1.45	1.89
2.50	14	0.766	28.89	37.72	1.44	1.89
2.60	13	0.764	26.77	35.03	1.34	1.75
2.70	12	0.813	26.28	32.34	1.31	1.62
2.80	12	0.811	26.24	32.34	1.31	1.62
2.90	20	0.760	40.96	53.89	2.05	2.69
3.00	15	0.759	29.10	38.35	1.45	1.92
3.10	12	0.807	24.77	30.68	1.24	1.53
3.20	13	0.756	25.13	33.24	1.26	1.66
3.30	20	0.755	38.59	51.14	1.93	2.56
3.40	19	0.753	36.60	48.58	1.83	2.43
3.50	48	0.602	73.90	122.73	3.69	6.14
3.60	45	0.601	69.13	115.06	3.46	5.75
3.70	80	0.600	122.65	204.55	6.13	10.23

Prof. Strato (m)	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
1.3	35.84	Incoerente	1.69	1.91	0.74	8.86	riporto
3.4	41.83	Coesivo	2.0	2.2	0.73	11.23	coltre d'alterazione
3.7	147.45	Incoerente - coesivo	2.5	2.5	0.72	41.75	substrato

11.23	A.G.I. (1977)
-------	---------------

#### Classificazione AGI

	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - riporto	1.30	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
[2] - coltre d'alterazione	3.40	Classificazione A.G.I	CONSISTENTE
[3] - substrato	3.70	Classificazione A.G.I	ADDENSATO



## Zone stabili suscettibili di amplificazione locale

2003

Depositi argilloso limoso sabbiosi contenenti clasti litici, H 2/3 m, su substrato ad alternanze di strati arenacei-calcarenitici-calcilutitici-calcareo marnosi con livelli pelitici, lapidei / peliti:  $3>L/P>1/3$ , stratificato a medio basso grado di fratturazione sino a -8/-15 m pc e successivamente a medio elevata consistenza e basso grado di fratturazione; substrato a comportamento non rigido:  $V_s=500/700$  m/s (RAN2-RAN3-MOH-MOV-MCS).

2099

Lim sabbioso argilloso a zone con clasti lapidei, H 2/5 m, su substrato fratturato ad alternanze arenaceo pelitiche e calcareo marnose, argillitico-argilloso-brecce argillose e pelitico arenaceo:  $L/P<1$ , a grado di fratturazione elevato nei primi 10 m, elevato-medio elevato sino a -20 m, medio-medio basso sino a -32 m e successivamente a basso grado di fratturazione; substrato arenaceo pelitico-calcareo marnoso a comportamento non rigido con  $V_s<300/500$  m/s (MOH-MOV); substrato argilloso-argillitico-brecce argillose, prevalentemente pelitico a grado di fratturazione elevato-medio elevato sino a -20 m e successivamente basso sino a -40 m; substrato a comportamento non rigido:  $V_s<550$  m/s (BAI-MVRb,c,d-VRO-AVI-AVV-SCB-APA).

△△△ Cresta

Traccia per gli approfondimenti delle amplificazioni topografiche e per la verifica di stabilità

—■— Orlo di scarpata morfologica (>20m)

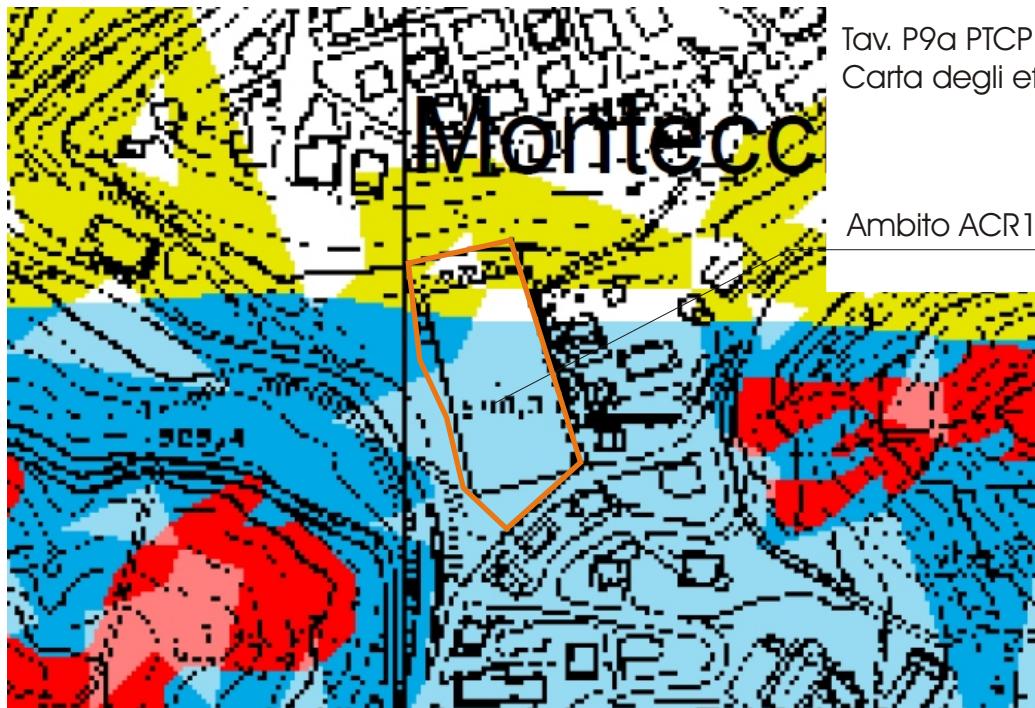
**MICROZONE OMOGENEE  
IN PROSPETTIVA SISMICA**

data: gennaio 2022

Comm: Comune di Baiso

dis:

**TAVOLA  
10**



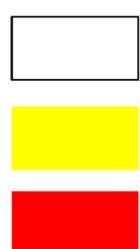
Tav. P9a PTCP Reggio Emilia  
Carta degli effetti attesi

		EFFETTI ATTESI				
		AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA	AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA	INSTABILITÀ DI VERSANTE	CEDIMENTI	LIQUEFAZIONE
CLASSI	A	X		X		
	B	X	X	X		
	C	X				
	D	X	X			
	E		X			
	F	X				X
	G	X			X (potenziale)	
	H					

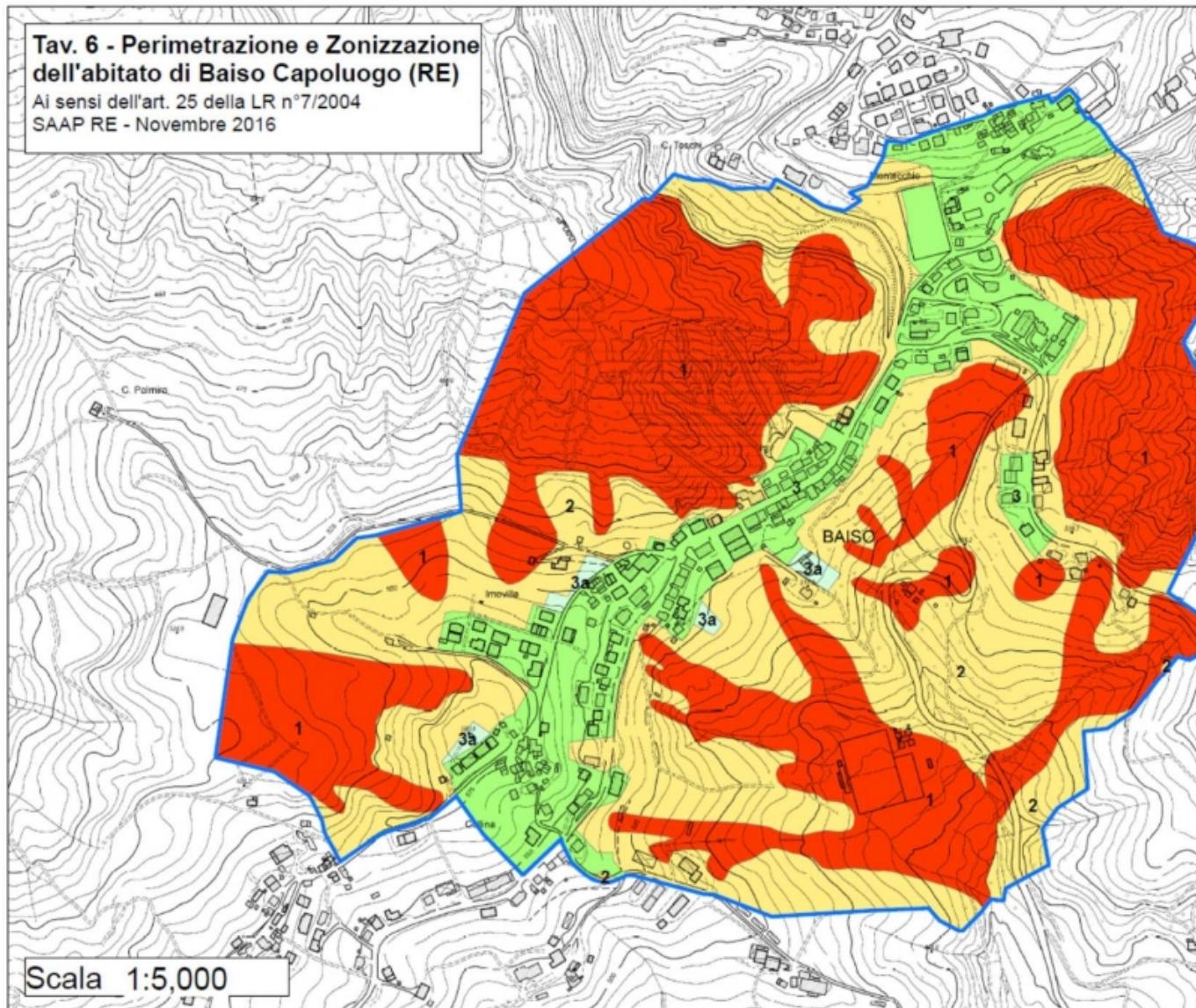
Tav. P9b PTCP Reggio Emilia  
Carta dei livelli d'approfondimento sismico



LIVELLI DI APPROFONDIMENTO



Tav. 6 - Perimetrazione e Zonizzazione  
dell'abitato di Baiso Capoluogo (RE)  
Ai sensi dell'art. 25 della LR n°7/2004  
SAAP RE - Novembre 2016



- ZONA DISSESTATA
- ZONA DI POSSIBILE SVILUPPO DEL DISSESTO
- ZONA CONTERMINE AL DISSESTO
- ZONA ESTERNA AL DISSESTO

**PERIMETRAZIONE ABITATO DI BAISO**

data: gennaio 2022

comm: Comune di Baiso

dis:

**TAVOLA  
12**

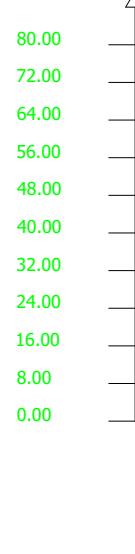
## # Parametri Geotecnici degli strati #

N.	phi` deg	C` kPa	Cu kPa	Gamm kN/m3	GammSat kN/m3	sgci MPa	GSI ..	mi ..	D ..
1	20.00	0	0	18.00	19.00	0	0	0	0
2	0	0	0	21.00	22.00	1.00	30.00	8.00	0

SSAP 5.0.2 (2021) - Slope Stability Analysis Program  
 Software by Dr.Geol. L.Borselli - [www.lorenzo-borselli.eu](http://www.lorenzo-borselli.eu)  
 SSAP/DXF generator rel. 2.0 (2020)

Y (m)

Y (m)



25.00

50.00

75.00

100.00

125.00

150.00

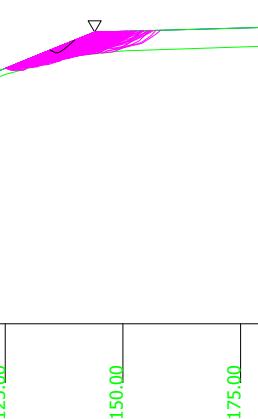
175.00

200.00

225.00

250.00

X (m)



Modello di calcolo : Borselli (2016)

## SUPERFICI REGISTRATE CON Fs ENTRO INTERVALLO PREDEFINITO

Fs minimo : 0.2000  
 Fs massimo : 1.3000  
 N.Superfici plottate : 876  
 Coefficiente Sismico orizzontale - Kh: 0.0840  
 Coefficiente Sismico verticale - Kv: -0.0420

## GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM

Campione Superfici - N.: 1000  
 Lunghezza media segmenti (m) : 1.0  
 Range X inizio generazione : 125.0 - 145.0  
 Range X termine generazione : 130.0 - 180.0  
 Livello Y minimo considerato : 0.0

Verifica di Stabilità

gennaio 2022  
 Comune di Baiso  
 dis.:

TAVOLA  
 13

SSAP 5.0.2 - Slope Stability Analysis Program (1991,2021)

WWW.SSAP.EU

Build No. 11987

BY

Dr. Geol. LORENZO BORSELLI \* , \*\*

\*UASLP, San Luis Potosi, Mexico

e-mail: lborselli@gmail.com

CV e WEB page personale: WWW.LORENZO-BORSELLI.EU

\*\* Gia' Ricercatore CNR-IRPI fino a Luglio 2011

Ultima Revisione struttura tabelle del report: 21 Febbraio 2021

Localita' : **Baiso - ex Campo Sportivo - Ambito ACR1**

Descrizione: **Verifica di stabilità versante ovest**

----- PARAMETRI DEL MODELLO DEL PENDIO -----

SUP T.		SUP 2		SUP 3		SUP 4	
X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
0.00	10.00	0.00	9.00	-	-	-	-
30.00	18.00	42.00	20.00	-	-	-	-
42.00	21.00	63.00	30.00	-	-	-	-
63.00	31.00	96.00	37.00	-	-	-	-
96.00	38.00	107.00	38.00	-	-	-	-
107.00	39.00	125.00	45.00	-	-	-	-
144.00	54.00	140.00	49.00	-	-	-	-
180.00	55.00	150.00	50.00	-	-	-	-
-	-	180.00	51.00	-	-	-	-

---- SUP FALDA -----

X Y (in m)

0.00 10.00

30.00 18.00

42.00 21.00

63.00 31.00

96.00 38.00

107.00 39.00

144.00 54.00

180.00 55.00

----- GESTIONE ACQUIFERI -----

Strati esclusi da acquifero:

STRATO 2

Peso unitario fluido (kN/m^3): 9.81

----- PARAMETRI GEOMECCANICI -----

STRATO 1	fi` sigci	C` GSI	Cu mi	Gamm D	Gamm_sat
STRATO 2	1.00	30.00	8.00	0,00	21.00

LEGENDA: fi` \_\_\_\_\_ Angolo di attrito interno efficace(in gradi)

C` \_\_\_\_\_ Coesione efficace (in Kpa)

Cu \_\_\_\_\_ Resistenza al taglio Non drenata (in Kpa)

Gamm \_\_\_\_\_ Peso di volume terreno fuori falda (in KN/m^3)

Gamm\_sat \_\_\_\_\_ Peso di volume terreno immerso (in KN/m^3)

----- SOLO Per AMMASSI ROCCIOSI FRATTURATI - Parametri Criterio di Rottura di Hoek (2002)-  
sigci Resistenza Compressione Uniassiale Roccia Intatta (in MPa)  
GSI \_\_\_\_ Geological Strenght Index ammasso(adimensionale)  
mi \_\_\_\_ Indice litologico ammasso(adimensionale)  
D \_\_\_\_ Fattore di disturbo ammasso(adimensionale)

Uso CRITERIO DI ROTTURA Hoek et al.(2002,2006) - non-lineare - Generalizzato, secondo Lei et al.(2016)

----- INFORMAZIONI GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM -----

\*\*\* PARAMETRI PER LA GENERAZIONE DELLE SUPERFICI

MOTORE DI RICERCA: CONVEX RANDOM - Chen (1992)

FILTRAGGIO SUPERFICI : ATTIVATO

LUNGHEZZA MEDIA SEGMENTI (m)\*: 1.0 (+/-) 50%

INTERVALLO ASCISSE RANDOM STARTING POINT (Xmin .. Xmax): 107.00 140.00

LIVELLO MINIMO CONSIDERATO (Ymin): 0.00

INTERVALLO ASCISSE AMMESSO PER LA TERMINAZIONE (Xmin..Xmax): 130.00 - 180.00

TOTALE SUPERFICI GENERATE : 10000

----- INFORMAZIONI PARAMETRI DI CALCOLO -----

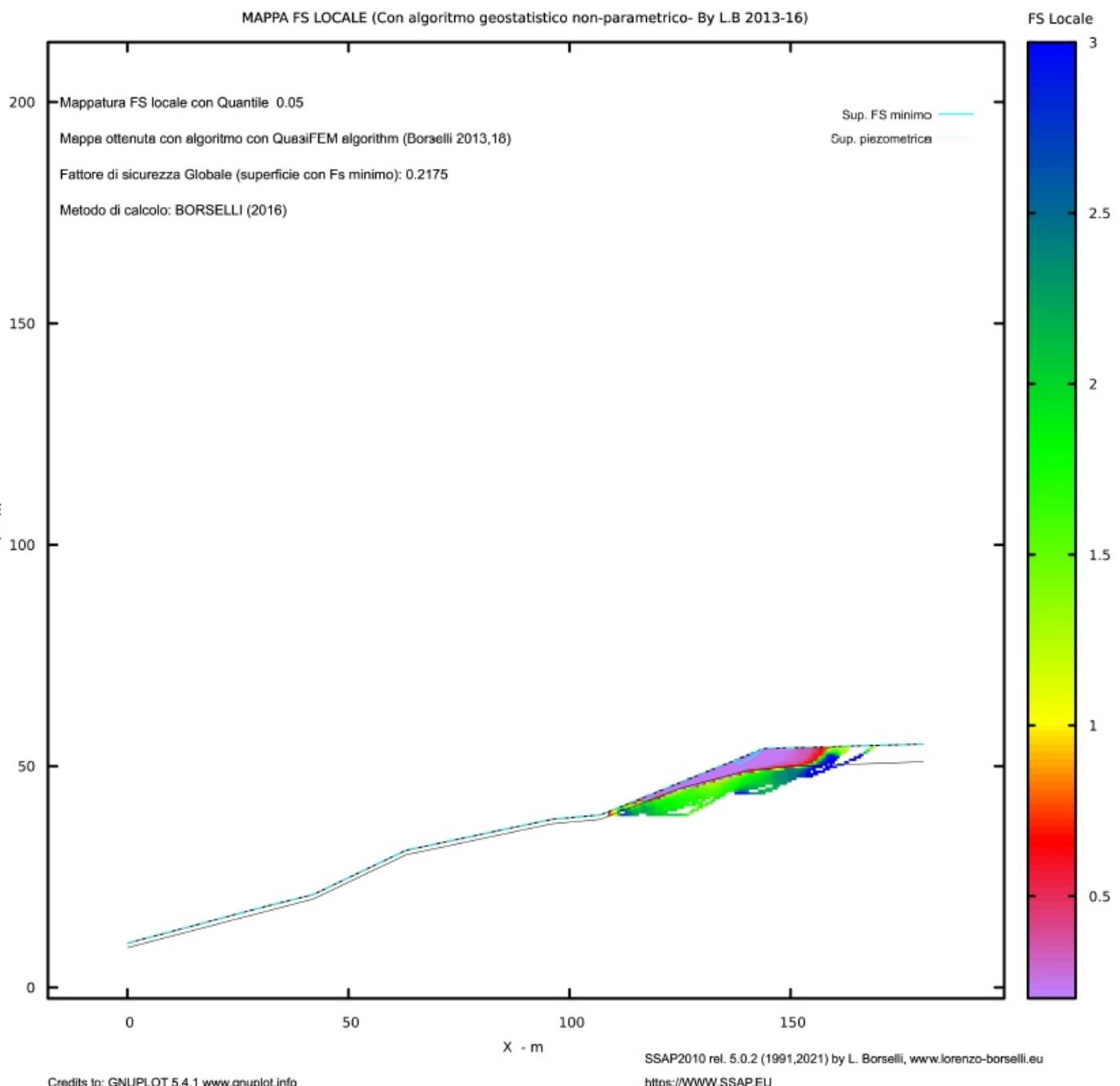
METODO DI CALCOLO : BORSELLI (Borselli, 2016)

METODO DI ESPLORAZIONE CAMPO VALORI (lambda0, Fs0) ADOTTATO : A (rapido)

COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kh : 0.0840

COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kv (assunto Negativo): -0.0420

COEFFICIENTE c=Kv/Kh UTILIZZATO : 0.5000



**MAPPA DI Fs LOCALE**

Dis:

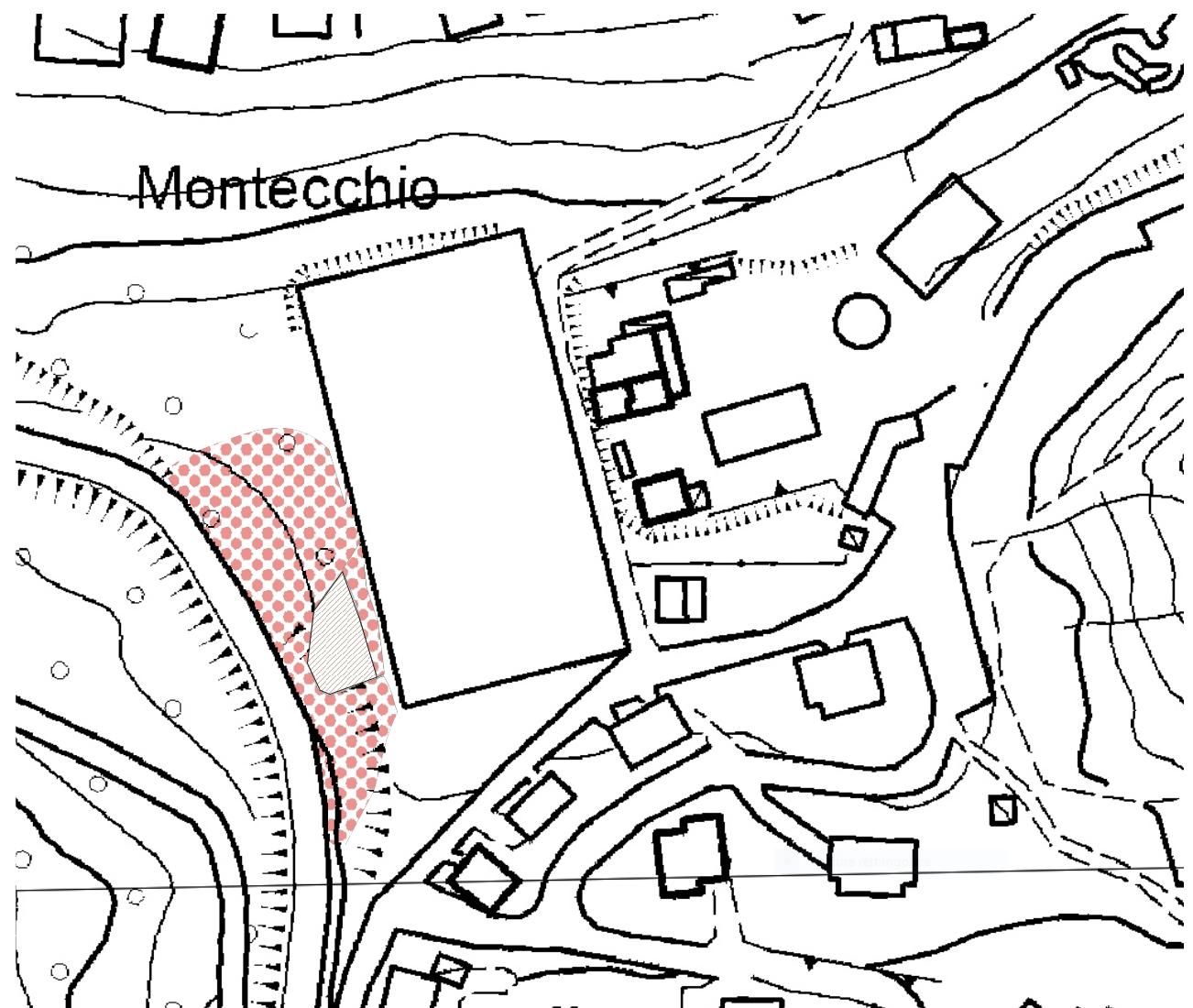
data: gennaio 2022

Comm: Comune di Baiso

**TAVOLA  
14**

Substrato affiorante

Smottamenti superficiali



**CARTA DEL DISSESTO SUPERFICIALE**

data: gennaio 2022

comm: Amm. Comunale di Baiso

dis:

**TAVOLA  
15**

# Estratto CTR scala 1:750

