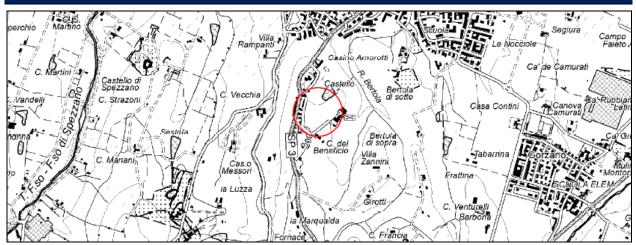
COMUNE DI MARANELLO

PROVINCIA DI MODENA

INSERIMENTO IN PSC DI UN'AREA PER FUTURI INTERVENTI RESIDENZIALI

COMMITTENTE: AZ. AG. RIPALTA S.S. DI FERRARI AMOROTTI GIUSEPPE E C.

RELAZIONE GEOLOGICA-GEOTECNICA E SISMICA



DOTT. GEOL. ALESSANDRO MACCAFERRI V.LE CADUTI IN GUERRA 1/ 41121 MODENA

☎ 059-226540

DOTT. ALESSANDRO MACCAFERRI - GEOLOGO -

Studio:

V.le Caduti in Guerra 1 41121 Modena

Tel: 059-226540 - Fax: 059-4398943 Cell. 335-7053511 - E-mail: maccafe@tin.it

Modena 28/03/2018

RELAZIONE GEOLOGICO-GEOTECNICA E SISMICA

PROGETTO: Inserimento nel PSC del comune di Maranello di un'area destinata ad

interventi residenziali

REGIONE: Emilia Romagna

PROVINCIA: Modena

COMUNE: Maranello

IDENTIFICAZIONE CATASTALE: Foglio 11, mappale 431 e 432

UBICAZIONE: Via Daniele Manin

COMMITTENTE: Az. Ag. Ripalta di Ferrari Amorotti Giuseppe e C.

RIFERIMENTI NORMATIVI: Circolare Regionale n° 1288 del 11.02.1983; D.M. 11.03.1988; Circolare LL.PP. 24.09.1988 n°30483; D.M. 14.01.2008; D.M. 17/01/2018; Delibera Regionale n° 1677 del 24.10.2005 – Del. Ass. Lgs. 112/2007 – L.R. 19/2008 – L.R. 16/2012 – DGR 2193/2015 – PTCP Provincia di Modena – PSC Comune di Maranello

RELAZIONE REDATTA AD USO: Inserimento in PSC

. PREMESSA

Su incarico della committenza, Azienda Agricola Ripalta s.s. di Ferrari Amorotti Giuseppe e C., si è provveduto alla stesura della presente relazione geologico-geotecnica e sismica inerente la richiesta d'inserimento nel PSC, Piano Strutturale Comunale, del comune di Maranello, di un'area da destinarsi alla realizzazione di futuri interventi residenziali.

L'area in esame risulta ubicata lungo via Manin, nel comune di Maranello (Mo), nella zona sud del centro abitato, a ridosso delle prime ondulazioni appenniniche.

L'area in oggetto, attualmente a prato, è oggetto di richiesta d'inserimento nel PSC del comune di Maranello, al fine di prevedere futuri interventi di tipo residenziale, oltre le relative opere di urbanizzazione necessarie.

Il presente studio è stato condotto nel rispetto delle vigenti normative in materia, e finalizzato alla definizione delle caratteristiche geolitologiche, geomorfologiche e geotecniche del terreno interessato dagli interventi in progetto, al fine di stabilirne la fattibilità e le modalità esecutive più idonee, anche in relazione agli aspetti sismici introdotti al riguardo dalle recenti normative in materia, di cui al D.M. 18/01/2018 e, per quanto attiene gli aspetti di pianificazione, dalla Delibera 112/2007 dell'Assemblea Legislativa della Regione Emilia Romagna, come aggiornata dalla DGR sempre della RER 2193/2015, con riferimento specifico agli aspetti simici, e dalla L.R. 19/2008. Si è inoltre fatto riferimento agli studi, sia relazioni sia carte allegati allo studio geologico del PSC comune di Maranello.

Per l'adempimento delle specifiche in esse contenute è stato eseguito in data 22/03/2018 un sopralluogo sull'area al fine di prendere visione della situazione e programmare l'idonea campagna geognostica.

Per la caratterizzazione litostratigrafica e geotecnica dei terreni di sottofondazione si sono eseguite sull'area n. 4 prove penetrometriche dinamiche DPSH, spinte sino alla profondità massima di 14 m dal piano campagna; si è inoltre fatto riferimento ad altre prove eseguite nelle vicinanze dell'area in studio, in occasione di precedenti interventi edilizi, che hanno evidenziato una sostanziale omogeneità della zona dal punto di vista geologico.

Al fine poi di classificare da un punto di vista sismico i terreni presenti, si è effettuata, sempre in data 22/03/2018, un'apposita indagine geofisica, tramite l'esecuzione di uno stendimento MASW, la quale ha permesso di determinare la Vs₃₀, velocità delle onde di taglio nei primi 30 m di profondità, e quindi la categoria di suolo di fondazione interessato dai futuri interventi edilizi, in funzione della quale si sono poi ricavati i relativi coefficienti di amplificazione stratigrafica e topografica. La relazione si articola nel seguente modo:

- A) INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E AMBIENTALE
 - A1) INQUADRAMENTO GEOGRAFICO
 - A2) INQUADRAMENTO GEOLOGICO
 - A3) MORFOLOGIA
 - A4) CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE
 - A5) IDROGRAFIA SUPERFICIALE
- B) VALUTAZIONE DELLA FATTIBILITA' DEL PROGETTO PROPOSTO
 - B1) DESCRIZIONE DEL PROGETTO
 - B2) INDAGINI GEOGNOSTICHE

- B3) CLASSIFICAZIONE SISMICA
- B4) MICROZONAZIONE SISMICA
- B5) FATTIBILITÀ DEL PROGETTO PROPOSTO
- C) CONCLUSIONI
- ALLEGATI

A) INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E AMBIENTALE

. A1) INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area esaminata si colloca in Comune di Maranello (MO), nella parte a sud del centro abitato del capoluogo, più precisamente ubicata lungo via Manin, a ridosso della vecchia S.S. 12 dell'Abetone-Brennero. Siamo in una zona di prima collina modenese, ad una quota media del piano campagna, compresa tra 190 e 165 metri sul livello del mare.

Da un punto di vista cartografico l'area è compresa nella Tavola della C.T.R. alla scala 1:25.000 n. 219NE, denominata "Formigine" (Allegato 1) e nell'elemento, sempre della C.T.R., in scala 1:5.000 n. 219073 denominato "Fogliano" (Allegato 2).

Catastalmente l'area in esame risulta identificata nel Foglio 11, mappali 431 e 432 del catasto terreni del comune di Maranello, di cui un estratto si riporta in allegato 3. In allegato 10 si riporta invece una foto aerea della zona in esame, dalla quale si evidenzia l'attuale uso a prato dell'area di inserimento nel PSC.

.A2) INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'area in studio si colloca sul versante est della dorsale su cui corre la strada provinciale vecchia via Giardini, cpoco a sud del centro abitato di Maranello, ad una quota media di circa 175 m s.m.l, che degrada dolcemente verso il fondovalle del Rio Bertola.

Nell'area in esame, facendo riferimento alla Carta Geologica della RER (Allegato 4) affiorano terreni appartenenti ai cicli marini Plio-Pleistocenici, e in modo particolare alla formazione delle Argille Azzurre (FAA), come anche confermato dai rilievi eseguiti in sito dallo scrivente. Si tratta di argille siltose di colore grigio-azzurro che presentano un ritmo di stratificazione variabile; esse sono intercalate a sabbie fini in strati da centimetrici a metrici.

Il contatto con le unità sottostanti è, talora, caratterizzato dalla presenza di un minuto conglomerato. Le Argille Azzurre hanno un'età compresa tra il Pleistocene Inferiore ed il Pliocene Superiore. Nei pressi di San Venanzio, le argille in esame costituiscono una monoclinale, con immersione generale verso Est e a Sud-Ovest del centro abitato mostrano un contatto tettonico con terreni appartenenti al Melange di Coscogno (MSG).

In relazione ai litotipi presenti la zona presenta uno certo grado di franosità, con presenza di fenomeni gravitativi quiescenti e attivi, che si estendono soprattutto nelle zone in cui la copertura vegetazionale è scarsa o assente, o in cui non viene svolta una costante ed adeguata opera di manutenzione del territorio. Nello specifico dell'area in esame si rilevano invece buone condizioni di stabilità, non ritrovando movimenti franosi ne attivi, ne quiescenti, con terreni caratterizati da un ottimo equilibrio geomorfologico.

Da un punto di vista litologico la formazione è alquanto omogenea, potendo trovare la presenza continua di depositi argillois e limosi, per centinaia di metri, che solo nella barte sommitale possono alternarsi a depositi leggermente più sabbiosi, che si intercalano a varie altezze entro una successione fine.

Nello specifico trattasi di Argille, argille marnose, marne argillose e siltose grigie e grigio-azzurre, talora grigio plumbeo, in strati medi e subordinatamente sottili, a giunti poco o non visibili per bioturbazione, con subordinati strati arenacei sottili risedimentati. Localmente sono presenti sottili livelli discontinui di biocalcareniti fini e siltiti giallo, o ocra se alterate, sottilmente laminate. Nella parte alta possono essere presenti slumps. Limite inferiore paraconcordante o marcato da una lieve discordanza angolare, discordante su unità più antiche. Come detto la potenza è di alcune centinaia di metri.

L'area sorge sul fianco orientale della dorsale principale, su cui si collocano le frazioni di Montagnana e San Venanzio, che scende con andamento SSE-NNW, separate tra loro da corsi d'acqua a regime prevalentemente torrentizio (torrenti Tiepido e Fossa).

Nella zona in studio la situazione generale risulta buona: la formazione presenta stratificazione poco inclinata, spesso quasi orizzontale, con gli strati fratturati non sconnessi, a garanzia di una maggiore solidità.

Nell'area in esame il substrato roccioso, costituito dalla suddetta formazione, è sormontato solo in minima parte da terreni di copertura con spessori modesti, come anche confermato dalle prove eseguite, costituiti in parte da terreno di alterazione della roccia in posto, per fenomeni termo e crioclastici, e in parte da terreni eluviali e colluviali di versante, rielaborati dalle acque di scorrimento superficiale.

Tali terreni di copertura hanno una litologia prevalentemente argillosa-limosa, con componente sabbiosa quando sono presenti strati più grossolani.

L'area è attualmente occupata da prato e si pone in una zona con al contorno già diversi fabbricati, per i quali non si ravvisano problematiche particolari.

Durante il sopralluogo si sono eseguite osservazioni dirette sugli affioramenti dei terreni in posto presenti nell'area in esame, che hanno evidenziato un buon stato di conservazione della stessa, salvo, come detto, una modesta alterazione superficiale, imputabile principalmente agli agenti atmosferici, che comunque non inficia la loro buona stabilità.

Da un punto di vista geomorfologico l'area per la quale è previsto l'inserimento nel PSC come futura area edificabile, si pone su un versante che degrada molto dolcemente verso sud, dalla strada, via Manin, verso un laghetto di raccolta delle acque meteoriche, che si pone poco a valle dell'area stessa. Si va dalla quota di circa 190 m s.l.m. alla quota di 165 m, con una inclinazione media sui 8/10°. La morfologia è semplice e tale comunque da permettere uno sviluppo degli interventi edilizi senza particolari problemi; in generale presenta forme abbastanza dolci, essenzialmente legate ai litotipi affioranti che non danno origine a marcati fenomeni di morfoselezione, per la loro facile erodibilità.

Infatti, a pendii ripidi nelle zone dove affiorano i terreni più competenti, si alternano forme più dolci, con ondulazioni a largo raggio, dove affiorano terreni a dominante argillosa, più erodibile.

Lo sviluppo e la gerarchizzazione del reticolo idrografico ha poi determinato la formazione delle incisioni vallive trasversali, dovute a corsi d'acqua presenti, tra i quali il principale il

torrente Tiepido a est e il torrente Fossa a ovest. Alla base del versante in oggetto, scorre il Rio Bertola, che scorre fino all'abitato di Maranello, dove continua il suo corso tombato.

L'area in esame si presenta proprio per le condizioni mordfologiche presenti e per i litotipi affioranti, del tuto stabile.

L'area in passato è stata modellata prevalentemente da processi degli agenti atmosferici, dovuti all'acqua sia di precipitazione che di scioglimento nivale, che con la propria azione erosiva, di trasporto e di deposito ha modificato le originarie forme del paesaggio; attualmente l'evoluzione geomorfologica della zona è essenzialmente legata all'attività antropica e in particolar modo agli interventi edilizi e infrastrutturali.

I terreni presenti nell'area in esame, per le loro caratteristiche litologiche e morfologiche, consentono un buon drenaggio delle acque provenienti dalle aree a monte, non consentendo che queste ristagnino, con conseguente peggioramento delle caratteristiche meccaniche delle terre stesse.

Nell'area in esame il drenaggio superficiale è assicurato dalla presenza della rete di fossi superficiali di campagna, che complessivamente creano buone condizioni di deflusso delle acque meteoriche. Nello specifico dell'area in esame non si rilevano condizioni di deflusso difficoltoso o di morfologia depressa.

In relazione ai corsi d'acqua che scorrono nella zona, considerate le condizioni topografiche del territorio, si ritiene l'area in esame sicura da possibili eventi alluvionali.

In relazione alle condizioni litologiche e morfologiche dei terreni del primo sottosuolo, si ritiene per l'area in esame, l'idrologia ipogea estremamente modesta.

La percolazione infatti delle acque superficiali, inibita dai bassi valori di permeabilità dei terreni, avviene solo in corrispondenza della copertura detritica superficiale e dove le pendenze presenti permettono l'instaurarsi di una falda superficiale; il deflusso è, comunque, fermato là dove raggiunge il substrato argilloso.

In questo assetto geologico-geomorfologico, non è possibile parlare di veri e propri corpi acquiferi sotterranei; si tratta perlopiù, in periodi particolarmente piovosi di acque di infiltrazione che tendono a saturare i terreni argillosi di copertura presenti, e che possono creare per essi condizioni di pseudoplasticità con modeste venute di acqua al contatto con il substrato non alterato.

Anche all'atto del sopralluogo, nel foro delle prove penetrometriche eseguite sull'area, non si è rilevata la presenza di acqua fino alla profondità di 15 m dall'attuale piano campagna; solo nella prova P4 si è rilevata una modesta lama d'acqua alla profondità di circa 4 m dal piano campagna.

. A3) CONDIZIONI DI STABILITÀ

Per la definizione delle condizioni di stabilità del versante oggetto di studio, si è proceduto ad un rilievo geologico e geomorfologico dell'area in esame e di un suo significativo intorno.

Detto rilievo è stato finalizzato alla individuazione di eventuali evidenze recenti di movimento rilevate nell'area, con particolare riferimento ad avvallamenti del terreno, cumuli e gibbosità, eventuali venute d'acqua, scarpate attive e piccole trincee aperte; ci si è inoltre soffermati nell'osservazione delle colture e manufatti presenti, che al momento del rilevamento non denotano anomalie, ad esempio dal punto di vista della linearità geometrica dei pali di impianto elettrico infissi nel terreno.

Un esame allargato della zona in esame ha chiaramente evidenziato la stretta connessione tra morfologia, presenza e tipo del substrato e stabilità dei terreni.

Nell'area sono presenti terreni in posto, solo parzialmente alterati, sormontati da una copertura, costituita in parte da terreni di alterazione e in parte da depositi eluviali e colluviali di versante, con modesti spessori, come rilevato nella prova eseguita.

La zona in studio in relazione al litotipo presente, nonchè in relazione alle caratteristiche morfologiche semplici, non presenta particolari problemi di stabilità; si è osservato infatti direttamente all'atto del sopralluogo il buono stato di conservazione dei tipi litologici affioranti.

Non si sono inoltre segnalati elementi che potessero indurre a pensare a fenomeni di dissesto locali o generalizzati sull'intero versante.

Lungo il versante, che scende da sud verso nord, con media inclinazione sugli 8-10°, verso il fondovalle del Rio Bertola, non si rilevano frane ne attive ne quiescenti. Anche in un significativo intorno dell'area in esame i terreni risultano del tutto stabili, non evidenziando la presenza di frane, come tra l'altro si evince anche dallla Carta geologica della RER, in allegato 4. Per l'area in esame non si rileva la presenza di particolari fenomeni erosivi, tipo calnchi più o meno estesi, non ritrovando nell'area elementi morfodinamici in atto.

Come detto l'area sulla quale si prevede la costruzione di nuovi fabbricati residenziali si pone su un versante debolmente inclinato del tutto stabile.

La stabilità della zona più in generale è stata inoltre verificata mediante un esame degli edifici esistenti in prossimità dell'area in studio, i quali non mostrano lesioni, deformazioni o altri elementi che possono essere segnali di una instabilità puntuale e/o diffusa.

Non si rilevano fenomeni morfodinamici in atto; l'unico elemento morfogenetico attivo risulta essere il corso d'acqua che scorre alla base della vallecola, comunque molto distante dall'area, verso il fondovalle, e in nessun modo interferente con la stessa.

A tale proposito anche dall'esame della Carta del dissesto estratta dal PTCP (Allegato 6) si può notare la mancanza per la zona in studio di frane sia attive sia quiescenti, potendo pertanto ritenere i terreni in oggetto stabili ed in buone condizioni geomeccaniche.

Anche la carta idrogeomorfologica, estratta dal PSC del Comune di Maranello, riportata in allegato 9, non evidenzia per l'area in esame problemi di stabilità, ritrovando terreni in posto riconducibili alla formazione delle Argille Grigio-azzurre. L'area è interessata dal vincolo idrogeologico di cui al R.D. 3267/1923.

B) VALUTAZIONE DELLA FATTIBILITA' DELL'INTERVENTO .B1) DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Il progetto previsto per l'area in esame rappresenta la richiesta di inserimento nel PSC del comune di Maranello, quale area edificabile per futuri interventi di tipo residenziale, che già sono presenti in un intorno dell'area stessa.

L'area si colloca lungo via Manin, laterale della ex SS 12 dell'Abetone-Brennero, nella zona sud del centro abitato di Maranello, ed è attualmente utilizzata a prato.

L'area è ubicata in una zona già in parte residenziale, di cerniera con la zona agricola adiacente, per la quale non si riscontrano problematiche particolari.

In allegato 3 si riporta la planimetria catastale dell'area, identificata nel Foglio 11, mappali 431 e 432. In allegato 10 si riporta invece la foto aerea della zona in esame con individuazione dell'ambito in oggetto, e relativa ubicazione delle indagini geognostiche eseguite.

. B2) INDAGINI GEOGNOSTICHE

Per la caratterizzazione geologica-geotecnica e sismica dell'area in esame, oltre ad una raccolta bibliografica e cartografica degli studi eseguiti nella zona in studio, è stata predisposta un'apposita indagine geognostica consistita nell'esecuzione di:

- N. 4 prove penetrometriche dinamiche DPSH;
- N. 1 stendimento sismico MASW.

Prove penetrometriche DPSH

In data 22/03/2018 si è provveduto ad eseguire un'indagine geognostica sull'area in oggetto, al fine di valutare le caratteristiche litostratigrafiche e geotecniche dei terreni che saranno interessati dagli interventi in progetto.

L'indagine è stata sviluppata mediante l'esecuzione di n. 4 prove penetrometriche dinamiche pesanti, DPSH, spinte sino alla profondità massima di 14 m dall'attuale piano campagna, profondità ritenuta sufficiente agli scopi in progetto.

Le prove sono ubicate coma da allegato 10, in coda alla relazione.

Le prove penetrometriche sono state eseguite utilizzando un penetrometro dinamico Pagani TG63/100 KN con le seguenti caratteristiche:

Peso massa battente M = 63.5 kg= 0.75 mAltezza caduta libera Н Massa passiva Ms = 30 kgDiametro punta conica D = 50,46 mmArea base punta conica Α = 20,3 cm2= 90° Angolo apertura punta θ Lunghezza delle aste L = 1 mPeso aste per metro Ma = 5,15 kgAvanzamento punta = 0.20 mδ Coeff. Correl. Nspt = 1,504Ν

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd (funzione del numero di colpi N) \Rightarrow Formula olandese modificata:

$$Rpd = M2 H / [A e (M+P)] = M2 H N / [A \delta (M+P)]$$

Rpd = resistenza dinamica punta (Area A)

e = infissione per colpo = δ / N

M = peso massa battente (altezza caduta H)

P = peso totale aste e sistema battuta

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infiggere verticalmente nel terreno una punta conica metallica di dimensioni standard 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 63,5 kg. Si contano i colpi necessari per la penetrazione di ciascun tratto di 20 cm di lunghezza di asta nel terreno. La resistenza del terreno è funzione inversa della penetrazione per ciascun colpo e, diretta del numero di colpi per una data penetrazione. Le informazioni che la prova fornisce sono di tipo continuo, poiché le misure di resistenza alla penetrazione vengono eseguite durante tutta l'infissione.

La prova dinamica fornisce una valutazione qualitativa del grado di addensamento e di consistenza dei terreni attraversati. I parametri geomeccanici del terreno di fondazione possono essere ricavati da relazioni empiriche proposte da vari Autori correlando il numero di colpi del penetrometro DPSH con quelli della prova SPT, oppure correlando la resistenza Rpd alla resistenza alla punta qc ottenuta con le prove penetrometriche statiche CPT.

Le elaborazioni sono state effettuate mediante un programma di calcolo automatico Dynamic Probing della GeoStru Software.

I tabulati di calcolo e i diagrammi penetrometrici sono riportati in allegato 11.



Esecuzione prova P1



Esecuzione prova P2



Esecuzione prova P3



Esecuzione prova P4

Modello geologico

Da un punto di vista stratigrafico le prove eseguite, evidenziano la presenza di una sequenza di terreni argillosi, variamente limosi e sabbiosi, continua fino ai 14 metri di profondità indagata.

La successione stratigrafica nel dettaglio è la seguente.

Unità A da 0 m a 2,60/5,40 m

La prima unità è costituita da terreni fini e medio-fini, formati da argille limose debolmente sabbiose, a media consistenza e compattezza.

Unità B da 2,60/5,40 m a 8,60/9,80 m

La seconda unità è costituita da terreni più fini, formati da argille e argille limose, a mediabuona compattezza e consistenza.

Unità C da 8,60/9,80 a 10,40/11,20 m

La terza unità è costituita sempre da terreni fini, formati da argille e argille limose, da buona ad elevata compattezza e consistenza.

Unità D da 10,40/11,20 m a 14 m

La quarta unità è costituita ancora da terreni fini, formati da argille e argille limose, ad elevata compattezza e consistenza.

Situazione idrogeologica locale

I terreni riscontrati all'interno dell'area in esame, dal punto di vista idrogeologico, sono classificabili come depositi da poco permeabili a mediamente impermeabili. Nell'area in esame non si riscontra una vera e propria falda freatica superficiale, anche all'interno dei fori di prova non si è rilevata la presenza di acqua fino alla profondità di 14m dal p.d.c.indagati; non si può però escludere la possibilità che si formino acquiferi sospesi, costituiti da lenti permeabili, sature in profondità inferiori, come sembrerebbe suggerire il quadro stratigrafico dell'area, che possono contenere acqua soprattutto nei periodi di intense precipitazioni. Solo nella prova P4 si è rilevata alla profondità di 4 m dal piano campagna una modesta lama d'acqua.

Caratterizzazione geotecnica

La caratterizzazione geotecnica dei terreni del primo sottosuolo è stata eseguita mediante l'elaborazione delle quattro prove penetrometriche dinamiche eseguite sull'area, sulla quale è prevista la realizzazione dei futuri interventi in progetto, spinte sino alla profondità di 14 m dal piano campagna. Le prove sono poi state confrontate con altre prove effettuate nelle vicinanze in occasione di altri interventi edilizi, rilevando una sostanziale omogeneità della situazione. La parametrizzazione delle unità litotecniche del sottosuolo è stata redatta attraverso le correlazioni proposte in letteratura, con riferimento alle unità litostratigrafiche prima descritte.

Complessivamente l'indagine eseguita ha evidenziato la presenza di terreni con caratteristiche favorevoli alla futura realizzazione degli interventi previsti.

I terreni interessati dalle strutture di fondazione in progetto, ovvero i più interessati dall'interazione struttura-terreno, sono quelli dell'unità A, sufficientemente consistenti da affrontare le normali problematiche fondazionali.

Nelle tabelle seguenti è riportata per le prove eseguite la caratterizzazione litostratigrafica e geotecnica media, con i principali parametri utili per le successive verifiche.

Parametri geotecnici

Prova P1

Strato	Prof.	Rpm	Cu	C′	φ	Мо	Υ	Dr	V	w	Tipo
1	0,20 - 4,00	16,39	0,71	0,21	19	52,78	1,9	/	0,44	2	Argille limose
2	4,00 - 9,80	37,00	1,23	0,47	21	94,00	1,9	/	0,42	3	Limi argillosi
3	9,80 – 11,20	49,69	1,66	0,68	19	119,3	1,9	/	0,4	4	Argille limose
4	11,20 – 14	91,52	3,05	1,38	41	203,4	2,2	/	0,32	8	Argille limose

Prova P2

Strato	Prof.	Rpm	Cu	C'	φ	Мо	Υ	Dr	V	w	Tipo
1	0,20 – 2,60	12,47	0,59	0,15	19	44,94	1,9	/	0,45	1,5	Argille limose
2	2,60 – 8,60	31,32	1,04	0,37	21	82,64	1,9	/	0,42	3	Limi argillosi
3	8,60 – 10,40	41,70	1,39	0,55	19	103,4	1,9	/	0,3	10	Argille limose
4	10,40 – 14	76,86	2,56	1,13	41	173,7	2,2	/	0,34	7	Argille limose

Prova P3

Strato	Prof.	Rpm	Cu	C'	φ	Мо	Υ	Dr	V	w	Tipo
1	0,20 – 3,60	10,24	0,51	0,11	19	40,48	1,9	/	0,45	1,5	Argille limose
2	3,60 – 8,60	25,43	0,92	0,31	21	70,86	1,9	/	0,43	2,5	Limi argillosi
3	8,60 – 11,20	64,58	2,15	0,93	19	149,2	1,9	/	0,36	6	Argille limose
4	11,20 – 14	87,55	2,92	1,31	41	195,1	2,2	/	0,32	8	Argille limose

Prova P4

Strato	Prof.	Rpm	Cu	C′	φ	Мо	Υ	Dr	V	w	Tipo
1	0,20 - 5,40	14,80	0,66	0,18	19	49,60	1,9	/	0,45	1,5	Argille limose
2	5,40 – 8,80	24,93	0,91	0,31	21	69,86	1,9	/	0,44	2	Limi argillosi
3	8,80 – 10,80	46,92	1,56	0,63	19	113,8	1,9	/	0,4	4	Argille limose
4	10,80 – 14	88,58	2,95	1,33	41	197,2	2,2	/	0,32	8	Argille limose

dove:

Strato: Numero progressivo strato ϕ : Angolo di resistenza al taglio (°) Prof: Profondità base strato (m) Mo: Modulo Edometrico (Kg/cm²) Rpm: Resistenza alla punta media (Kg/cm²) γ : Peso unità di volume (t/m³) Cu: Coesione non drenata (Kg/cm²) w: Coefficiente di Winkler (Kg/cm³)

C': Coesione efficace (Kg/cm²) v : Coefficiente di Poisson
Dr: Densità relativa (%) Tipo: Litologia prevalente strato

.B3) CLASSIFICAZIONE SISMICA

L'Emilia-Romagna è interessata da una sismicità che può essere definita media relativamente alla sismicità nazionale, con terremoti storici di magnitudo massima compresa tra 5,5 e 6 della scala Richter e intensità del IX-X grado della scala Mercalli-Cancani-Sieberg (MCS). La porzione della prima collina modenese in cui ricade l'area in esame risulta caratterizzata da un'attività tettonica attiva, dovuta alla presenza nel sottosuolo di strutture geodinamiche note in bibliografia con il nome di dorsale ferrarese, caratterizzate da tutta una serie di pieghe e faglie, che hanno determinato il notevole innalzamento dei depositi marini e che interessano tutta la zona della bassa modenese, responsabili tra l'altro dei terremoti del 20 e 29 maggio 2012, che hanno interessato proprio tale zona.

Nella zona in esame, vi sono poi altre zone attive dal punto di vista tettonico, basti pensare alle zone che si collocano a ridosso del margine appenninico, come l'area in esame, zone nelle quali si riconoscono faglie attive con blocchi in movimento relativo tra di loro, la catena appenninica in sollevamento e l'alta pianura in abbassamento, che hanno provocato lesioni allineate secondo l'andamento delle fratture.

Tutto ciò a dimostrare come la zona in esame sia caratterizzata da movimenti tettonici marcati, che scaricano gradualmente l'energia accumulata nel terreno, che possono originare fenomeni sismici frequenti ancorché di modesta entità.

A tale proposito l'Ordinanza del P.C.M. n. 3274 del 20/03/2003 e s.m.i., "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica", ha stabilito la nuova classificazione sismica di tutto il territorio nazionale, e disciplinato la progettazione e la costruzione di nuovi edifici soggetti ad azioni sismiche, nonché la valutazione della sicurezza e gli interventi di adeguamento e miglioramento su edifici esistenti soggetti al medesimo tipo di azioni. Il sito di costruzione ed i terreni in esso presenti dovranno in generale essere esenti da rischi di instabilità di pendii e di cedimenti permanenti causati da fenomeni di liquefazione o eccessivo addensamento in caso di terremoto.

Con l'entrata in vigore, il 23 ottobre 2005, delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14.09.2005, le cui norme tecniche includono tra le referenze tecniche essenziali anche l'Ordinanza n. 3274/2003 e s.m.i., è diventata obbligatoria la progettazione antisismica per tutto il territorio nazionale, facendo riferimento alle zone sismiche di cui alla OPCM 3274/2003. Ai fini dell'applicazione di queste norme, il territorio nazionale è stato suddiviso in quattro zone sismiche, a ciascuna delle quali è assegnato un intervallo di valori dell'accelerazione di picco orizzontale del suolo (a_g) , con probabilità di superamento del 10% in 50 anni; in particolare, per la determinazione delle azioni sismiche, risulta assegnato un valore (a_g / g) , di ancoraggio dello spettro di risposta elastico, diverso per ogni zona

sismica; il Comune di Maranello ricade nella zona 2 (Allegato 5) a sismicità media, a cui è associato un valore della massima accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico pari a $a_g=0.25g$. I valori di a_g , espressi come frazione dell'accelerazione di gravità g, da adottare in ciascuna delle zone sismiche del territorio nazionale sono:

Zona	Valore di ag
1	0,35g
2	0,25g
3	0,15g
4	0,05g

Ai fini della progettazione esecutiva dei futuri interventi, con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008 la stima della pericolosità sismica, intesa come accelerazione massima orizzontale su suolo rigido (Vs30>800 m/s), viene definita mediante un approccio "sito dipendente" е non tramite criterio "zona dipendente". più un Secondo l'approccio "zona dipendente", adottato dalla precedenti normative nazionali in campo antisismico, l'accelerazione di base ag, senza considerare l'incremento dovuto ad effetti locali dei terreni, era direttamente derivante dalla Zona sismica di appartenenza del comune nel cui territorio è localizzato il sito di progetto.

Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008 la classificazione sismica del territorio è scollegata dalla determinazione dell'azione sismica di progetto, mentre rimane il riferimento per la trattazione di problematiche tecnico-amministrative connesse con la stima della pericolosità sismica. Pertanto, secondo quanto riportato nell'allegato A del D.M. 14 gennaio 2008, la stima dei parametri spettrali necessari per la definizione dell'azione sismica di progetto viene effettuata calcolandoli direttamente per il sito in esame, utilizzando come riferimento le informazioni disponibili nel reticolo di riferimento, riportato nella tabella 1 nell'allegato B del D.M. del 2008.

Tale griglia è costituita da 10.751 nodi (distanziati di non più di 10 km) e copre l'intero territorio nazionale ad esclusione delle isole (tranne Sicilia, Ischia, Procida e Capri) dove, con metodologia e convenzioni analoghe vengono forniti parametri spettrali costanti per tutto il territorio (tabella 2 nell'allegato B del D.M. 14 gennaio 2008).

Per ciascuno dei nodi della griglia vengono forniti, per 9 valori del periodo di ritorno (da 30 anni a 2.475 anni), i valori dei parametri di pericolosità sismica, utili per la progettazione e cioè i valori di ag (accelerazione orizzontale massima del terreno espressa in g/10), F₀ (valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale adimensionale) e T*c (periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro di accelerazione orizzontale espresso in secondi) necessari per la definizione dell'azione sismica, una volta definito per l'intervento in progetto, ai sensi sempre delle NTC2008, il tipo e la classe (ad esempio, per i fabbricati in progetto per l'area in esame, tipo 2 e classe II). Secondo quanto riportato nell'allegato A del D.M. 2008, definite le coordinate del sito interessato dal progetto, è possibile il calcolo dei suddetti parametri spettrali (per uno dei tempi di ritorno forniti) tramite media pesata con i 4 punti della griglia di accelerazioni (Tabella 1 in Allegato B) che comprendono il sito in esame, per i quattro stati limite previsti dalle norme *S.L.O., S.L.D., S.L.V.* e *S.L.C.*.

Inoltre allo scopo di valutare l'amplificazione lito-stratigrafica dell'azione sismica di progetto, intesa come l'azione generata dal moto non uniforme del terreno di sedime per effetto della propagazione delle onde sismiche, deve essere classificato il terreno di fondazione, nelle seguenti categorie individuate dalle NTC 2008, come aggiornate dalla recente entrata in vigore delle nuove norme, di cui al D.M. 17/01/2018.

Il sito viene classificato sulla base di V_{s30} se disponibile, altrimenti sulla base del valore di N_{spt} , per terreni prevalentemente granulari, ovvero sulla base della c_u , per i terreni prevalentemente coesivi, nelle seguenti categorie di suolo:

A -	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di V _{s30} >800
	m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con
	spessore massimo pari a 3 m.
B -	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana
	fine molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale
	miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V _{s30}
	compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica N _{SPT} >50 nei
	terreni a grana grossa, o coesione non drenata c _u >250 kPa nei terreni a grana
	fine).
C -	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensate, o terreni a grana fine
	mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un
	graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di
	V_{s30} compresi tra 180 e 360 m/s (ovvero 15< N_{SPT} <50 nei terreni a grana grossa,
	70< c _u <250 kPa nei terreni a grana fine).
D -	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fine
	scarsamente consistenti, con spessori superiori ai 30 m, caratterizzati da un
	graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di
	V_{s30} <180 m/s (ovvero N_{SPT} <15 nei terreni a grana grossa, c_u <70 kPa nei terreni
	a grana fine).
E -	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente, simili a quelli dei tipi C o
	D con profondità del substrato non superiore ai 30 metri.

Le NTC2018, rispetto a quelle del 2008, hanno eliminato le due categorie speciali che erano individuate con le lettere S1 e S2.

Nelle definizioni precedenti V_{s30} è la velocità media di propagazione entro i primi 30 m di profondità delle onde di taglio e viene calcolata con la seguente espressione:

$$V_{S30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

dove h_i e V_i indicano lo spessore (in metri) e la velocità delle onde di taglio dello strato i-esimo, per un totale di N strati presenti nei 30 m superiori.

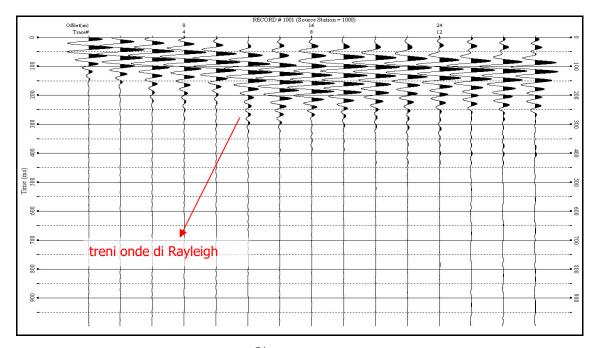
Indagine sismica MASW

In data 22/03/2018 si è provveduto ad eseguire un'indagine geofisica, tramite uno stendimento MASW, sull'area in oggetto (Allegato 10), al fine di valutare le caratteristiche sismiche dei terreni che saranno interessati dall'intervento in progetto.

La MASW (Multichannel Analysis of Seismic Waves) è una metodologia di indagine geofisica che consente l'individuazione di frequenza, ampiezza, lunghezza d'onda e velocità di propagazione delle onde sismiche superficiali (principalmente onde di Rayleigh) generate artificialmente. L'analisi delle onde superficiali permette la determinazione delle velocità delle onde di taglio verticali (Vs) nei terreni al di sotto dello stendimento sismico.

L'indagine è realizzata disponendo lungo un linea retta, a intervalli regolari, una serie di geofoni collegati ad un sismografo. Una fonte puntuale di energia, quale mazza battente su piastra metallica o cannoncino sismico, produce treni d'onda che attraversano il terreno con percorsi, velocità e frequenze variabili. Il passaggio del treno d'onda sollecita la massa inerziale presente nel geofono, l'impulso così prodotto viene convertito in segnale elettrico e acquisito dal sismografo. Il risultato è un sismogramma che contiene molteplici informazioni quali tempo di arrivo ai geofoni rispetto all'instante di energizzazione, frequenze e relative ampiezze dei treni d'onda.

La successiva elaborazione consente di ottenere un diagramma 1D (profondità/velocità onde di taglio) tramite modellizzazione ed elaborazione matematica con algoritmi capaci di minimizzare le differenze tra i modelli elaborati e i dati di partenza.



Sismogramma

Il diagramma, riferibile al centro della linea sismica, rappresenta un valor medio della sezione di terreno interessata all'indagine di lunghezza circa corrispondente a quella della linea sismica e profondità variabile principalmente in funzione della caratteristiche dei materiali attraversati e della geometria dello stendimento. Il metodo MASW frutta le caratteristiche di propagazione delle onde di Rayleigh per ricavare le equivalenti velocità delle onde di taglio (Vs), essendo le onde di Rayleigh prodotte dall'interazione delle onde di

taglio verticali e delle onde di volume (Vp). Le onde di Rayleigh si propagano secondo fronti d'onda cilindrici, producendo un movimento ellittico delle particelle durante il transito.

Con i metodi di energizzazione usuali i due terzi dell'energia prodotta viene trasportata dalle onde di Rayleigh a fronte di meno di un terzo suddiviso tra le rimanenti tipologie di onde. Inoltre le onde di Rayleigh sono meno sensibili delle onde P e S alla dispersione in funzione della distanza e con un'attenuazione geometrica inferiore.

Onde di Rayleigh ad alte frequenze e piccole lunghezze d'onda trasportano informazioni relative agli strati più superficiali mentre quelle a basse frequenze e lunghezze d'onda maggiori interessano anche gli strati più profondi.

In pratica il metodo MASW di tipo attivo opera in intervalli di frequenze comprese tra 5 e 70 Hz circa, permettendo di indagare una profondità massima variabile, in funzione delle caratteristiche dei terreni interessati, tra 30 e 50 metri.

La geometria della linea sismica ha influenza sui dati e quindi sul risultato finale, infatti la massima lunghezza d'onda acquisibile è circa corrispondente alla lunghezza dello stendimento; mentre la distanza tra i geofoni, solitamente compresa tra 1 e 3 metri, definisce la minima lunghezza d'onda individuabile evitando fenomeni di aliasing.

Nella campagna di indagine del lavoro in oggetto è stato eseguito uno stendimento di 24 geofoni, con spaziatura tra i geofoni di 2 metri per una lunghezza della linea sismica di 46 metri. L'energizzazione è stata eseguita a 2,5 e a 10 metri dal primo e dall'ultimo geofono.

Per ridurre il rumore di fondo e migliorare la qualità complessiva dei sismogrammi sono stati sommati più tiri. Il sito di indagine è collocato in area periurbana, ove, a parte la strada statale, non si rilevano particolari fonti di rumore antropico in grado di interferire con il segnale sismico.

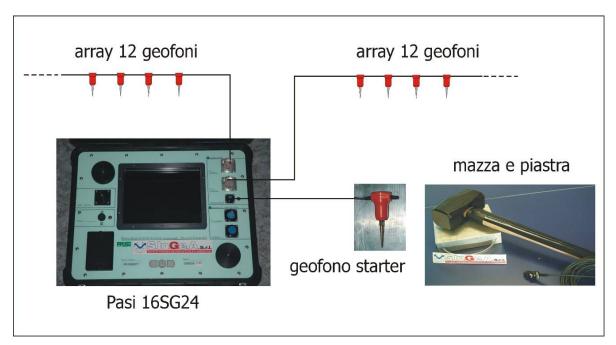
Strumentazione

Per l'acquisizione dei dati è stato utilizzato un simografo multicanale "PASI 16SG24", dotato di 24 geofoni verticali Oyo Geospace con frequenza propria di 4,5 Hz, collegati allo strumento tramite cavi elettrici schermati.

Lo strumento è in grado di gestire l'acquisizione simultanea su 24 canali e di rilevare l'instante di energizzazione (tempo zero) tramite geofono starter. È inoltre equipaggiato di software proprietario in grado di gestire tutte le operazioni di campagna attraverso le sequenti fasi:

- impostazione numero di canali e metodologia di indagine;
- impostazione frequenza e lunghezza di campionamento;
- selezione entità dell'amplificazione del segnale per ogni canale;
- impostazione filtraggi delle freguenze indesiderate;
- visualizzazione sismogramma con misura dei tempi di arrivo;
- esecuzione operazioni di somma e sottrazione di ulteriori sismogrammi;
- memorizzazione di tutti i dati relativi all'acquisizione.

Per l'energizzazione è stata utilizzata una mazza del peso di 8 kg e una piastra di battuta di alluminio.



"PASI 16SG24" con due stringhe da 12 geofoni

Elaborazione

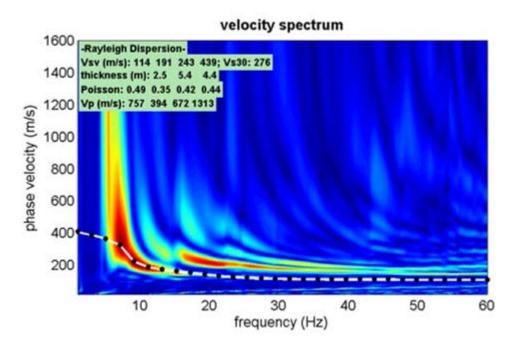
L'elaborazione è stata effettuata con un software dedicato (*SurfSeis 2 – Kansas Geological Survey*) in grado di gestire le fasi di preparazione, analisi, modellizazione e restituzione finale.

La fase iniziale consiste nel filtraggio del segnale sismico per eliminare il "rumore" ed eventuali frequenze indesiderate. Il software permette di visualizzare il sismogramma nei dominio spazio-tempo e visualizzando i grafici frequenza-ampiezza anche per le singole tracce. Sono disponibili varie modalità di gestione del segnale, le cui principali sono i filtraggi "passa basso", "passa alto", "passa banda", "taglia banda", il "muting", l'ACG e i filtraggi tipo F-K ("fan cut", "fun pass", "horizzontal e vertical cut").

La fase successiva consiste nel calcolo della curva di dispersione, visualizzata tramite diagramma frequenza-numero d'onda con appropriata scala cromatica dell'ampiezza.

Il diagramma permette di visualizzare anche l'intervallo di lunghezza d'onda acquisito e il rapporto segnale-disturbo, utile per valutare la qualità dei dati. Utilizzando la curva di dispersione si procede ad individuare la curva della velocità di fase apparente tramite metodo manuale o semi-automatico.

La fase di inversione prevede una modellizzazione monodimensionale che consente di determinare un profilo di velocità delle onde di taglio Vs in funzione della profondità. L'elaborazione avviene tramite l'applicazione di un procedimento calcolo e un algoritmo di inversione (Xia et al. 1999a), che gestisce i parametri velocità di taglio (Vs) e spessore degli strati.



Curva di dispersione

Altri parametri previsti dal modello sono il coefficiente di Poisson e la velocità delle onde di volume (Vp) che, assieme allo spessore dei sismostrati e relative Vs, possono venire modificati anche manualmente. Tramite interazioni successive si ottiene un modello geofisico in grado di far coincidere con la migliore approssimazione possibile (errore quadratico medio inferiore al 5-10%) la curva di dispersione elaborata nella fase precedente e quella modellizzata.

Determinazione della categoria del suolo di fondazione

L'analisi delle onde di taglio (Vs) tramite metodo MASW, ha consentito di determinare gli spessori dei sismostrati e le relative velocità di taglio, come riportato in tabella e relativo diagramma, permettendo di calcolare il valore Vs30 per la sezione indagata.

Profondità da p.c. (m)	Spessore (m)	Velocità onde S (m/sec)
2.5	2.5	114
7.9	5.4	191
12.3	4.4	243
30.0	17.7	439

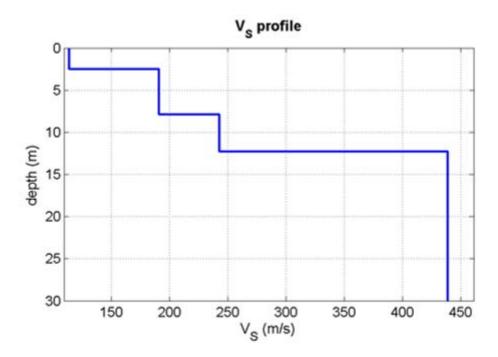


Diagramma Vs/profondità

L'indagine geofisica MASW (Multichannel Analysis of Seismic Waves) ha restituito un valore di Vs₃₀ pari a 276 m/sec, che inserisce il terreno di fondazione all'interno della classe C - Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero 15 < NSPT30 < 50 nei terreni a grana grossa e 70 < cu30 < 250 kPa nei terreni a grana fina).

Sulla base della categoria di suolo di appartenenza del terreno, le NTC2008 associano un coefficiente di amplificazione stratigrafica S_S , da applicare alle componenti orizzontali dell'azione sismica; viene inoltre definito un coefficiente C_C che serve per il calcolo del periodo di controllo T_C corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro di risposta elastico in accelerazione.

Poiché tale valore è riferito al bedrock, per definire il valore di ag in superficie si calcola quindi il fattore Ss, caratteristico dell'area, che dipende dalla categoria di suolo di fondazione; essendo i terreni dell'area in esame in categoria C, avremo:

$$- Ss = 1.70-(0.6 \times Fo \times ag/g)$$

Viene inoltre definito un coefficiente Cc, che serve per il calcolo del periodo di controllo Tc, corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro di risposta elastico in accelerazione; in particolare Tc è calcolato come prodotto di Cc per il periodo T*c, ottenuto dallo studio di pericolosità sismica del sito specifico, come riportato nella tabella precedente. Per suoli in categoria C il coefficiente Cc risulta pari a.

-
$$Cc = 1.05 \times (T*c)^{-0.33}$$
.

Le NTC 2018 di cui al DM 17/01/2018 prevedono anche un coefficiente di amplificazione topografica che tiene conto della particolare ubicazione del sito, in relazione alla sua configurazione morfologica.

Vengono previste 4 categorie topografiche, a secondo della configurazione geometrica del sito, alle quali è associato un coefficiente di amplificazione S_T che varia da 1 a 1.4, come riportato nella tabella seguente.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica	Fattore di amplificazione St
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con	1
	inclinazione media i ≤15°	
T2	Pendii con inclinazione media i >15°	1.2
Т3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla	1.2
	base e inclinazione media 15° ≤ i ≤ 30°	
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla	1.4
	base e inclinazione media i > 30°	

Per quanto concerne la topografia del sito, siamo nella categoria T1, caratterizzata da una superficie debolmente inclinata con inclinazione media inferiore o uguale a 15° , alla quale è associata un valore del coefficiente di amplificazione topografica S_T pari a 1; anche in riferimento alla DGR 2193/2015, non abbiamo effetti legati alla topografia, essendo l'area piana con inclinazione inferiore ai 15° .

.B4) MICROZONAZIONE SISMICA

L'operatività della classificazione sismica di tutto il territorio regionale, sia pure in via di prima applicazione, a far data dal 23 ottobre 2005, comporta significativi effetti per quanto riguarda i contenuti e le modalità di approvazione degli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica.

L'esame della distribuzione dei danni prodotti da un terremoto nello stesso territorio dimostra che le azioni sismiche possono assumere anche a distanze di poche decine di metri caratteristiche differenti in funzione delle diverse condizioni locali (morfologia superficiale, morfologia del substrato roccioso sepolto, presenza e profondità della falda freatica, costituzione e proprietà del sottosuolo, presenza di faglie).

Come previsto dalla L.R. 20/2000 e dalla successiva L.R. 19/2008, gli strumenti di pianificazione devono concorrere alla "prevenzione del rischio sismico, sulla base delle analisi di pericolosità, vulnerabilità ed esposizione".

Pertanto anche gli strumenti di pianificazione a livello comunale devono aggiornarsi su tali aspetti, al fine di "valutare la compatibilità delle previsioni in essi contenute con l'obiettivo della riduzione del rischio sismico e con le esigenze di protezione civile, sulla base di analisi di pericolosità locale nonché di vulnerabilità ed esposizione urbana".

Con la Delibera della G.R. n. 1677/2005 la RER ha fornito le prime indicazioni in merito alle valutazioni della compatibilità delle previsioni urbanistiche con le condizioni di pericolosità locale.

Successivamente la RER ha approvato dall'Assemblea Legislativa il 02.05.2007 l'Atto di indirizzo e coordinamento tecnico in merito agli studi di microzonazione sismica" (Delibera 112), nei quali si dettano i diversi approfondimenti sismici da farsi nelle varie fasi della pianificazione, successivamente aggiornata con la DGR 2193/2015 della RER.

L'area oggetto del presente studio, posta nella prima collina modenese nella porzione sud del centro abitato di Maranello, è stata inserita all'interno delle "Aree soggette ad amplificazione per caratteristiche litologiche" nella "Carta provinciale delle aree suscettibili di effetti locali" del vigente PTCP della Provincia di Modena, come riportato in allegato 7.

Anche facendo riferimento alla "Carta degli effetti sismici locali" estratta dal PSC del Comune di Maranello, riportata in allegato 8, l'area in esame risulta soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche, per le quali definire i fattori di amplificazione mediante studi di II livello.

Pertanto, da quanto contenuto nel PTCP per l'area in oggetto, come confermato dal PSC, si richiede approfondimenti di II livello per la valutazione del coefficiente di amplificazione litologico.

Le carte consultate escludono quindi per l'area in esame la possibilità di occorrenza di fenomeni di liquefazione per i terreni presenti, ricordando che, la verifica a liquefazione si deve fare nel caso in cui siano presenti, nel sottosuolo indagato, terreni granulari saturi (sabbie e sabbie limose) predisposti a tale fenomeno in caso di sisma.

Dalle indagini eseguite è emerso invece, che dal punto di vista litostratigrafico il sottosuolo dell'area in esame è costituito da terreni argillosi, prevalentemente coesivi, non rilevando altresì livelli sabbiosi saturi predisposti al fenomeno della liquefazione. Pertanto da tale punto di vista si ritiene nullo il rischio di liquefazione.

Si è proceduto quindi alla valutazione dei fattori di amplificazione, facendo riferimento agli abachi della DGR 2193/2015.

II Livello di approfondimento – Stima fattori di amplificazione

Si è pertanto proceduto alla elaborazione dell'analisi della risposta sismica locale e microzonazione sismica per l'ambito in esame, tramite un'indagine in sito e successiva definizione dei coefficienti di amplificazione sismica, ottenuti impiegando gli abachi e le formule dell'Allegato A2 (A2.1.1) dell'aggiornamento degli indirizzi della RER, di cui alla DGR 2193/2015, che permettono di calcolare i fattori di amplificazione sismica rispetto ad un suolo di riferimento. Questi fattori sono espressi sia in termini di accelerazione massima orizzontale (PGA) sia di Intensità di Housner (SI) per prefissati intervalli di periodo, dove PGA₀ e SI₀ sono rispettivamente l'accelerazione orizzontale e l'intensità di Housner al suolo di riferimento, definiti per ogni comune, ricavabili dal data base regionale, e PGA e SI sono le corrispondenti grandezze di accelerazione massima orizzontale e l'intensità di Housner calcolate alla superficie dei siti esaminate.

L'esame della distribuzione dei danni prodotti da un terremoto nello stesso territorio dimostra che le azioni sismiche possono assumere anche a distanze di poche decine di metri

caratteristiche differenti in funzione delle diverse condizioni locali (morfologia superficiale, morfologia del substrato roccioso sepolto, presenza e profondità della falda freatica, costituzione e proprietà del sottosuolo, presenza di faglie).

Per la classificazione del sito (modello geologico) è necessario conoscere le caratteristiche stratigrafiche del sottosuolo dell'area indagata; come abbiamo precedentemente trattato, a tale proposito per l'ambito in esame si sono acquisiti tutti i dati e le analisi esistenti, comprensive sia di carte geologiche, geomorfologiche che di dati litostratigrafici, desunti da perforazioni di pozzi per acqua.

La raccolta dei dati ha avuto come finalità la determinazione di:

- 1) il numero e lo spessore degli strati di copertura, cioè dei livelli sovrastanti il bedrock o il bedrock-like, intendendo con questi termini l'eventuale substrato roccioso (bedrock) o uno strato sciolto (bedrocklike) con velocità delle onde S nettamente maggiore dei livelli superiori (e generalmente con valori oltre i 500-700 m/s);
- 2) la velocità delle onde S negli strati di copertura.

Le prove penetrometriche eseguite sull'area in esame hanno permesso di individuare la presenza dominante di terreni fini, argillosi e argillo limosi.

In conformità a quanto previsto nell'Allegato 2 dell'Atto di indirizzi della RER di cui alla DGR 2193/2015, per calcolare i fattori di amplificazione (F.A.) richiesti nell'analisi semplificata del 2° livello, oltre alla determinazione della Vs₃₀, si è definita la situazione litostratigrafica in cui si colloca l'ambito in esame, per l'utilizzo delle tabelle di riferimento.

Dall'elaborazione eseguita si evince come il *Bedrock* sismico (caratterizzato da velocità delle onde S maggiori o uguali a 800 m/s) non sia stato individuato all'interno dei primi 30 metri. Il profilo di Vs è stato pertanto estrapolato in profondità fino a valori di Vs = 800 m/s, come previsto dalla normativa vigente, mantenendo lo stesso gradiente dell'ultimo tratto della curva sperimentale ottenuta dall'indagine sismica eseguita sull'area in esame.

L'estrapolazione dei valori di Vs in profondità ha permesso così di individuare la presenza del Bedrock sismico alla profondità compresa tra i 30 m indagati e 100 metri.

Dalle indagini eseguite alle quali si è fatto riferimento, nei primi 30 metri di profondità, il suolo di fondazione indagato appartiene da norma alla categoria C, avendo registrato valori di velocità delle onde di taglio Vs nei primi 30 metri pari a 276 m/sec.

Una volta noto il valore delle Vs30, si è proceduto con la determinazione dei fattori di amplificazione secondo la metodologia prima esposta, contenuta nell'Atto di indirizzi, che prevede diversi F.A. in funzione del valore di Vs_{30} e della situazione litostratigrafica all'interno della quale ci si colloca, come riportato nelle tabelle in Allegato 2 all'Atto di indirizzi regionale.

Nell'allegato A2.1.1 della DGR 2193/2015 della RER, per la determinazione del fattore di Amplificazione (FA) si individuano tre diverse situazioni litostratigrafiche, denominate Appennino (zone collinari e montane), Pianura e costa adriatica e margine A e B. Tali situazioni sono a loro volta scomposte in sotto zone, differenziate a secondo della profondità del substrato, correlabile al bedrock sismico e dalla tipologia dei sedimenti soprastanti. della presenza o meno del substrato rigido

A secondo che ci si ritrovi in una delle diverse situazioni si utilizzano differenti tabelle per il calcolo dei fattori di amplificazioni.

Facendo riferimento all'Atto di indirizzi della RER l'area in esame si colloca in:

- settore di Appennino, come zona collinare, e nella sotto zona, caratterizzata da sustrato non rigido, vale a dire caratterizzata da Vs molto minori di 800 m/sec.

La valutazione eseguita ha permesso di definire il settore di Appennino in cui ricade il territorio in studio, necessario per l'applicazione delle tabelle e delle formule dell'Allegato A2.1.1. Noto, quindi, il valore della Vs_{30} e noto l'ambito litostratigrafico di riferimento, si è desunto il relativo valore del fattore di amplificazione FA, espresso sia in termini di accelerazione massima orizzontale (PGA) sia in termini di Intensità di Housner (SI), per prefissati intervalli di periodo, corrispondente a $0.1s < T_0 < 0.5s$, a $0.5s < T_0 < 1s$ e a $0.5s < T_0 < 1.5s$.

Si sono ottenuti i seguenti risultati:

	Fattore di amplificazione
PGA	2
SI (0.1 <t<sub>0<0.5)</t<sub>	2.3
SI (0.5 <t<sub>0<1)</t<sub>	1.9

.B5) FATTIBILITÀ DEL PROGETTO PROPOSTO

L'area, oggetto d'inserimento nel PSC del Comune di Maranello, risulta ubicata lungo via Manin, poco lontano dalla ex la SS 12 dell'Abetone-Brennero, nella zona sud del centro abitato. L'area, attualmente agricola, utilizzata a prato.



Panoramica dell'area in esame da nord

L'area in esame, è oggetto di richiesta d'inserimento nel PSC del comune di Maranello, al fine di prevedere futuri interventi di tipo residenziale, oltre alle opere di urbanizzazione ad essi connessi.

L'area in esame presenta quote medie del piano campagna comprese tra 190-165 metri s.l.m., con inclinazioni prevalenti molto blande, circa pari a 8/10°, in direzione nord nordest, che dalla strada via Manin, scende verso il fondovalle.

La morfologia debolmente inclinata e semplice dell'area è tale da permettere uno sviluppo edilizio senza particolari problemi; l'area si presenta del tutto stabile con terreni in posto per i quali non si ravvisano problematiche particolari.

Come visto nei capitoli precedenti l'area non è interesata da nesun tipo di frana, ne attiva ne quiescente; sono altreì presenti terreni in posto del tutto stabili e caratterizzati da ottime resistenze.

Per l'area in esame non si riscontrano problemi di deflusso delle acque superficiali, risultando del tutto assenti forme chiuse o depresse, che potrebbero dare origine a ristagni idrici, ne rischi particolari di allagamenti legati ai corsi d'acqua presenti in zona.

Non si riscontrano problemi per quel che riguarda il drenaggio superficiale delle acque, sia per la permeabilità dei terreni affioranti, sia per la mancanza di forme depresse o chiuse a deflusso difficoltoso. Per quanto riguarda l'idrografia e l'officiosità del reticolo idrografico minore, l'area appartiene al bacino del principale torrente Tiepido, che scorre qualche chilometro a est, che comunque non induce particolari problematicità.

Dal punto di vista della criticità idraulica l'area non presenta nessun tipo di problema, come evidenziato anche negli strumenti di pianificazione, sia provinciale PTCP, sia comunale, PSC. Per la caratterizzazione litostratigrafica e geotecnica dei terreni presenti si sono eseguite, come detto, sull'area n. 4 prove penetrometriche dinamiche del tipo DPSH, ubicate come nella planimetria riportata in allegato 10 e spinte sino alla profondità massima di 14 m dall'attuale piano campagna.

Da un punto di vista stratigrafico le prove effettuate evidenziano, la presenza dominante di terreni fini, argillosi e argillo limosi, debolmente sabbiosi.

Per quanto attiene l'idrogeologia i terreni riscontrati all'interno dell'area in esame, dal punto di vista idrogeologico, sono classificabili come depositi da poco permeabili a mediamente impermeabili. Nell'area in esame non si riscontra una vera e propria falda freatica superficiale, anche all'interno dei fori di prova non si è rilevata la presenza di acqua fino alla profondità di 14m dal p.d.c.indagati; non si può però escludere la possibilità che si formino acquiferi sospesi, costituiti da lenti permeabili, sature in profondità inferiori, come sembrerebbe suggerire il quadro stratigrafico dell'area, che possono contenere acqua soprattutto nei periodi di intense precipitazioni. Solo nella prova P4 si è rilevata alla profondità di 4 m dal piano campagna una modesta lama d'acqua.

In ogni modo in fase esecutiva ed in relazione al periodo d'intervento si dovrà valutare la presenza o meno della falda superficiale e quindi sue possibili interferenze con le strutture fondali e le porzioni interrate dei futuri edifici in progetto.

Comunque valutando la tipologia della falda eventualmente presente, limitata e contenuta in livelli lenticolari, si ritiene che la realizzazione di eventuali piani interrati non comporti

problemi particolari, tenuto conto delle modeste portate e delle condizioni di isolamento che la falda stessa presenta rispetto alle falde più importanti poste a maggiori profondità.

E' ovvio che la presenza comunque di una falda così superficiale, comporterà, qualora presente, tutta una serie di accorgimenti costruttivi, tali per cui si vada a prevenire l'insorgere di controindicazioni particolari, sia nella fase di cantiere che a fabbricati ultimati. Da un punto di vista geotecnico le prove effettuate hanno evidenziato la presenza di terreni con buone caratteristiche di resistenza, rilevando una sostanziale omogeneità sull'area indagata, che, tenuto conto anche delle dimensioni dell'area stessa, sicuramente consiglia successivi approfondimenti specifici sui diversi lotti d'intervento, come tra l'altro previsto dalle normative vigenti in materia. La situazione geotecnica rilevata si riflette necessariamente sulla scelta del tipo di fondazioni adottabili, che sarà strettamente collegata alle caratteristiche tipologiche dei fabbricati in progetto e quindi in rapporto alla stabilità globale opera-terreno. Sulla base delle caratteristiche geomeccaniche del primo sottosuolo, evidenziate dalle indagini geognostiche eseguite nell'area e considerando la tipologia prevalente dei fabbricati previsti, si ritiene idonea l'adozione di fondazioni superficiali, di cui il tipo continuo nastriforme o a platea, risulta quello maggiormente indicato, non escludendo comunque altre tipologie, in caso di interventi di un certo impegno.

Si consiglia in tale caso una profondità di posa non inferiore a 0,80/1 m dal p.d.c. attuale considerando di fatto il superamento del terreno vegetale superficiale, nonché di quello che maggiormente risente delle variazioni stagionali di umidità e temperatura.

Dal punto di vista morfologico si dovrà valutare la stabilità di eventuali sbancamenti, che si rendessero necessari in riferimento alle penenze presenti; particolare cura dovrà inoltre essere posta alla eventuale formazione di riporti di terreno, la cui stabilità dovrà essere accertata in fase esecutiva dello stesso.

Per quanto attiene la resistenza del terreno di sottofondazione, a titolo indicativo, sulla base delle prove eseguite, si è stimata una portanza in termini di tensioni ammissibili, pari a un valore grosso modo di 1/1.2 Kg/cmq. Tale valore dovrà essere comunque opportunamente verificato in fase esecutiva, ai sensi delle norme vigenti (D.M. 17/01/2018), una volta noti i carichi agenti; in fase esecutiva si dovrà inoltre procedere ad un idoneo approfondimento geognostico sull'area specifica, una volta definiti i singoli lotti d'intervento, al fine di verificare le condizioni geotecniche assunte nella presente relazione.

In considerazione della presenza di strati fini compressibili, particolare attenzione andrà anche posta, in fase di progettazione esecutiva, al calcolo dei cedimenti indotti, sia quelli assoluti che differenziali, con relative distorsioni. Per quanto attiene gli aspetti sismici l'area risulta idonea, non rilevandosi rischi particolari; rimane comunque la progettazione sismica degli interventi ai sensi delle norme vigenti, di cui alle NTC2018.

Al fine di classificare da un punto di vista sismico i terreni presenti, si è effettuata un'apposita indagine geofisica, tramite l'esecuzione di una base MASW, la quale ha permesso di determinare la Vs₃₀, velocità delle onde di taglio nei primi 30 m di profondità, e quindi la categoria di suolo di fondazione interessato dai futuri interventi edilizi, risultata essere la C. Facendo riferimento alla DGR 2193/2015, si sono poi ricavati i relativi coefficienti di amplificazione stratigrafica. Si è verificato come l'area sia omogenea per

quanto attenga la risposta sismica locale e i possibili effetti attesi. Non vi sono, invece, effetti legati alla topografia. Si è valutato come il rischio di liquefazione dei terreni presenti, sia nullo. In considerazione di tutto ciò possiamo, pertanto, dedurre che per quanto riguarda l'inserimento nel PSC del comune di Maranello, dell'area in esame, non sussistano particolari controindicazioni e questo sia dal punto di vista geologico, geotecnico, morfologico, idrogeologico e sismico, potendo affermare la fattibilità degli interventi in progetto, fermo restando i dovuti approfondimenti in fase esecutiva, sui singoli lotti d'intervento, come peraltro previsto dalle norme in materia.

. C) CONCLUSIONI

La presente relazione è stata redatta a supporto della richiesta di inserimento nel PSC del Comune di Maranelloa, dell'area in esame, per la futura realizzazione di interventi di tipo residenziale, già presenti nell'intorno dell'area stessa, ubicata lungo via Manin, laterale della ex la SS 12 dell'Abetone-Brennero, nella zona sud del centro abitato di Maranello.

Si tratta di un'area attualmente agricola, occupata a prato, per la quale si prevedono interventi di tipo residenziale, oltre a quelli di urbanizzazione dell'area stessa.

Complessivamente l'indagine eseguita ha evidenziato la mancanza di controindicazioni da un punto di vista geologico, idrogeologico, idrologico, geotecnico e sismico.

Per la caratterizzazione litostratigrafica e geotecnica dei terreni di sottofondazione si sono eseguite sull'area n. 4 prove penetrometriche dinamiche DPSH, spinte sino alla profondità massima di 14 m dal piano campagna. Da un punto di vista stratigrafico le prove effettuate evidenziano, la presenza dominante di terreni fini, argillosi e argillo limosi, debolmente sabbiosi. Al fine poi di classificare da un punto di vista sismico i terreni presenti, si è eseguita sull'area un'indagine geofisica, consistita in uno stendimento sismico MASW, che ha permesso di determinare la Vs₃₀, velocità delle onde di taglio nei primi 30 m di profondità, e quindi la categoria di suolo di fondazione interessato dai futuri interventi edilizi, in funzione della quale si sono poi ricavati i relativi coefficienti di amplificazione stratigrafica.

Valutando contestualmente le caratteristiche geotecniche e morfologiche dei terreni presenti, unitamente alla tipologia dei fabbricati previsti, si ritiene di massima idonea l'adozione di fondazioni superficiali, non escludendo comunque anche altre tipologie, in caso di interventi di un certo impegno.

La profondità di posa delle nuove fondazioni dovrà essere di almeno 0,8/1 m dall'attuale piano campagna, in modo tale da oltrepassare il terreno più superficiale soggetto alle variazioni stagionali di umidità e temperatura.

In fase esecutiva, ai sensi delle norme vigenti, si dovrà procedere alla esecuzione delle apposite verifiche geotecniche del complesso terreno-fondazione, preceduto da un idoneo approfondimento geognostico su ciascun lotto, una volta progettato il singolo l'intervento edilizio, tenuto conto della estrema variabilità della situazione riscontrata.

Per quanto attiene l'idrogeologia i terreni riscontrati all'interno dell'area in esame, dal punto di vista idrogeologico, sono classificabili come depositi da poco permeabili a mediamente impermeabili. Nell'area in esame non si riscontra una vera e propria falda freatica

superficiale, anche all'interno dei fori di prova non si è rilevata la presenza di acqua fino alla profondità di 14m dal p.d.c.indagati; non si può però escludere la possibilità che si formino acquiferi sospesi, costituiti da lenti permeabili, sature in profondità inferiori, come sembrerebbe suggerire il quadro stratigrafico dell'area, che possono contenere acqua soprattutto nei periodi di intense precipitazioni. Solo nella prova P4 si è rilevata alla profondità di 4 m dal piano campagna una modesta lama d'acqua.

In ogni modo in fase esecutiva ed in relazione al periodo d'intervento si dovrà valutare la presenza o meno della falda superficiale e quindi sue possibili interferenze con le strutture fondali e le porzioni interrate dei futuri edifici in progetto.

Comunque valutando la tipologia della falda presente, estremamente limitata e contenuta in livelli lenticolari, si ritiene che la realizzazione di eventuali piani interrati non comporti problemi particolari, tenuto conto delle modeste portate e delle condizioni di isolamento che la falda stessa presenta rispetto alle falde più importanti poste a maggiori profondità.

E' ovvio che la presenza comunque di una falda così superficiale, se presente, comporta una serie di accorgimenti costruttivi, tali per cui si vada a prevenire l'insorgere di controindicazioni particolari, sia nella fase di cantiere che a fabbricati ultimati.

Per quel che riguarda gli aspetti idraulici, l'area non presnte nessun tipo di criticità.

Da un punto di vista sismico il Comune di Maranello rientra in zona 2, quindi a media sismicità, alla quale fare riferimento nella progettazione esecutiva degli interventi edilizi; mediante apposita indagine geofisica si è determinata quale categoria di suolo di fondazione, la categoria C.

Come previsto dalla delibera dell'Assemblea Legislativa della RER n. 112 del 2007, come aggiornata dalla DGR 2193/2015 sempre della RER, nonché facendo riferimento agli strumenti di pianificazione del PTCP e del PSC, si è eseguito uno studio di risposta sismica locale del II livello, per la microzonazione dell'ambito in esame, al fine della riduzione del rischio sismico, che ha evidenziato come l'area delll'ambito sia omogenea per quanto attiene i possibili effetti attesi. Non vi sono, invece, effetti legati alla topografia. In considerazione della litologia dei terreni presenti si ritiene nullo il rischio di liquefazione.

Pertanto tutto ciò considerato si conferma la fattibilità della presente proposta per quanto riguarda un suo inserimento nel PSC del Comune di Maranello, ritenendo comunque necessario in fase esecutiva un approfondimento dello studio qui eseguito per ogni lotto d'intervento, secondo le specifiche delle norme vigenti di cui al D.M. 17/01/2018.

Modena 28/03/2018

II Tecnico

Dott. Geol. Alessandro Maccaferri

GEOLOGO

ALLEGATI

Allegato 1	 Inquadramento 	geografico
Alledate i	— IIIddadi alliciito	quoqi anco

- Allegato 2 Ubicazione area in oggetto
- Allegato 3 Planimetria catastale area in esame
- Allegato 4 Carta geologica Regione Emilia Romagna
- Allegato 5 Carta della zonizzazione sismica Regione Emilia Romagna
- Allegato 6 Carta del dissesto idrogeologico PTCP Provincia di Modena
- Allegato 7 Carta del rischio sismico PTCP Provincia di Modena
- Allegato 8 Carta degli effetti sismici locali PSC Comune di Maranello
- Allegato 9 Carta idrogeomorfologica e del dissesto PSC Comune di Maranello
- Allegato 10 Foto aerea con ubicazione indagini geognostiche eseguite
- Allegato 11 Prove penetrometriche DPSH

Inquadramento Geografico

C.T.R. scala 1: 25.000

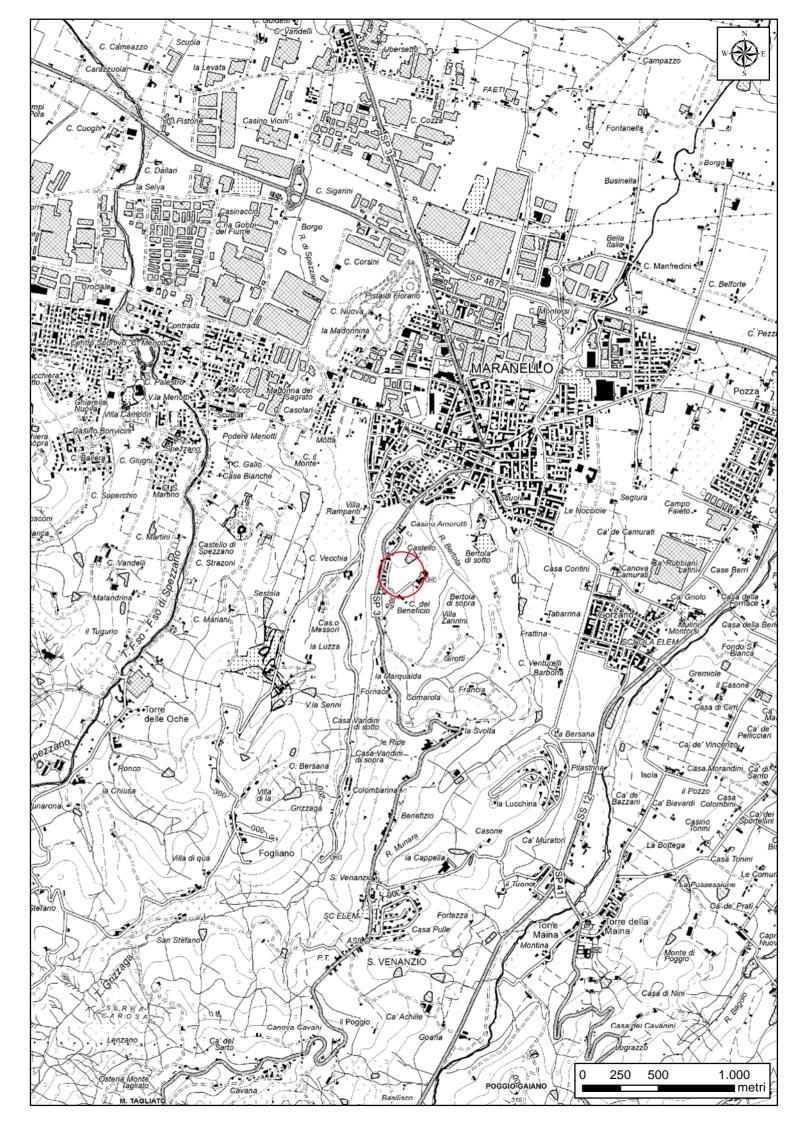
Estratto Tavola 219NE "Formigine"

Ubicazione area in oggetto

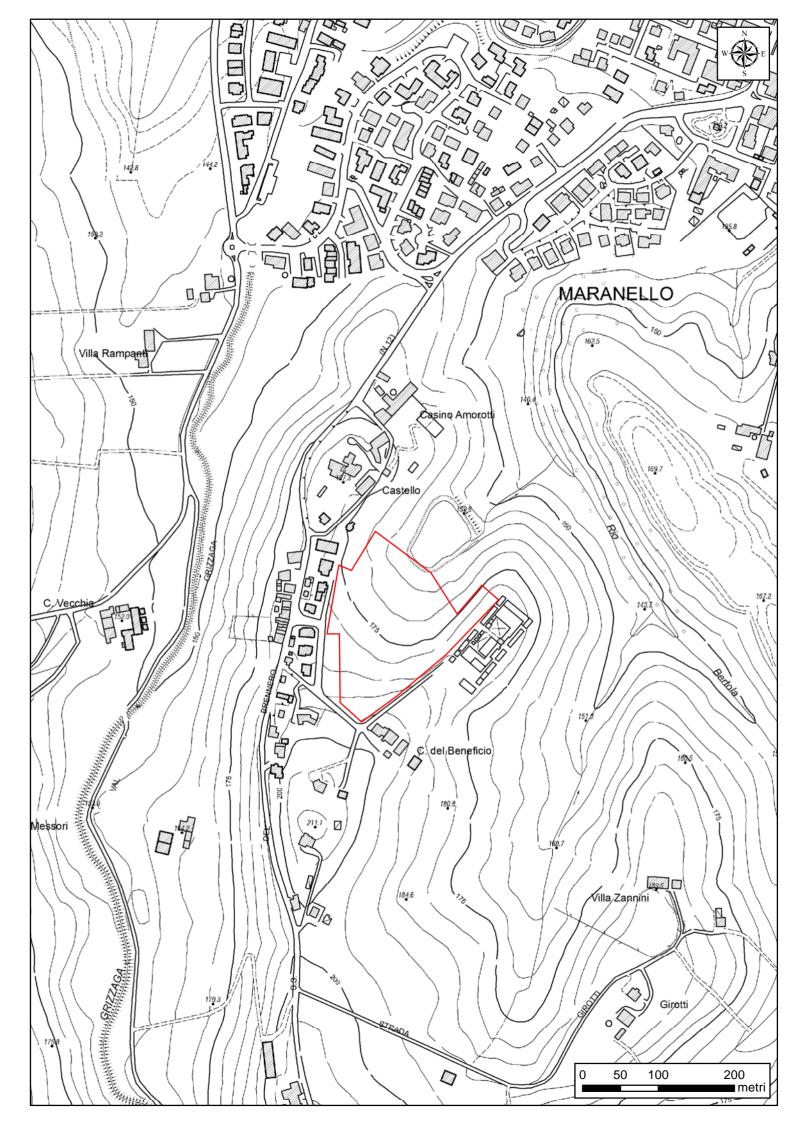
L E G A T

L

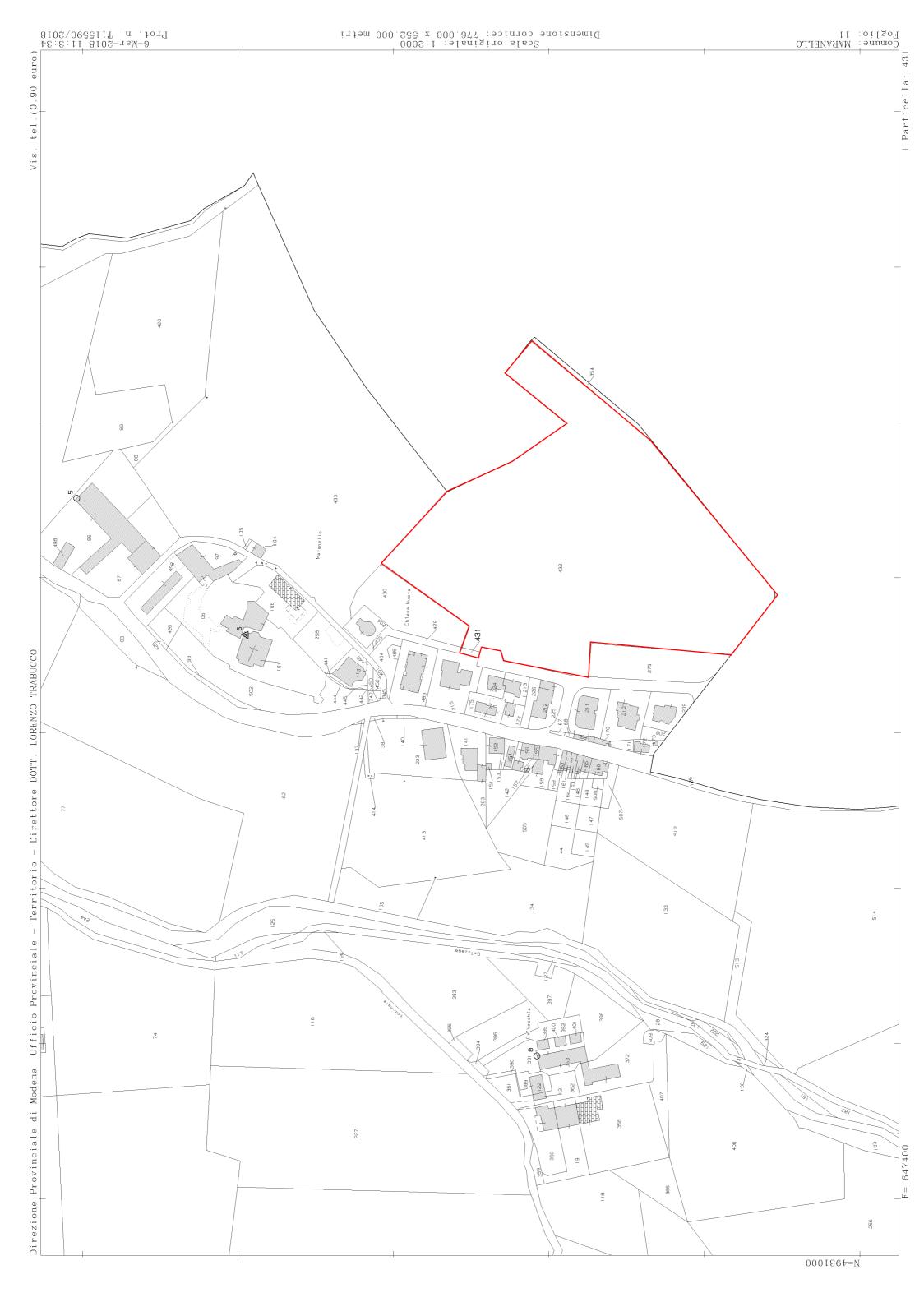
1











Carta geologica dell'appennino emiliano-romagnolo

Scala 1 : 10.000



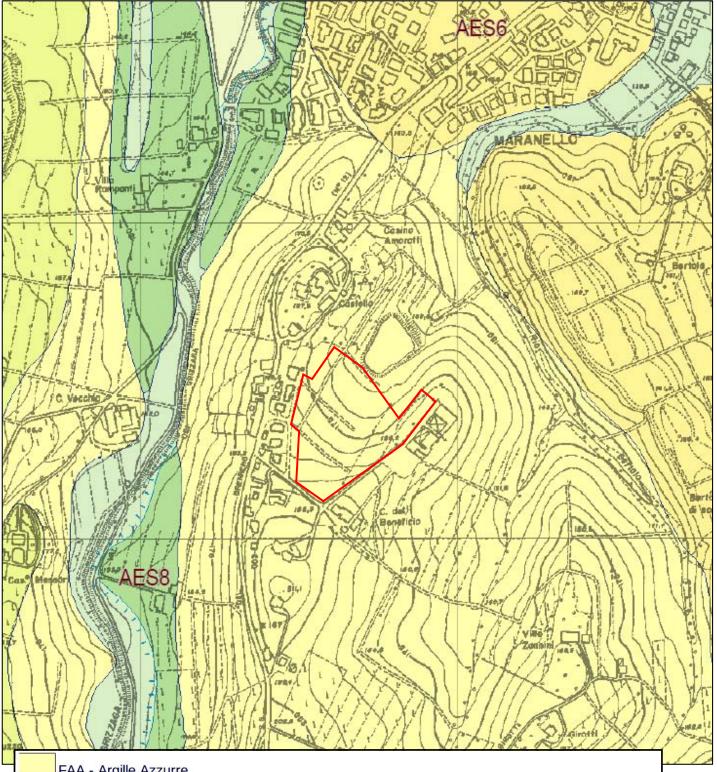
Ubicazione area in oggetto

L E G A

O

L

4



FAA - Argille Azzurre

Argille, argille marnose, marne argillose e siltose grigie e grigio-azzurre, talora grigio plumbeo, in strati medi e subordinatamente sottili, a giunti poco o non visibili per bioturbazione, con subordinati strati arenacei sottili risedimentati. Localmente sono presenti sottili livelli discontinui di biocalcareniti fini e siltiti giallo, o ocra se alterate, sottilmente laminate. Nella parte alta possono essere presenti slumps. Limite inferiore paraconcordante o marcato da una lieve discordanza angolare su FCO, discordante su unità più antiche. Potenza di alcune centinaia di metri. (Pliocene inf. - Pleistocene sup.)

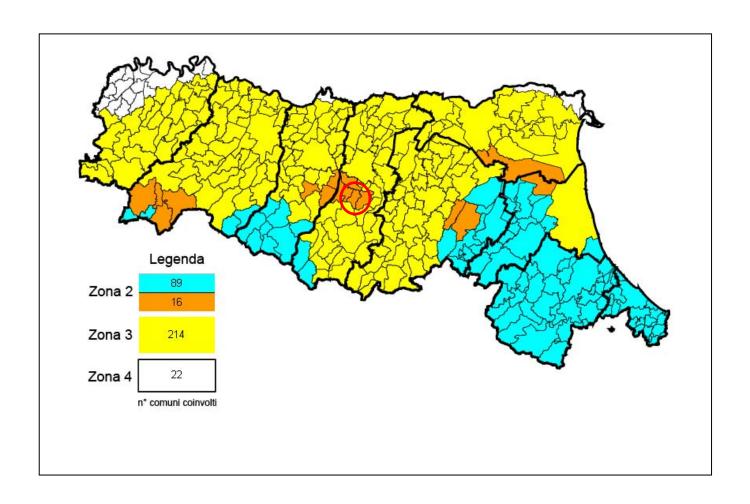
AES8 - Subsintema di Ravenna

Ghiaie e ghiaie sabbiose, passanti a sabbie e limi organizzate in numerosi ordini di terrazzi alluvionali. Limi prevalenti nelle fasce pedecollinari di interconoide. A tetto suoli a basso grado di alterazione con fronte di alterazione potente fino a 150 cm e parziale decarbonatazione; orizzonti superficiali di colore giallo-bruno. Contengono frequenti reperti archeologici di età del Bronzo, del Ferro e Romana. Potenza fino a oltre 25 m. (Olocene (età radiometrica della base: 11.000 - 8.000 anni).)

AES6 - Subsintema di Bazzano

Depositi prevalentemente ghiaioso-sabbiosi di terrazzo intravallivo e in parte di conoide dei fiumi Secchia e Panaro e dei torrenti Tiepido e Guerro. Al tetto suoli decarbonatati con fronte di alterazione fino a 5 m, colore variabile da rosso bruno a giallo bruno. Contatto inferiore in discontinuità su unità più antiche. Potenza inferiorie ai 10 m. (Pleistocene medio?)

Carta della zonizzazione sismica Comune di Maranello Comune di Maranello



Estratto PTCP - Provincia di Modena "Carta del dissesto idrogeologico"

Scala 1 : 25.000

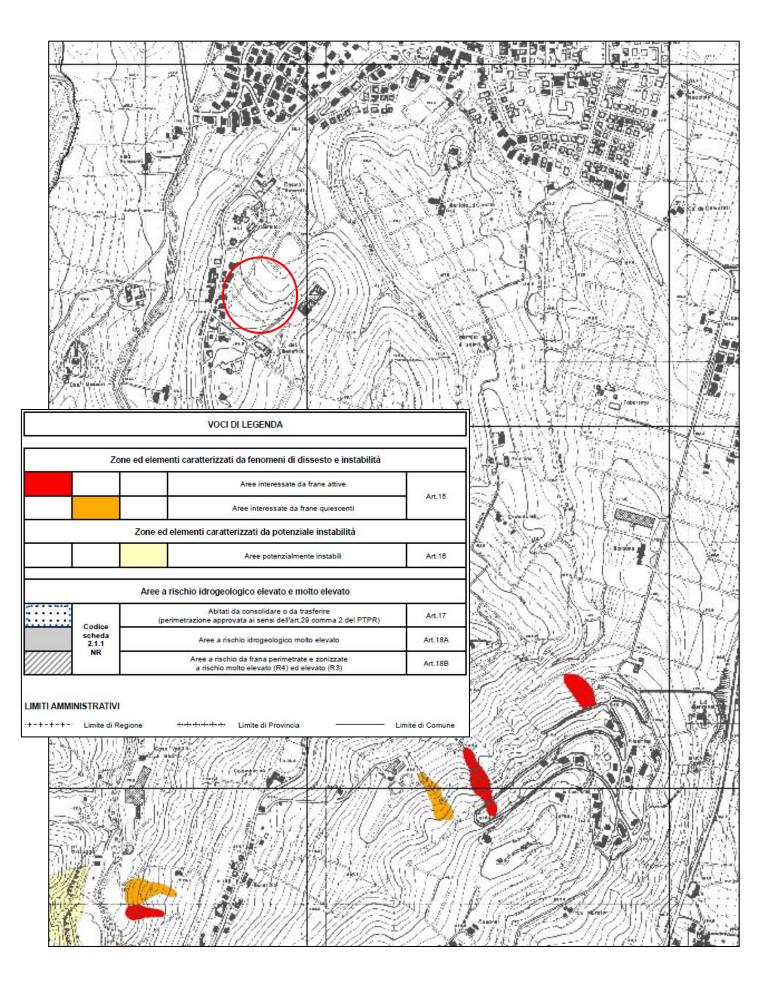
Ubicazione area in oggetto

E G A

0

A L

6



Estratto PTCP - Provincia di Modena "Carta rischio sismico"

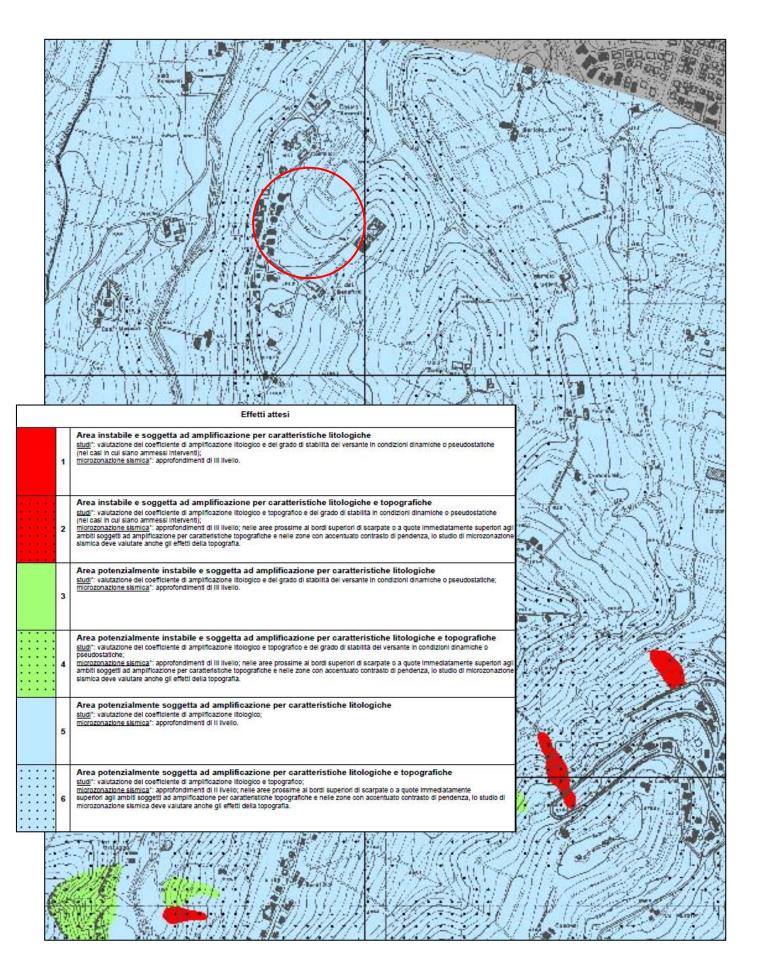
Scala 1 : 25.000

Ubicazione area in oggetto

Е G Α Т

0

Α



Estratto PSC – Comune di Maranello "Carta degli effetti sismici locali"

Scala 1 : 10.000

Ubicazione area in oggetto

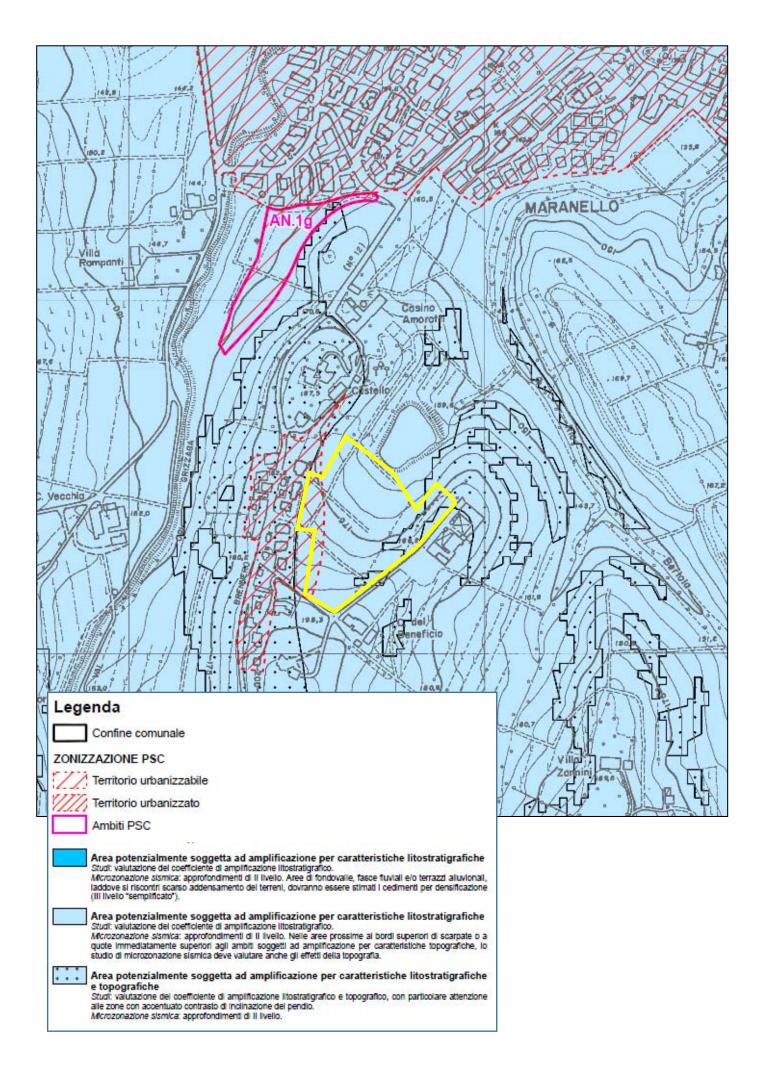
L

Ε

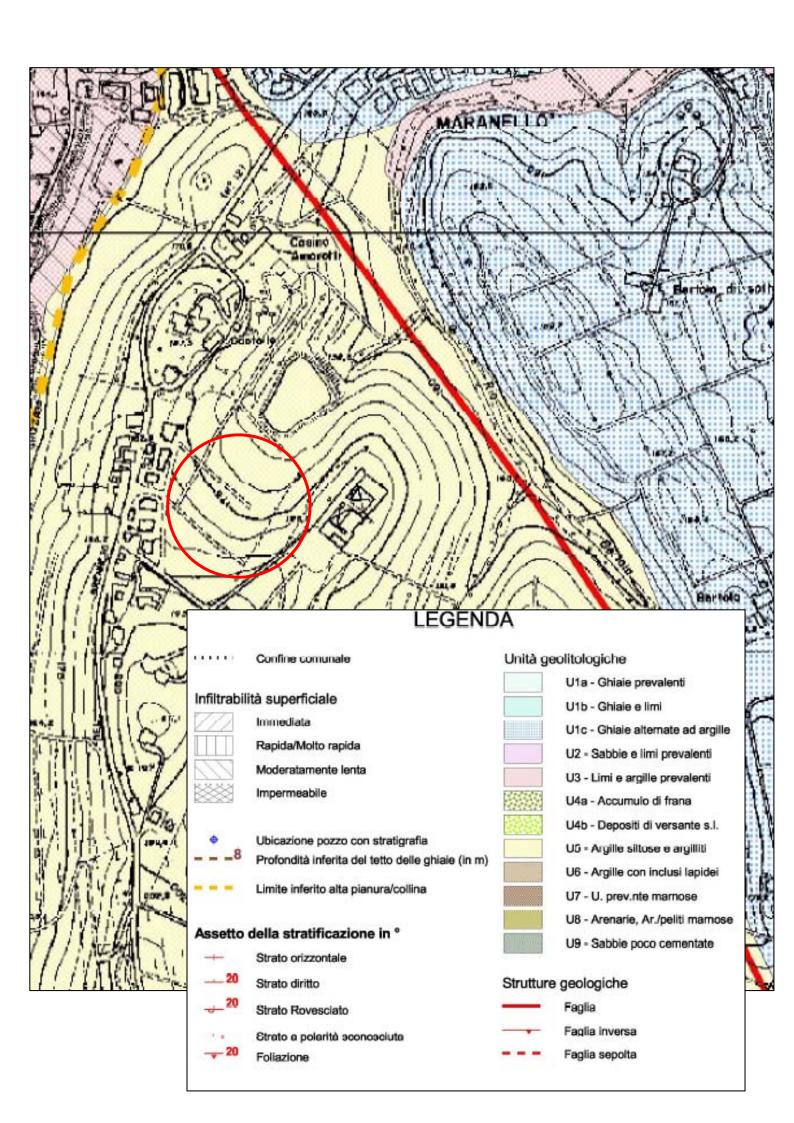
G

Α

Т О 8



Estratto PSC – Comune di Maranello "Carta idrogeomorfologica e del dissesto" Scala 1 : 10.000 Ubicazione area in oggetto







Prove penetrometriche DPSH

Area della punta 20,3 $[cm_2]$ [gradi] [Kg/ml] Prova n. DPSH Angolo della punta 60 22/03/2018 Peso delle aste Data 5,15 Az. Ag. Ripalta Massa passiva Via Manin - Maranello (M Raffronto statico Committente 30 [Kg] Ubicazione dell'intervento 0,6

Maglio

Altezza di caduta

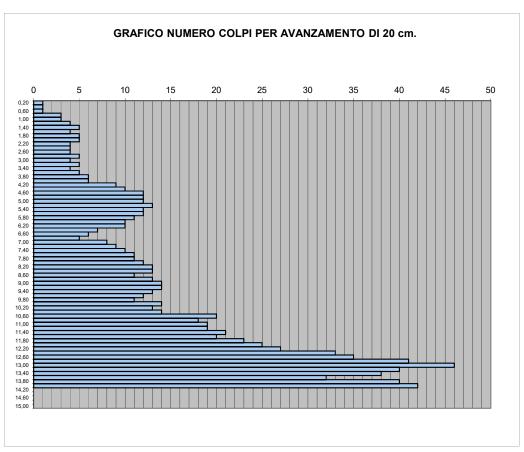
[Kg] [m]

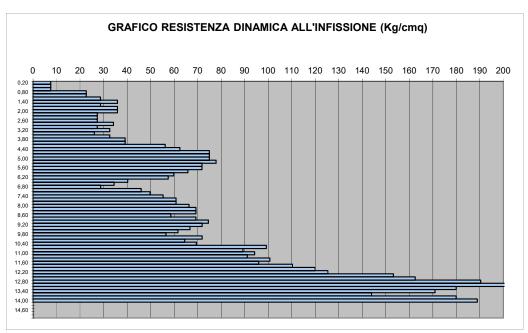
63,5

Profondità	N. colpi	N. aste	Attrito	Rd	Qa	Rp statico	Cu	Eed
[m]			Aste	[Kg/cm ²]	[Kg/cm ²]	[Kg/cm ²]	Kg/cm²	[Kg/cm ²]
0,20	1	1	1	7,55	0,38	4,53	0,23	29
0,40 0,60	1 1	1	<u>1</u>	7,55 7,55	0,38 0,38	4,53 4,53	0,23 0,23	29 29
0,80	3	1	<u>'</u> 1	22,65	1,13	13,59	0,23	47
1,00	3	1	1	22,65	1,13	13,59	0,68	47
1,20	4	2	1	28,70	1,44	17,22	0,86	54
1,40 1,60	5 4	2	<u> </u>	35,88	1,79 1.44	21,53 17,22	1,08 0,86	63 54
1,80	5	2	<u>'</u> 1	28,70 35,88	1,79	21,53	1,08	63
2,00	5	2	1	35,88	1,79	21,53	1,08	63
2,20	4	3	1	27,35	1,37	16,41	0,82	53
2,40 2,60	4	3	1 1	27,35 27,35	1,37 1,37	16,41 16,41	0,82 0,82	53 53
2,80	5	3	1	34,18	1,71	20,51	1,03	61
3,00	4	3	1	27,35	1,37	16,41	0,82	53
3,20	5	4	1	32,64	1,63	19,58	0,98	59
3,40 3,60	<u>4</u> 5	4	<u>1</u> 1	26,11 32,64	1,31 1.63	15,67 19,58	0,78 0,98	51 59
3,80	6	4	1	39,17	1,96	23,50	1,18	67
4,00	6	4	1	39,17	1,96	23,50	1,18	67
4,20	9	5	11	56,22	2,81	33,73	1,69	87
4,40 4,60	10 12	5 5	<u>1</u> 1	62,46 74,96	3,12 3,75	37,48 44,97	1,87 2,25	95 110
4,80	12	5	1	74,96	3,75	44,97	2,25	110
5,00	12	5	1	74,96	3,75	44,97	2,25	110
5,20	13	6	1	77,84	3,89	46,70 43,11	2,34 2,16	113 106
5,40 5,60	12 12	6	<u>1</u> 1	71,85 71,85	3,59 3,59	43,11	2,16	106
5,80	11	6	1	65,87	3,29	39,52	1,98	99
6,00	10	6	1	59,88	2,99	35,93	1,80	92
6,20	10	7	11	57,50	2,87	34,50	1,72	89
6,40 6,60	<u>7</u>	7	<u>1</u> 1	40,25 34,50	2,01 1.72	24,15 20.70	1,21 1,03	68 61
6,80	5	7	1	28,75	1,72	17,25	0,86	54
7,00	8	7	1	46,00	2,30	27,60	1,38	75
7,20	9	8	1	49,77	2,49	29,86	1,49	80
7,40 7,60	10 11	8 8	<u>1</u> 1	55,30 60,83	2,76 3,04	33,18 36,50	1,66 1,82	86 93
7,80	11	8	1	60,83	3,04	36,50	1,82	93
8,00	12	8	1	66,36	3,32	39,82	1,99	100
8,20	13	9	11	69,24	3,46	41,54	2,08	103
8,40 8,60	13 11	9	<u>1</u> 1	69,24 58,59	3,46 2,93	41,54 35,15	2,08 1,76	103 90
8,80	13	9	1	69,24	3,46	41,54	2,08	103
9,00	14	9	1	74,57	3,73	44,74	2,24	109
9,20	14	10	1	71,92	3,60	43,15 40,07	2,16	106 100
9,40 9,60	13 12	10 10	<u>1</u> 1	66,78 61,64	3,34 3,08	36,99	2,00 1,85	94
9,80	11	10	1	56,51	2,83	33,90	1,70	88
10,00	14	10	1	71,92	3,60	43,15	2,16	106
10,20	13 14	11 11	<u>1</u> 1	64,49	3,22 3,47	38,69 41,67	1,93 2,08	97 103
10,40 10,60	20	11	<u>'</u> 1	69,45 99,22	4,96	59,53	2,08	139
10,80	18	11	1	89,30	4,46	53,58	2,68	127
11,00	19	11	1	94,26	4,71	56,55	2,83	133
11,20 11,40	19 21	12 12	<u>1</u> 1	91,13 100,72	4,56 5,04	54,68 60,43	2,73 3,02	129 141
11,40	20	12	1	95,93	4,80	57,56	2,88	135
11,80	23	12	1	110,32	5,52	66,19	3,31	152
12,00	25	12	1	119,91	6,00	71,95 75,21	3,60 3,76	164 170
12,20 12.40	27 33	13 13	<u>1</u> 1	125,34 153,20	6,27 7,66	91,92	4,60	204
12,60	35	13	1	162,48	8,12	97,49	4,87	215
12,80	41	13	1	190,34	9,52	114,20	5,71	248
13,00 13,20	46 40	13 14	<u> </u>	213,55 179,92	10,68 9,00	128,13 107,95	6,41 5,40	276 236
13,40	38	14	<u>'</u> 1	179,92	8,55	102,56	5,13	225
13,60	32	14	1	143,94	7,20	86,36	4,32	193
13,80	40	14	11	179,92	9,00	107,95	5,40	236
14,00 14,20	42	14	1	188,92	9,45	113,35	5,67	247
14,20								
14,60								
14,80								
15,00		ļ		ļ		ļ	<u> </u>	

Prova n. DPSH 1
Data 22/03/2018
Committente Az. Ag. Ripalta
Ubicazione dell'intervento Via Manin - Maranello (Mo)

Maglio	63.5	[Kg]
Altezza di caduta	0.75	[m]
Area della punta	20.3	[cm ₂]
Angolo della punta	60	[gradi]
Peso delle aste	5,15	[Kg/ml]
Massa passiva	30	[Kg]
Raffronto statico	0,6	





Area della punta 20,3 $[cm_2]$ [gradi] [Kg/ml] Prova n. DPSH Angolo della punta 60 22/03/2018 Peso delle aste Data 5,15 Az. Ag. Ripalta Massa passiva Via Manin - Maranello (M Raffronto statico Committente 30 [Kg] Ubicazione dell'intervento 0,6

Maglio

Altezza di caduta

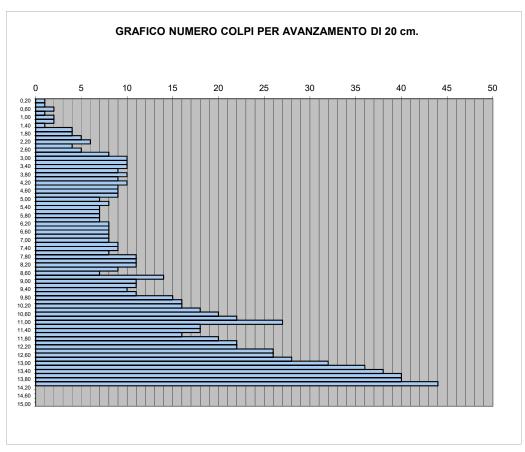
[Kg] [m]

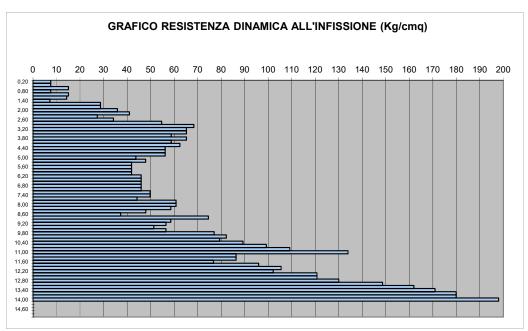
63,5

Profondità	N. colpi	N. aste	Attrito	Rd	Qa	Rp statico	Cu	Eed
[m]			Aste	[Kg/cm ²]	[Kg/cm ²]		Kg/cm²	[Kg/cm ²]
0,20	1	1	1	7,55	0,38	4,53	0,23	29
0,40	1	1	1	7,55	0,38	4,53	0,23	29
0,60 0,80	<u>2</u> 1	1	1	15,10 7,55	0,76 0,38	9,06 4,53	0,45 0,23	38 29
1,00	2	1	1	15.10	0,76	9,06	0,45	38
1,20	2	2	1	14,35	0,72	8,61	0,43	37
1,40	11	2	1	7,18	0,36	4,31	0,22	29
1,60 1,80	4	2	1	28,70 28,70	1,44 1,44	17,22 17,22	0,86 0,86	54 54
2,00	5	2	1	35,88	1,79	21,53	1,08	63
2,20	6	3	1	41,02	2,05	24,61	1,23	69
2,40	4	3	1	27,35	1,37	16,41 20.51	0,82 1,03	53 61
2,60 2,80	<u>5</u> 8	3	1	34,18 54.69	1,71 2,73	32,82	1,64	86
3,00	10	3	1	68,37	3,42	41,02	2,05	102
3,20	10	4	1	65,28	3,26	39,17	1,96	98
3,40	10 9	4	1	65,28	3,26	39,17 35,25	1,96 1,76	98 91
3,60 3,80	10	4	1	58,75 65,28	2,94 3,26	39,17	1,96	98
4,00	9	4	1	58,75	2,94	35,25	1,76	91
4,20	10	5	1	62,46	3,12	37,48	1,87	95
4,40 4,60	9	5 5	1	56,22 56,22	2,81	33,73 33,73	1,69 1,69	87 87
4,60	9	5	1	56,22	2,81 2,81	33,73	1,69	87
5,00	7	5	1	43,72	2,19	26,23	1,31	72
5,20	8	6	1	47,90	2,40	28,74	1,44	77
5,40 5,60	7 7	6 6	1	41,91 41,91	2,10 2,10	25,15 25,15	1,26 1,26	70 70
5,80	7	6	1	41,91	2,10	25,15	1,26	70
6,00	7	6	1	41,91	2,10	25,15	1,26	70
6,20	8	7	11	46,00	2,30	27,60	1,38	75
6,40 6,60	<u>8</u> 8	7	1	46,00 46,00	2,30 2,30	27,60 27,60	1,38 1,38	75 75
6,80	8	7	1	46,00	2,30	27,60	1,38	75
7,00	8	7	1	46,00	2,30	27,60	1,38	75
7,20	9	8	1	49,77	2,49	29,86 29,86	1,49 1,49	80 80
7,40 7,60	<u>9</u> 8	8 8	1	49,77 44,24	2,49 2,21	26,54	1,33	73
7,80	11	8	1	60,83	3,04	36,50	1,82	93
8,00	11	8	1	60,83	3,04	36,50	1,82	93
8,20 8,40	11 9	9	1	58,59 47,94	2,93 2.40	35,15 28,76	1,76 1,44	90 78
8,60	<u>9</u> 	9	1	37,28	1,86	22,37	1,12	65
8,80	14	9	1	74,57	3,73	44,74	2,24	109
9,00	11	9	1	58,59	2,93	35,15	1,76	90 88
9,20 9,40	11 10	10 10	1	56,51 51,37	2,83 2,57	33,90 30,82	1,70 1,54	82
9,60	11	10	1	56,51	2,83	33,90	1,70	88
9,80	15	10	1	77,06	3,85	46,23	2,31	112
10,00 10,20	16 16	10 11	<u> </u>	82,19 79,37	4,11 3,97	49,32 47,62	2,47 2,38	119 115
10,20	18	11	1	89,30	4,46	53,58	2,68	127
10,60	20	11	1	99,22	4,96	59,53	2,98	139
10,80	22	11	1	109,14	5,46	65,48 80.37	3,27	151 181
11,00 11,20	27 18	11 12	1	133,94 86,33	6,70 4,32	80,37 51,80	4,02 2,59	181 124
11,40	18	12	1	86,33	4,32	51,80	2,59	124
11,60	16	12	1	76,74	3,84	46,04	2,30	112
11,80 12,00	20 22	12 12	<u> </u>	95,93 105,52	4,80 5,28	57,56 63,31	2,88 3,17	135 147
12,00	22	13	1	103,32	5,11	61,28	3,06	143
12,40	26	13	1	120,70	6,04	72,42	3,62	165
12,60	26 28	13 13	1	120,70	6,04	72,42 77,99	3,62 3,90	165 176
12,80 13,00	32	13	1	129,99 148,56	6,50 7,43	89,13	4,46	198
13,20	36	14	1	161,93	8,10	97,16	4,86	214
13,40	38	14	1	170,93	8,55	102,56	5,13	225
13,60 13,80	40 40	14 14	1	179,92 179,92	9,00 9,00	107,95 107,95	5,40 5,40	236 236
14,00	44	14	1	197,91	9,00	118,75	5,94	257
14,20				,-,-	-,			
14,40								
14,60 14,80				1				
15,00				1				
-,				•				

Prova n. DPSH 2
Data 22/03/2018
Committente Az. Ag. Ripalta
Ubicazione dell'intervento Via Manin - Maranello (Mo)

Maglio	63,5	[Kg]
Altezza di caduta	0,75	[m]
Area della punta	20,3	[cm ₂]
Angolo della punta	60	[gradi]
Peso delle aste	5,15	[Kg/ml]
Massa passiva	30	[Kg]
Raffronto statico	0.6	





[cm₂] Area della punta 20,3 [gradi] [Kg/ml] Prova n. DPSH Angolo della punta 60 22/03/2018 Peso delle aste Data 5,15 Az. Ag. Ripalta Massa passiva Via Manin - Maranello (M Raffronto statico Committente 30 [Kg] Ubicazione dell'intervento 0,6

Maglio

Altezza di caduta

[Kg] [m]

63,5

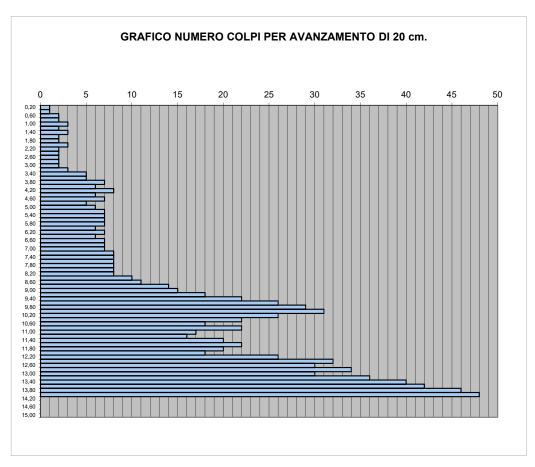
Profondità	N. colpi	N. aste	Attrito	Rd	Qa	Rp statico	Cu	Eed
[m]			Aste	[Kg/cm ²]	[Kg/cm ²]		Kg/cm²	[Kg/cm ²]
0,20	1	1	1	7,55	0,38	4,53	0,23	29
0,40 0,60	1 2	1	<u>1</u> 1	7,55 15,10	0,38 0,76	4,53 9,06	0,23 0,45	29 38
0,80	2	1	1	15,10	0,76	9,06	0,45	38
1,00	3	1	1	22,65	1,13	13,59	0,68	47
1,20	2	2	1	14,35	0,72	8,61	0,43	37
1,40 1,60	<u>3</u>	2	<u> </u>	21,53 14,35	1,08 0,72	12,92 8,61	0,65 0,43	46 37
1,80	2	2	1	14,35	0,72	8,61	0,43	37
2,00	3	2	1	21,53	1,08	12,92	0,65	46
2,20	2	3	1	13,67	0,68	8,20 8,20	0,41 0,41	36 36
2,40 2,60	2	3	1	13,67 13,67	0,68 0,68	8,20	0,41	36
2,80	2	3	1	13,67	0,68	8,20	0,41	36
3,00	2	3	1	13,67	0,68	8,20	0,41	36
3,20 3,40	<u>3</u> 5	4	1	19,58 32,64	0,98 1,63	11,75 19,58	0,59 0,98	44 59
3,60	5	4	1	32,64	1,63	19,58	0,98	59
3,80	7	4	1	45,70	2,28	27,42	1,37	75
4,00	6	4	1	39,17	1,96	23,50 29,98	1,18 1,50	67 80
4,20 4,40	<u>8</u> 6	5 5	1	49,97 37,48	2,50 1,87	29,98	1,12	65
4,60	7	5	1	43,72	2,19	26,23	1,31	72
4,80	5	5	1	31,23	1,56	18,74	0,94	57
5,00 5,20	<u>6</u> 7	5 6	1	37,48 41,91	1,87 2,10	22,49 25,15	1,12 1,26	65 70
5,40	7	6	1	41,91	2,10	25,15	1,26	70
5,60	7	6	1	41,91	2,10	25,15	1,26	70
5,80	7	6	1	41,91	2,10	25,15	1,26	70 63
6,00 6,20	<u>6</u> 7	6 7	1	35,93 40,25	1,80 2,01	21,56 24,15	1,08 1,21	68
6,40	6	7	1	34,50	1,72	20,70	1,03	61
6,60	7	7	1	40,25	2,01	24,15	1,21	68
6,80	7 7	7	1	40,25	2,01	24,15 24,15	1,21 1,21	68 68
7,00 7,20	8	8	1	40,25 44,24	2,01 2,21	26,54	1,33	73
7,40	8	8	1	44,24	2,21	26,54	1,33	73
7,60	8	8	11	44,24	2,21	26,54	1,33	73 73
7,80 8,00	<u>8</u> 8	8	1	44,24 44,24	2,21 2,21	26,54 26,54	1,33 1,33	73
8,20	8	9	1	42,61	2,13	25,57	1,28	71
8,40	10	9	1	53,26	2,66	31,96	1,60	84
8,60	11 14	9	1 1	58,59 74,57	2,93 3,73	35,15 44,74	1,76 2,24	90 109
8,80 9,00	15	9	1	79,89	3,73	47,94	2,40	116
9,20	18	10	1	92,47	4,62	55,48	2,77	131
9,40	22	10	1	113,02	5,65	67,81 80,14	3,39 4,01	156 180
9,60 9,80	26 29	10 10	1	133,56 148,97	6,68 7,45	89,38	4,01	199
10,00	31	10	1	159,25	7,96	95,55	4,78	211
10,20	26	11	1	128,98	6,45	77,39 65.48	3,87	175 151
10,40 10,60	22 18	11 11	1	109,14 89,30	5,46 4,46	65,48 53,58	3,27 2,68	151 127
10,80	22	11	1	109,14	5,46	65,48	3,27	151
11,00	17	11	1	84,33	4,22	50,60	2,53	121
11,20 11,40	16 20	12 12	1	76,74 95,93	3,84 4,80	46,04 57,56	2,30 2,88	112 135
11,60	22	12	1	105,52	5,28	63,31	3,17	147
11,80	20	12	1	95,93	4,80	57,56	2,88	135
12,00 12,20	18 26	12 13	<u> </u>	86,33 120,70	4,32 6,04	51,80 72,42	2,59 3,62	124 165
12,40	32	13	1	148,56	7,43	89,13	4,46	198
12,60	30	13	1	139,27	6,96	83,56	4,18	187
12,80 13,00	34	13	1	157,84	7,89	94,71 83,56	4,74 4,18	209 187
13,00	30 36	13 14	1 1	139,27 161,93	6,96 8,10	97,16	4,18	214
13,40	40	14	1	179,92	9,00	107,95	5,40	236
13,60	42	14	1	188,92	9,45	113,35 124,15	5,67 6,21	247 268
13,80 14,00	46 48	14 14	<u> </u>	206,91 215,91	10,35 10,80	124,15	6,48	268
14,20	-10	.7		210,01	10,00	,	-,.0	
14,40								
14,60 14,80								
15,00								

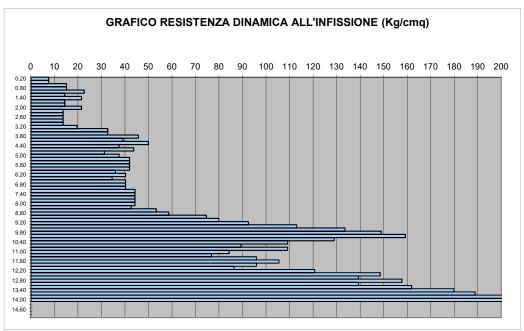
Prova n. Data
Committente

Ubicazione dell'intervento

DPSH 3

22/03/2018 Az. Ag. Ripalta Via Manin - Maranello (Mo) Maglio 63,5 [Kg] Altezza di caduta 0,75 [m] Area della punta 20,3 $[cm_2]$ Angolo della punta 60 [gradi] Peso delle aste [Kg/ml] 5,15 Massa passiva 30 [Kg] Raffronto statico 0,6





Area della punta 20,3 $[cm_2]$ [gradi] [Kg/ml] Prova n. DPSH Angolo della punta 60 22/03/2018 Peso delle aste Data 5,15 Az. Ag. Ripalta Massa passiva Via Manin - Maranello (M Raffronto statico Committente 30 [Kg] Ubicazione dell'intervento 0,6

Maglio

Altezza di caduta

[Kg] [m]

63,5

Profondità	N. colpi	N. aste	Attrito	Rd	Qa	Rp statico	Cu	Eed
[m]			Aste	[Kg/cm ²]	[Kg/cm ²]	[Kg/cm ²]	Kg/cm²	[Kg/cm ²]
0,20	1	1	1	7,55	0,38	4,53	0,23	29
0,40 0,60	1 1	1	1 1	7,55 7,55	0,38 0,38	4,53 4,53	0,23	29 29
0,80	<u>'</u> 1	1	<u>'</u> 1	7,55	0,38	4,53	0,23	29
1,00	1	1	1	7,55	0,38	4,53	0,23	29
1,20	1	2	1	7,18	0,36	4,31	0,22	29
1,40 1,60	<u>1</u> 3	2	<u> </u>	7,18	0,36	4,31 12,92	0,22 0,65	29 46
1,80	<u> </u>	2	<u>'</u> 1	21,53 28,70	1,08 1,44	17,22	0,86	54
2,00	4	2	1	28,70	1,44	17,22	0,86	54
2,20	3	3	1	20,51	1,03	12,31	0,62	45
2,40 2,60	4	3	<u> </u>	27,35 27,35	1,37 1,37	16,41 16,41	0,82 0,82	53 53
2,80	4	3	1	27,35	1,37	16,41	0,82	53
3,00	5	3	1	34,18	1,71	20,51	1,03	61
3,20	5	4	11	32,64	1,63	19,58 15,67	0,98 0,78	59 51
3,40 3,60	<u>4</u> 7	4	<u>1</u> 1	26,11 45.70	1,31 2.28	27,42	1,37	75
3,80	5	4	1	32,64	1,63	19,58	0,98	59
4,00	5	4	1	32,64	1,63	19,58	0,98	59
4,20	5	5	<u>1</u> 1	31,23	1,56	18,74 18,74	0,94 0.94	57 57
4,40 4,60	<u>5</u> 5	5 5	1 1	31,23 31,23	1,56 1,56	18,74	0,94	57 57
4,80	6	5	1	37,48	1,87	22,49	1,12	65
5,00	6	5	1	37,48	1,87	22,49	1,12	65
5,20	5	6	1 1	29,94 29,94	1,50	17,96 17,96	0,90	56 56
5,40 5,60	<u> </u>	6	<u>1</u> 1	41,91	1,50 2,10	25,15	1,26	70
5,80	7	6	1	41,91	2,10	25,15	1,26	70
6,00	7	6	1	41,91	2,10	25,15	1,26	70
6,20 6,40	<u>6</u> 7	7	1 1	34,50 40,25	1,72 2,01	20,70 24,15	1,03 1,21	61 68
6,60	6	7	<u>'</u>	34,50	1.72	20,70	1,03	61
6,80	5	7	1	28,75	1,44	17,25	0,86	54
7,00	5	7	1	28,75	1,44	17,25	0,86	54
7,20 7,40	<u>7</u> 9	8 8	1 1	38,71 49.77	1,94 2,49	23,23 29,86	1,16 1,49	66 80
7,60	9	8	1	49,77	2,49	29,86	1,49	80
7,80	10	8	1	55,30	2,76	33,18	1,66	86
8,00	9	8	1	49,77	2,49	29,86 25,57	1,49 1,28	80 71
8,20 8,40	<u>8</u> 7	9	1 1	42,61 37,28	2,13 1,86	22,37	1,12	65
8,60	7	9	1	37,28	1,86	22,37	1,12	65
8,80	10	9	11	53,26	2,66	31,96	1,60	84
9,00 9,20	13 15	9 10	1 1	69,24 77,06	3,46 3,85	41,54 46,23	2,08 2,31	103 112
9,40	14	10	1	71,92	3,60	43,15	2,16	106
9,60	16	10	1	82,19	4,11	49,32	2,47	119
9,80	15 15	10 10	<u>1</u> 1	77,06	3,85	46,23 46,23	2,31 2,31	112 112
10,00 10,20	18	11	<u>1</u> 1	77,06 89,30	3,85 4,46	53,58	2,68	127
10,40	16	11	1	79,37	3,97	47,62	2,38	115
10,60	14	11	1	69,45	3,47	41,67 53.58	2,08	103 127
10,80 11,00	18 20	11 11	<u>1</u> 1	89,30 99,22	4,46 4,96	53,58 59,53	2,68 2,98	139
11,20	20	12	1	95,93	4,80	57,56	2,88	135
11,40	22	12	1	105,52	5,28	63,31	3,17	147
11,60	24	12	1 1	115,11	5,76	69,07 74,82	3,45 3,74	158 170
11,80 12,00	26 27	12 12	1 1	124,71 129,50	6,24 6,48	77,70	3,89	175
12,20	29	13	1	134,63	6,73	80,78	4,04	182
12,40	32	13	1	148,56	7,43	89,13	4,46	198
12,60 12.80	32 34	13 13	<u>1</u> 1	148,56 157,84	7,43 7,89	89,13 94,71	4,46 4,74	198 209
13,00	36	13	1	167,13	8,36	100,28	5,01	221
13,20	40	14	1	179,92	9,00	107,95	5,40	236
13,40	40	14 14	1 1	179,92	9,00	107,95 113.35	5,40 5,67	236 247
13,60 13,80	42 42	14	<u>1</u> 1	188,92 188,92	9,45 9,45	113,35	5,67	247
14,00	44	14	1	197,91	9,90	118,75	5,94	257
14,20								<u> </u>
14,40 14,60								
14,80								
15,00								
,				•				

Prova n. DPSH 4
Data 22/03/2018
Committente Az. Ag. Ripalta
Ubicazione dell'intervento Via Manin - Maranello (Mo)

Maglio	63,5	[Kg]
Altezza di caduta	0,75	[m]
Area della punta	20,3	$[cm_2]$
Angolo della punta	60	[gradi]
Peso delle aste	5,15	[Kg/ml]
Massa passiva	30	[Kg]
Raffronto statico	0,6	

