

**Dott. Ildo Facchini geologo Fiorano - Modena - tel/fax 0536/844233 e-mail [ildo.facchini@tin.it](mailto:ildo.facchini@tin.it)**

**COMUNE DI CASALGRANDE PROVINCIA DI REGGIO EMILIA**

**Comune in zona sismica 2 (Ordinanza P.C.M. N. 3274/2003)**

**RELAZIONE GEOLOGICA E TECNICA SULLA  
EDIFICABILITA' DI UN'AREA OGGETTO DI  
PIANO PARTICOLAREGGIATO DI INIZIATIVA  
PRIVATA DENOMINATO "CIPA GRES"**

**a S. Antonino, via Statale**

**DD.MM. 21.1.1981 - 11.3.1988 - 14.9.2005 - 14.1.2008**



**Committenti: Cipa Gres S.p.A. - Bellavista S.p.A.**

**Fiorano Settembre 2009**





---

**PREMESSA.**

Su incarico delle società **Cipa Gres S.p.A. e Bellavista S.p.A.** si elabora la seguente relazione geologica e tecnica per un'area oggetto di **piano particolareggiato di iniziativa privata denominato "Cipa Gres" a S. Antonino di Casalgrande, via Statale.**

Scopo del lavoro è verificare l'idoneità dell'area alle destinazioni d'uso previste nel progetto di utilizzo urbanistico e fornire un quadro generale sulle caratteristiche geomorfologiche ed idrogeologiche del sito e dell'intorno di influenza.

*Il presente elaborato si produce anche al fine di caratterizzare il sito di intervento a seguito della nuova classificazione del territorio del comune di Casalgrande come "Zona sismica 2". Si tiene altresì conto delle Ordinanze della Presidenza del Consiglio dei Ministri n. 3431 del 3/5/2005 e 3274 del 20/3/2003 nonché del D.M. 14 Settembre 2005 e D.M. 14 Gennaio 2008.*

**INQUADRAMENTO GEO - MORFOLOGICO.**

La zona in esame si colloca nella fascia Nord dell'abitato di S. Antonino, immediatamente a Nord della statale per Scandiano, su una superficie debolmente acclive verso Nord – Nord Est che degrada poi verso l'abitato di Villalunga e quindi verso la spianata alluvionale in sponda sinistra del fiume Secchia. **Le quote altimetriche si valutano variabili da 140 a 125 metri circa s.l.m.**

I terreni affioranti, di ambiente continentale, sono costituiti in prevalenza da argille sabbiose e limose, giallo ocra o brune, che ricoprono a loro volta alluvioni terrazzate di spessore e profondità variabili. Una delle ultime classificazioni di questi terreni li attribuisce al "Sintema Emiliano Romagnolo superiore, sub – Sintema di Ravenna" dell'Olocene.

**CONDIZIONI IDROLOGICHE.**

L'idrografia superficiale della zona è rappresentata, nell'intorno del lotto in esame, da due modesti corsi d'acqua e precisamente il "rio delle Fornaci" che passa a non meno di 200 metri a Sud del comparto ed il "rio Riazzolo", di cui il rio delle fornaci risulta tributario di destra, che scorre a non meno di 300 metri sempre s Sud – Sud Ovest. Il fiume Secchia si rinviene invece ad almeno 1,4 chilometri a Est – Nord Est.

Data la distanza e/o la differenza di quota non sono da prevedere interferenze con futuri interventi urbanistici; anche la circolazione idrica sotterranea, se di una certa consistenza, è rinvenibile a quote ben superiori a quelle direttamente influenzate dagli incrementi di carico delle fondazioni.

Tale considerazione deriva anche dall'analisi della carta sulla vulnerabilità dell'acquifero all'inquinamento, redatta dal gruppo nazionale per la difesa dalle catastrofi idrogeologiche e nella *carta della soggiacenza e della piezometria della falda, desunta dai dati Arpa del 2007*, che identificano la falda ad una quota assoluta attorno a  $85 \pm 90$  metri s.l.m., quindi una cinquantina di metri sotto l'attuale piano campagna,

La stabilità della zona è infine, allo stato attuale, valutabile positivamente e non si rilevano elementi perturbatori degni di nota.

#### **CARATTERISTICHE DEL TERRENO DI FONDAZIONE.**

Per caratterizzare il terreno di fondazione si sono eseguite otto prove penetrometriche dinamiche pesanti (D.P.H.) **con un penetrometro automatico a norme DIN certificato Pagani Geotechnical Equipments** avente le seguenti caratteristiche:

massa battente: 50 Kg.

Altezza di caduta: 50 cm.

Sezione della punta 15 cmq.

Angolo all'apice: 90°.

Frequenza delle battute 25 - 30 al minuto primo.

Le caratteristiche della punta impiegata permettono di limitare l'attrito laterale sulle aste. L'ubicazione delle prove ed i relativi diagrammi ed elaborazioni sono allegati alla presente.

L'indagine è stata effettuata privilegiando le aree di futuro intervento urbanistico che si collocano sostanzialmente su tre livelli differenti, separati da evidenti scalini morfologici ottenuti artificialmente.

*Rispetto infatti all'originario piano campagna che andava degradando verso Nord Est con andamento e pendenze regolari, l'attività antropica e la necessità di ottenere superfici pianeggianti per lo stoccaggio del prodotto finito hanno portato a modificare l'andamento topografico operando prevalentemente riporti verso valle parzialmente contenuti con muri di sostegno.*

---

*Tali modificazioni si riconoscono di conseguenza anche analizzando i dati delle prove penetrometriche ed in particolare quelle indicate con i numeri due e quattro che si collocano al margine dei piazzali asfaltati. La numero sette, pur essendo in posizione ancora centrale, risente ugualmente della presenza di riporti in quanto è prossima all'ampliamento dell'unità produttiva il cui piano terra è più basso di oltre quattro metri rispetto al sovrastante piazzale..*

*Si individua quindi una copertura di riporto, come già detto si spessore crescente procedendo verso l'estremità Nord Est dei piazzali, a cui segue un'alternanza di limi argillosi e sabbiosi, poveri o privi di intercalazioni grossolane, almeno per le profondità investigate, solitamente di discreta o buona resistenza e con valori di Rpd anche superiori a 50 Kg/cm<sup>2</sup>.*

*In nessuno dei punti investigati si è individuata acqua. Sulla prova sei risulta evidente la presenza di argilla rossa di riporto parzialmente umida.*

#### **DIMENSIONAMENTO E SCELTA DELLE FONDAZIONI.**

Non essendo in possesso dei dati definitivi sull'intervento in progetto nel comparto studiato, si rimandano ad un'ulteriore fase di studio le verifiche di dettaglio sul comportamento del terreno al carico trasmesso dai nuovi manufatti.

*Nel corso della elaborazione dei progetti definitivi si dovranno infatti integrare i dati generali attualmente forniti e tali approfondimenti faranno poi parte integrante dello studio geotecnico dei futuri interventi edilizi.*

Ovviamente si dovrà tenere in considerazione la presenza dei riporti sopra menzionati e pertanto le profondità di posa andranno via via crescendo procedendo da Sud Ovest verso Nord Est, senza trascurare l'eventualità di optare anche per fondazioni su pali per l'ampliamento a ridosso dell'attuale stabilimento e per parte della costruzione sul piazzale inferiore.

*Si forniscono comunque alcuni dati di massima sul dimensionamento di una fondazione diretta su plinti la cui profondità media di appoggio si indica in **non meno di – 2,0 metri dall'attuale piano cortile** (valore medio che non tiene conto però dei punti dove il riporto supera anche sensibilmente tale valore e dove si devono valutare soluzioni alternative).*

*Per il fabbricato a ridosso della nuova rotonda a Nord Est, invece, si potrà optare per fondazioni dirette anche a – 1,5 metri dall'attuale piano pre lavori.*

*Si tratta in ogni caso di indicazioni da verificare nel corso della progettazione definitiva e pertanto da sottoporre al controllo del Progettista Calcolatore.*

*Si utilizzano i dati di una delle prove più rappresentative di una situazione intermedia e cioè la numero due.*

**VERIFICA DELLA RESISTENZA AL CARICO DI FONDAZIONI SUPERFICIALI**  
**NORMATIVE DI RIFERIMENTO**

**D.M. LL.PP. del 11/03/1988**

*Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.*

**D.M. LL.PP. del 14/02/1992**

*Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.*

**D.M. 9 Gennaio 1996**

*Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche*

**D.M. 16 Gennaio 1996**

*Norme Tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi*

**D.M. 16 Gennaio 1996**

*Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche*

**Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C.**

*Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996*

**Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG.**

*Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996*

**Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20.3.2003**

*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.*

**Norme tecniche per le Costruzioni 2008**

*Norme tecniche per le costruzioni D.M. 14 gennaio 2008.*

**Eurocodice 7**

Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali.

**Eurocodice 8**

Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.

**DATI GENERALI**

=====

Larghezza fondazione	4,0 m
Lunghezza fondazione	4,0 m
Profondità piano di posa	2,0 m
Altezza di incastro	2,0 m

**SISMA**

=====

Accelerazione massima (ag/g)	0,25
Coefficiente sismico orizzontale	0,194
Coefficiente sismico verticale	0,194

Sisma + Coeff. parziali parametri geotecnici terreno + Resistenze

Nr	Correzione Sismica	Tangente angolo di resistenza al taglio	Coesione efficace	Coesione non drenata	Peso Unità volume in fondazione	Peso unità volume copertura	Coef. Rid. Capacità portante verticale	Coef. Rid. C apacità portante orizzontale
1	No	1	1	1	1	1	1	1
2	No	1,25	1,25	1,4	1	1	1,8	1,1
3	Si	1,25	1,25	1,4	1	1	1,8	1,1

**COEFFICIENTE DI SOTTOFONDAZIONE BOWLES (1982)**Costante di Winkler 1,36 Kg/cm<sup>3</sup>**CARICO LIMITE FONDAZIONE COMBINAZIONE A1+M1+R1**

Autore: MEYERHOF (1963) (Condizione non drenata)

=====

Fattore [Nq]	1,0
Fattore [Nc]	5,14
Fattore [Ng]	0,0
Fattore forma [Sc]	1,2
Fattore profondità [Dc]	1,1
Fattore forma [Sq]	1,0
Fattore profondità [Dq]	1,0
Fattore forma [Sg]	1,0
Fattore profondità [Dg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0

=====

Carico limite 4,99 Kg/cm<sup>2</sup>

**Autore: VESIC (1975) (Condizione non drenata)**

Fattore [Nq]	1,0
Fattore [Nc]	5,14
Fattore [Ng]	0,0
Fattore forma [Sc]	0,2
Fattore profondità [Dc]	0,2
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0

**Carico limite** **5,26 Kg/cm<sup>2</sup>**

**Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione non drenata)**

Fattore [Nq]	1,0
Fattore [Nc]	5,14
Fattore [Ng]	0,0
Fattore forma [Sc]	1,2
Fattore profondità [Dc]	1,0
Fattore inclinazione carichi [lc]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0

**Carico limite** **4,57 Kg/cm<sup>2</sup>**

**CARICO LIMITE FONDAZIONE COMBINAZIONE A2+M2+R2****Autore: MEYERHOF (1963) (Condizione non drenata)**

Fattore [Nq]	1,0
Fattore [Nc]	5,14
Fattore [Ng]	0,0
Fattore forma [Sc]	1,2
Fattore profondità [Dc]	1,1
Fattore forma [Sq]	1,0
Fattore profondità [Dq]	1,0
Fattore forma [Sg]	1,0
Fattore profondità [Dg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0

**Carico limite** **3,69 Kg/cm<sup>2</sup>**

**Autore: VESIC (1975) (Condizione non drenata)**

Fattore [Nq]	1,0
Fattore [Nc]	5,14
Fattore [Ng]	0,0
Fattore forma [Sc]	0,2
Fattore profondità [Dc]	0,2
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0

**Carico limite** **3,88 Kg/cm<sup>2</sup>**



**Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione non drenata)**

Fattore [Nq]	1,0
Fattore [Nc]	5,14
Fattore [Ng]	0,0
Fattore forma [Sc]	1,2
Fattore profondità [Dc]	1,0
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0

**Carico limite** **3,39 Kg/cm<sup>2</sup>**

**Sisma****Autore: MEYERHOF (1963) (Condizione non drenata)**

Fattore [Nq]	1,0
Fattore [Nc]	5,14
Fattore [Ng]	0,0
Fattore forma [Sc]	1,2
Fattore profondità [Dc]	1,1
Fattore forma [Sq]	1,0
Fattore profondità [Dq]	1,0
Fattore forma [Sg]	1,0
Fattore profondità [Dg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0

**Carico limite** **3,69 Kg/cm<sup>2</sup>**

**Autore: VESIC (1975) (Condizione non drenata)**

Fattore [Nq]	1,0
Fattore [Nc]	5,14
Fattore [Ng]	0,0
Fattore forma [Sc]	0,2
Fattore profondità [Dc]	0,2
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0

**Carico limite** **3,88 Kg/cm<sup>2</sup>**

**Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione non drenata)**

Fattore [Nq]	1,0
Fattore [Nc]	5,14
Fattore [Ng]	0,0
Fattore forma [Sc]	1,2
Fattore profondità [Dc]	1,0
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0

**Carico limite** **3,39 Kg/cm<sup>2</sup>**

---

**CARATTERIZZAZIONE DEL TERRENO DI FONDAZIONE IN RIFERIMENTO ALLA ATTUALE CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO COMUNALE.**

*Nella Gazzetta Ufficiale n. 29 del 4 febbraio 2008 è stato pubblicato il decreto 14 gennaio 2008 "Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni" del Ministro delle infrastrutture, di concerto con il Ministro dell'interno e con il Capo Dipartimento della protezione civile. Le nuove norme tecniche per le costruzioni sostituiscono quelle approvate con il decreto ministeriale 14 settembre 2005 e sono entrate in vigore a partire dal 1 Luglio 2009.*

**VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITA' SISMICA.**

Lo studio della pericolosità di base e della pericolosità locale ha come obiettivo:

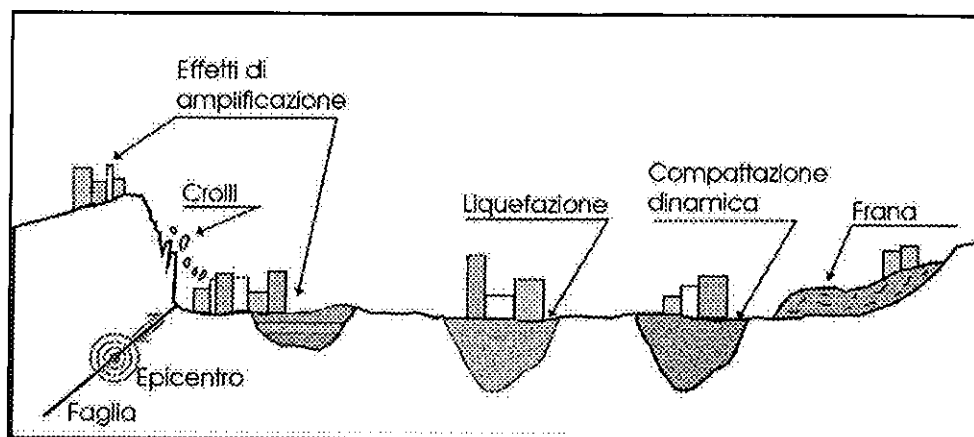
- l'individuazione delle aree dove in occasione dei terremoti attesi possono verificarsi effetti locali;
- la stima quantitativa della risposta sismica locale dei depositi e delle morfologie presenti nell'area di indagine ("Analisi della Risposta Sismica Locale", RSL);
- la suddivisione del territorio in sottozone a diversa pericolosità sismica locale ("Microzonazione Sismica", MZS).
- I risultati dell'analisi della pericolosità sismica locale e della microzonazione sismica, contenuti nel quadro conoscitivo, devono essere applicati nella redazione degli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica.

**MICROZONAZIONE SISMICA**

La diversa entità dei danni prodotti da un terremoto nello stesso ambito territoriale dimostra che le azioni sismiche possono assumere, anche a distanze di poche decine di metri, caratteristiche differenti in funzione delle diverse condizioni geologiche che caratterizzano un dato ambito territoriale (morfologia superficiale, morfologia del substrato roccioso sepolto, presenza e profondità della falda freatica, costituzione e proprietà del sottosuolo, presenza di faglie, ecc).

La microzonazione sismica si propone quindi di studiare e valutare quantitativamente l'influenza che le condizioni geologiche locali hanno sui movimenti del suolo durante un evento sismico.

L'elemento base della microzonazione sismica è la valutazione della "risposta sismica locale" (RSL). Con tale termine s'intende l'insieme delle modifiche in intensità, ampiezza e frequenza, che un moto sismico relativo ad una formazione rocciosa di base (bedrock), posta ad una certa profondità nel sottosuolo, subisce attraverso gli strati di terreno sovrastanti fino alla superficie.



Schema che illustra il significato della risposta sismica locale.

**La delibera dell'assemblea legislativa della regione Emilia Romagna n. 112 del 2/5/2007**

identifica **tre fasi di analisi** con diversi livelli di approfondimento.

➤ La **prima fase** è diretta a definire gli scenari di pericolosità sismica locale, cioè ad identificare le parti di territorio suscettibili di effetti locali (amplificazione del segnale sismico, cedimenti, instabilità dei versanti, fenomeni di liquefazione, rotture del terreno, ecc.).

L'individuazione delle aree soggette ad effetti locali si basa su rilievi, osservazioni e valutazioni di tipo geologico e geomorfologico, svolte a scala territoriale, associati a raccolte di informazioni sugli effetti indotti dai terremoti passati. Tale analisi viene svolta - soprattutto mediante elaborazione dei dati disponibili - in sede di elaborazione del PTCP e del PSC e concorre alla definizione delle scelte di piano, fornendo prime indicazioni sui limiti e le condizioni per la pianificazione nelle suddette aree.

L'area, in analogia con quanto elaborato dal P.T.C.P. Modenese, si può catalogare come *"potenzialmente soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche e a potenziali cedimenti"* con necessità di valutare il coefficiente di amplificazione litologico e dei cedimenti attesi. E' stato valutato di conseguenza, vedi oltre, il coefficiente di amplificazione litologico mentre per quanto riguarda i cedimenti attesi questi verranno valutati in fase di progetto esecutivo.

➤ La **seconda fase** ha come obiettivo la microzonazione sismica del territorio indagato. Sulla base degli scenari individuati dalle analisi svolte nel corso della prima fase, nella seconda fase si attuano due diversi livelli di approfondimento:

- Nelle aree pianeggianti e sub-pianeggianti, incluse le zone di fondovalle appenniniche, con stratificazione orizzontale e sub-orizzontale, e sui versanti stabili con acclività  $\leq 15^\circ$  in cui il deposito ha spessore costante si ritiene sufficiente un'analisi semplificata (secondo livello di approfondimento), cioè l'analisi della pericolosità locale può essere basata, oltre che sull'acquisizione di dati geologici e geomorfologici più dettagliati di quelli rilevati nel primo livello, su prove geofisiche in sito e su prove geotecniche di tipo standard. Il numero delle verticali indagate deve essere tale da consentire un'adeguata caratterizzazione geotecnica spaziale dei terreni e delle formazioni presenti nell'area di studio.

#### **Terzo livello di approfondimento - analisi approfondita**

Un'analisi più approfondita è richiesta, come indicato in precedenza, per le aree nelle quali si intenda localizzare ambiti di riqualificazione e nuovo insediamento, nelle seguenti situazioni:

- a) aree soggette a liquefazione e densificazione;
- b) aree instabili e potenzialmente instabili;
- c) aree in cui le coperture hanno spessore fortemente variabile, come ad esempio nelle aree pedemontane e di fondovalle a ridosso dei versanti;
- d) aree in cui è prevista la realizzazione di opere di rilevante interesse pubblico.

Questo livello di analisi, **non necessario sull'ambito in esame**, è quindi finalizzato a valutare l'effettivo grado di pericolosità sismica locale delle aree instabili e potenzialmente instabili, di quelle soggette a liquefazione e densificazione sempre ai fini della redazione della carta di microzonazione.

***Sull'ambito esaminato si può quindi eseguire un'analisi di secondo livello che porta ai seguenti risultati:***

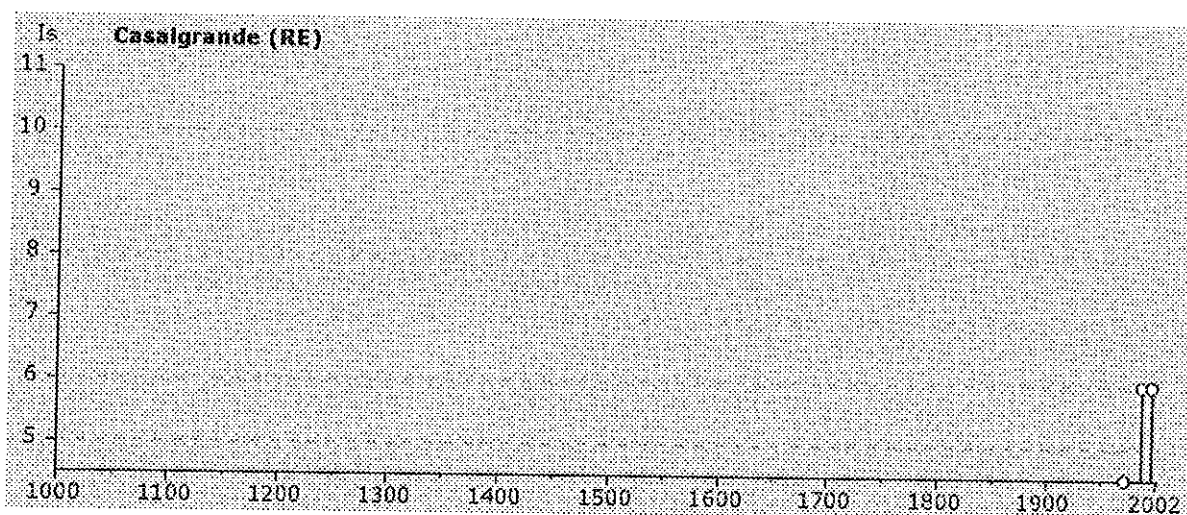
- *Tutta l'area del comparto rientra in una classe con acclività ben più bassa di  $15^\circ$  e pertanto non sono da attendersi fenomeni di amplificazione locale per cause topografiche.*
- *Non sono altresì presenti, ovviamente, creste o cocuzzoli né dorsali allungate e non si individuano zone di fondovalle strette ed allungate in un ampio intorno dell'area di futura edificazione.*
- *La stratificazione è orizzontale o sub orizzontale essendo individuabile una copertura limo argillosa e sabbiosa di spessore sufficientemente costante che precede lenti di alluvioni grossolane (ghiaie di conoide) e/o quindi argille Plio – Pleistoceniche di spessore non determinato (sub strato marino).*



- Non sono prevedibili livelli caratterizzati da fenomeni di densificazione e liquefazione, mancando livelli sabbiosi saturi o sotto falda su profondità significative.

- Il grado di stabilità è molto soddisfacente.

**DATI SISMICI DELL'AREA ESAMINATA.** Da Stucchi et. alii. (2007)



**Storia sismica di Casalgrande (RE) [44.576, 10.730]**

Effetti	In occasione del terremoto:								
Is	Anno	Me	Gi	Or	Mi	Se	Area epicentrale	Io	Mw
6	1987	05	02	20	43	53	REGGIANO	6	5.05
6	1996	10	15	09	55	60	CORREGGIO	7	5.44
4-5	1971	07	15	01	33	23	Parmense	7-8	5.61
4	1983	11	09	16	29	52	Parmense	6-7	5.10
NF	1904	11	17	05	02		PISTOIESE	7	5.18
NF	1986	12	06	17	07	19	BONDENO	6	4.56
NF	1995	10	10	06	54	22	LUNIGIANA	7	5.04

**Metodologia adottata per la valutazione della RSL**

La valutazione della risposta sismica locale può avvenire attraverso diverse metodologie. Alcune di queste sono basate su modellazioni numeriche (Idriss & Sun, 1992; Lanzo & Silvestri, 1999), altre su stime empiriche (Medvedev, 1960 Barosh, 1969), altre ancora su metodi di classificazione del terreno (Eurocodice 8, Normativa Giapponese)

In questo lavoro l'approccio metodologico seguito per valutare la risposta sismica locale nella zona di intervento è quello di fare riferimento ad una *prova Re.Mi effettuata specificatamente per il comparto esaminato*.

Scelto un sistema di classificazione si procede ad identificare, per la situazione stratigrafica rilevata nell'area in esame, la categoria litostratigrafia di appartenenza. Nel metodo suggerito dalle Ordinanze P.C.M n. 3274 e n. 3431 il parametro adottato per l'individuazione delle "categorie di suolo di fondazione" è il cosiddetto " $V_{s30}$ ", parametro che quantifica la velocità delle onde di taglio (onde S) nei primi 30 metri di sottosuolo.

Ad ogni categoria di "suolo di fondazione" è associato un fattore "S" e dei valori "T" del periodo di oscillazione; questi due fattori modificano la forma dello "spettro di risposta elastico" per un ipotetico terremoto atteso al bedrock di una data zona sismica

L'indagine sismica **ReMi** non è invasiva e non richiede forme di energizzazione in quanto sfrutta le onde a bassa frequenza, o onde Rayleigh, che si trasmettono dalla superficie libera.

Si tratta di onde che sono il risultato dell'interferenza fra le onde di pressione "P" e quelle di taglio "S". In un terreno stratificato queste onde subiscono una sorta di dispersione con velocità di propagazione che dipende dalla frequenza. Le componenti a frequenza minore penetrano più in profondità per cui hanno una maggior velocità di fase.

Il calcolo del profilo delle velocità  $\frac{V_{fase}}{frequenza}$  può essere convertito nel profilo  $\frac{V_s}{profondità}$  e si può così calcolare il valore della  $V_{s30}$  con la classica formula:

$$"V_{s30}" = \frac{30}{\sum_1^n \frac{h_i}{V_i}}$$

#### **Categorie di sottosuolo**

**A Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di  $V_{s,30}$  superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore max pari a 3 m.**

**B Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti** con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s,30}$  compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero  $NSPT_{,30} > 50$  nei terreni a grana grossa e  $Cu_{,30} > 250$  kPa nei terreni a grana fina).

**C Depositì di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti** con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s,30}$  compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero  $15 < NSPT_{,30} < 50$  nei terreni a grana grossa e  $70 < Cu_{,30} < 250$  kPa nei terreni a grana fina).

**D Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti**, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s,30}$  inferiori a 180 m/s (ovvero  $NSPT_{30} < 15$  nei terreni a grana grossa e  $c_{u,30} < 70$  kPa nei terreni a grana fina).

**E Terreni dei sottosuoli di tipo C o D** per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con  $V_s > 800$  m/s).

Per sottosuoli appartenenti alle ulteriori categorie **S1** ed **S2** di seguito indicate è invece necessario predisporre specifiche analisi per la definizione delle azioni sismiche, particolarmente nei casi in cui la presenza di terreni suscettibili di liquefazione e/o di argille d'elevata sensibilità possa comportare

**S1 Depositi di terreni caratterizzati da valori di  $V_{s,30}$  inferiori a 100 m/s** (ovvero  $10 < c_{u,30} < 20$  kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.

**S2 Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive** o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

### **Definizione della categoria di suolo**

Sulla base dei dati desumibili dalla indagine sismica Re.Mi. che fornisce un valore di  $V_{s30}$  pari a **380 m/sec (vedi allegato 1)** al sottosuolo si può assegnare la **categoria B** così definita: " **Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti** con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s,30}$  compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero  $NSPT_{30} > 50$  nei terreni a grana grossa e  $c_{u,30} > 250$  kPa nei terreni a grana fina".

Vengono inoltre valutati empiricamente i fattori di amplificazione spettrale di picco in superficie e precisamente:

**Fattore di incremento della intensità sismica locale medio  $\Delta I$  (Medvedev) = 1,081**

**Fattore di amplificazione di accelerazione di picco medio  $\Delta a$  (Midoriwaka) = 1,44**

**Il coefficiente di fondazione  $\varepsilon$  risulterebbe pari a 1,05**

### **Definizione della sismicità di riferimento**

Il Comune di **Casalgrande** ricade in **zona sismica 2** a cui corrisponde un'accelerazione di picco orizzontale, con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, maggiore di 0,15g che si traduce in un'accelerazione orizzontale d'ancoraggio dello spettro di risposta elastico **sul suolo di categoria A** pari a 0,25  $a_g/g$ .

Qui di seguito si riportano i valori di progetto dei parametri  $a_g$  (Accelerazione orizzontale massima),  $F_o$  (fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima sul sito di riferimento),  $T_c$  (Periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro) desunti dal programma di calcolo del ministero dei Lavori Pubblici

**Valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_o$ ,  $T_c$  per i periodi di ritorno  $T_R$  di riferimento**

$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$ [ ]	$T_c$ [s]
30	0,051	2,478	0,252
50	0,064	2,491	0,265
75	0,075	2,470	0,270
100	0,087	2,461	0,275
140	0,100	2,442	0,277
200	0,117	2,412	0,279
275	0,163	2,371	0,289
375	0,205	2,383	0,304
475	0,268	2,450	0,319

**Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite: SLV**

**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLV
$a_{gv}$	0,124 g
$S_1$	1,000
$S_2$	1,000
$\eta$	1,500
$T_1$	0,050 s
$T_2$	0,150 s
$T_0$	1,000 s

**Parametri dipendenti**

$F_v$	1,452
$S$	1,000
$\gamma$	0,667

**Espressioni dei parametri dipendenti**

$$S = S_g \cdot S_1 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = 1/q \quad (\text{NTC-07 §. 3.2.3.5})$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_o \cdot \left( \frac{a_g}{g} \right)^{0,3} \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.11})$$

**Punti dello spettro di risposta**

$T$ [s]	$S_g$ [g]
0,000	0,244
$T_R \leftarrow 0,050$	0,194
$T_c \leftarrow 0,150$	0,194
0,235	0,159
0,320	0,134
0,405	0,116
0,490	0,102
0,575	0,092
0,660	0,083
0,745	0,076
0,830	0,070
0,915	0,064
$T_R \leftarrow 1,000$	0,060
1,094	0,056
1,188	0,053
1,281	0,050
1,375	0,047
1,469	0,045
1,563	0,042
1,656	0,041
1,750	0,041
1,844	0,041
1,938	0,041
2,031	0,041
2,125	0,041



# Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLV

## Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
$a_g$	0,204 g
$P_g$	2,383
$T_g$	0,304 s
$S_g$	1,200
$T_c$	1,396
$S_c$	1,000
$q$	3,000

## Parametri dipendenti

$S$	1,200
$\eta$	0,333
$T_B$	0,141 s
$T_c^*$	0,424 s
$T_D$	2,415 s

## Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_g \cdot S_c \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(S+5)} \geq 0,55; \eta = 1/q \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_c / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

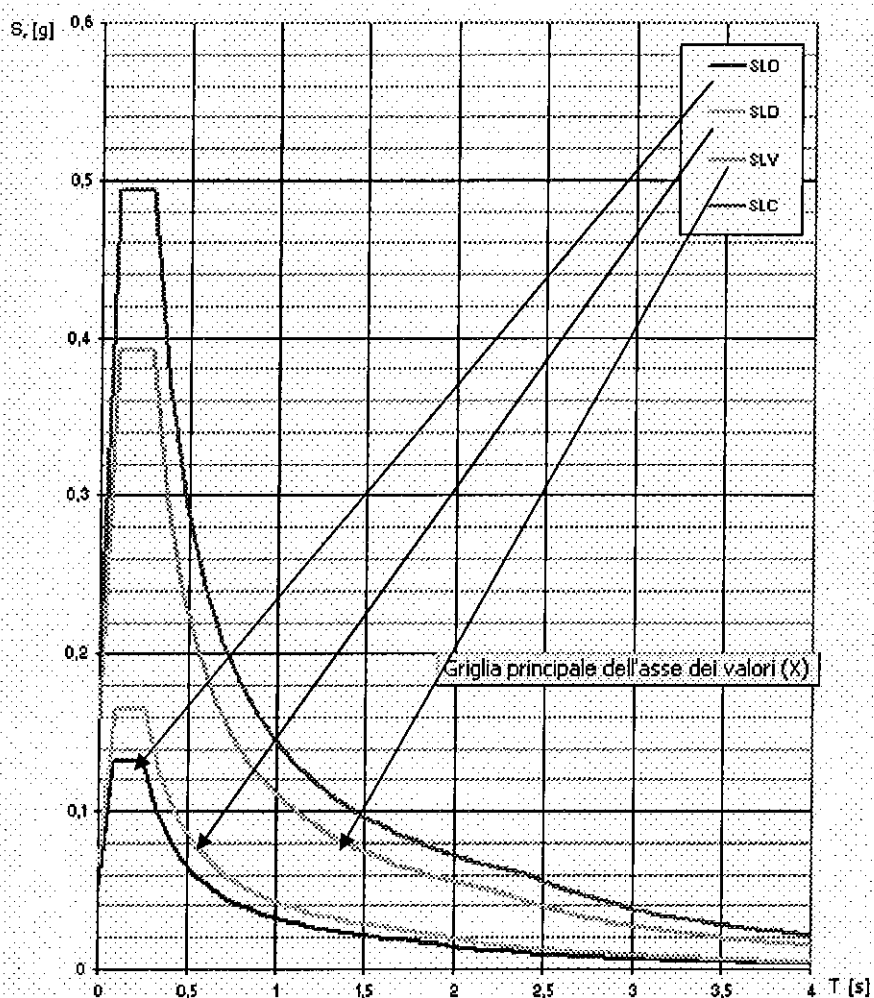
$$T_c^* = C_c \cdot T_c \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

## Punti dello spettro di risposta

$T [s]$	$S_a [g]$
0,000	0,244
$T_B \leftarrow$ 0,141	0,194
$T_c \leftarrow$ 0,424	0,194
0,519	0,159
0,614	0,134
0,708	0,116
0,803	0,102
0,898	0,092
0,993	0,083
1,088	0,076
1,182	0,070
1,277	0,064
1,372	0,060
1,467	0,056
1,562	0,053
1,656	0,050
1,751	0,047
1,846	0,045
1,941	0,042
2,036	0,041
2,130	0,041
2,225	0,041
2,320	0,041
$T_D \leftarrow$ 2,415	0,041
2,490	0,041
2,566	0,041
2,641	0,041
2,717	0,041

### Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite



#### Riferimenti normativi

#### Stati limite e relative probabilità di superamento

Nei confronti delle azioni sismiche gli stati limite, sia di esercizio che ultimi, sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti. Gli stati limite di esercizio sono:

**Stato Limite di Operatività (SLO):** a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;

**Stato Limite di Danno (SLD):** a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e

di rigidezza nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Gli stati limite ultimi sono:

**Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV):** a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidezza nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidezza per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;

**Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC):** a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{VR}$ , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono riportate nella tabella che segue:

**Probabilità di superamento  $P_{VR}$  al variare dello stato limite considerato**

Stati Limite	PVR: Probabilità di superamento nel periodo di riferimento $V_R$	
Stati limite di	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

**Valutazione delle terre di scavo in riferimento al disposto dell'art. 186 del D.lgs 152/2006 e art 186 del D.lgs 4/2008**

Sarà cura della proprietà e del Progettista accertare la natura delle terre e rocce di scavo nonché la destinazione delle stesse ai sensi del D.lgs 152/2006 e del D.lgs 4/2008.

**CONCLUSIONI.**

In base alle valutazioni sulle caratteristiche geologiche, geomorfologiche ed idrologiche del sito in oggetto e per quanto di competenza dello scrivente nonché nel rispetto delle indicazioni sopra riportate, non si riconoscono controindicazioni alla utilizzazione urbanistica dell'area in esame.

**ALLEGATI:** vista aerea del sito sul frontespizio.

Carta geolitologica

Carta della piezometria della falda.

Ubicazione delle prove penetrometriche e dello stendimento sismico Re.Mi.

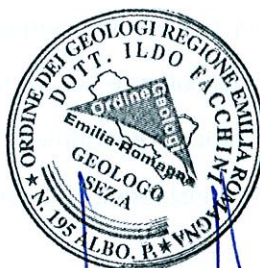
Tabulati di calcolo con: risultati prove penetrometriche e diagrammi interpretativi.

Grafici e dati della indagine sismica

Estratto della carta sismotettonica della Regione Emilia Romagna

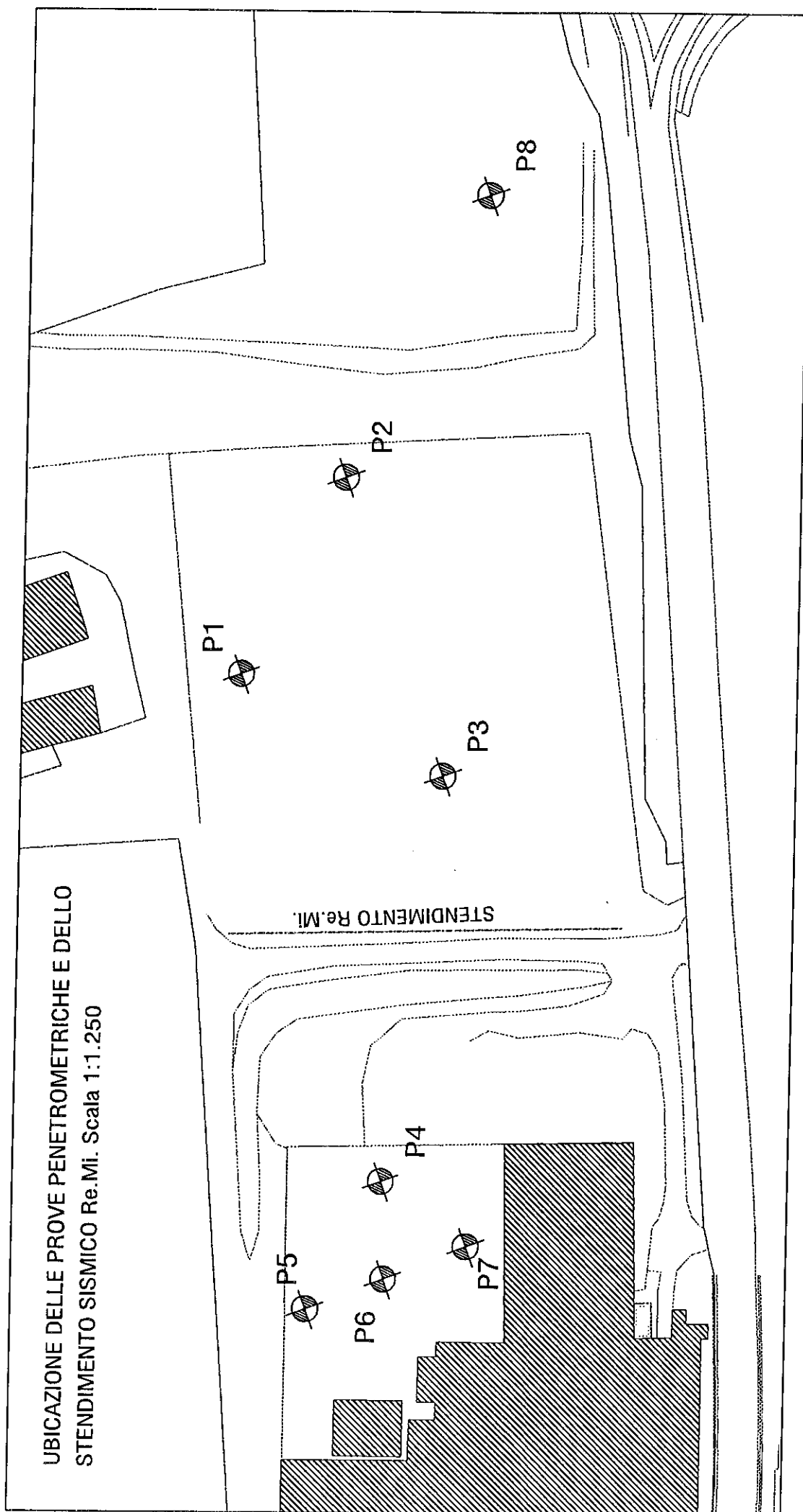
Documentazione fotografica.

**Fiorano Settembre 2009**



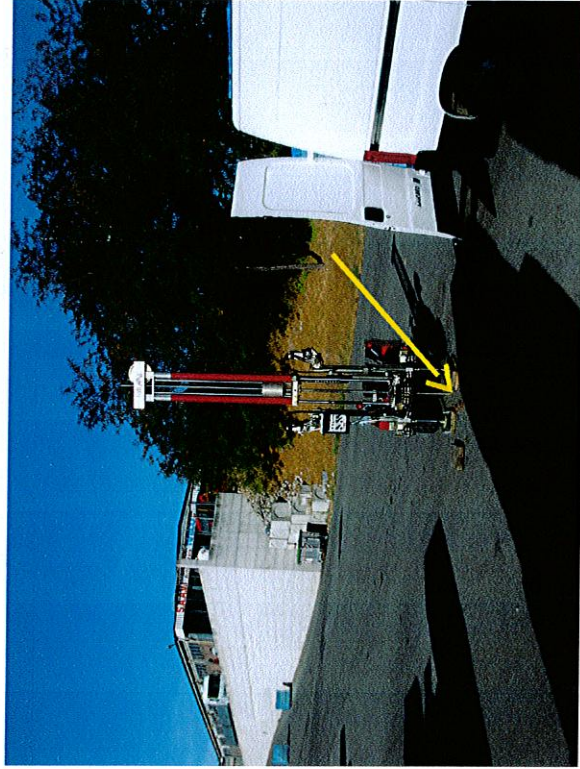


UBICAZIONE DELLE PROVE PENETROMETRICHE E DELLO  
STENDIMENTO SISMICO Re.Mi. Scala 1:1.250

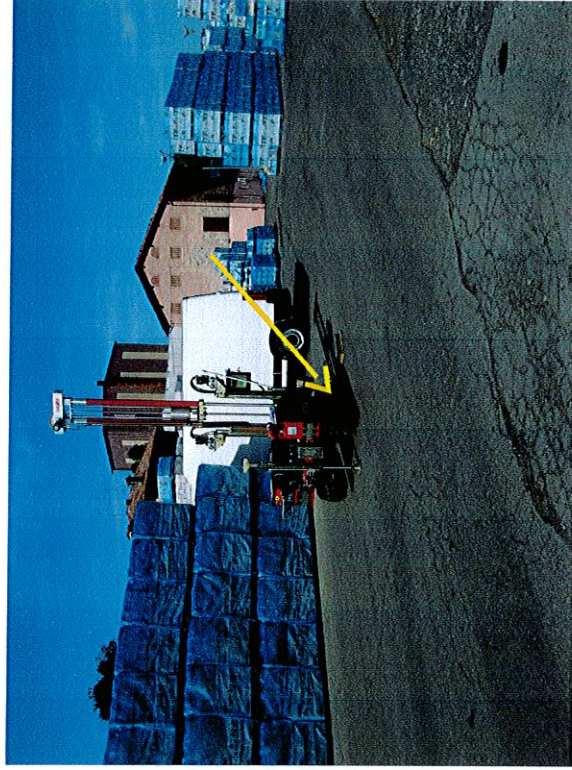




DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA - INDIVIDUAZIONE DELLE PROVE PENETROMETRICHE



PROVA N. 1



PROVA N. 2



PROVA N. 3

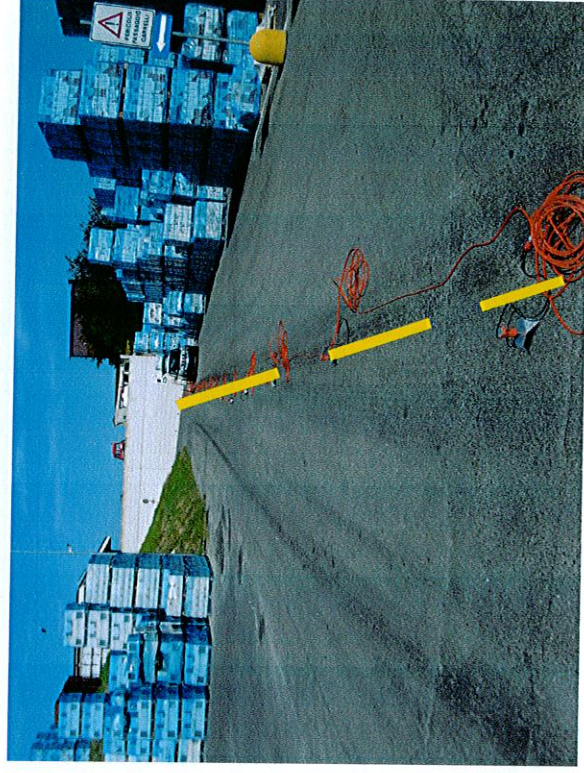




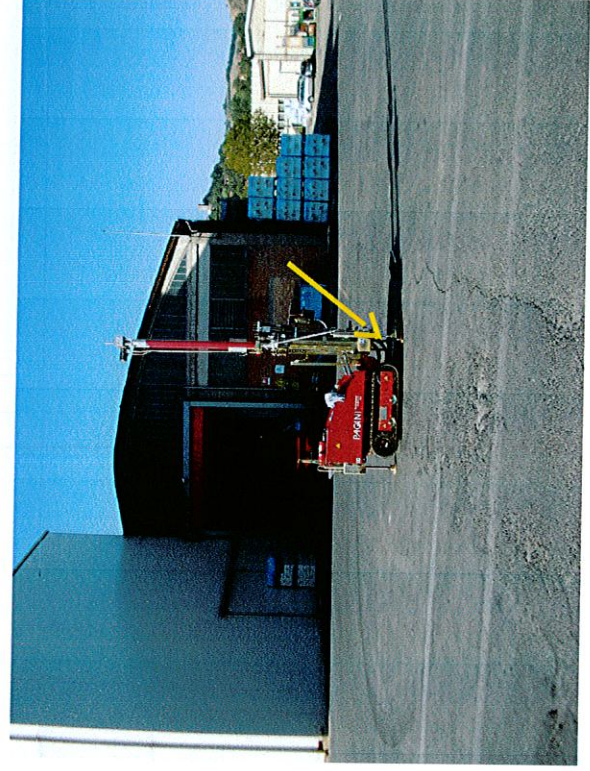
DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA - INDIVIDUAZIONE DELLE PROVE PENETROMETRICHE



PROVA N. 4



INDIVIDUAZIONE DELLO STENDIMENTO SISMICO Re.Mi:



PROVA N. 5

















DATA: 5/9/2009

RISULTATI DELLA PROVA PENETROMETRICA N. 2

Acqua assente

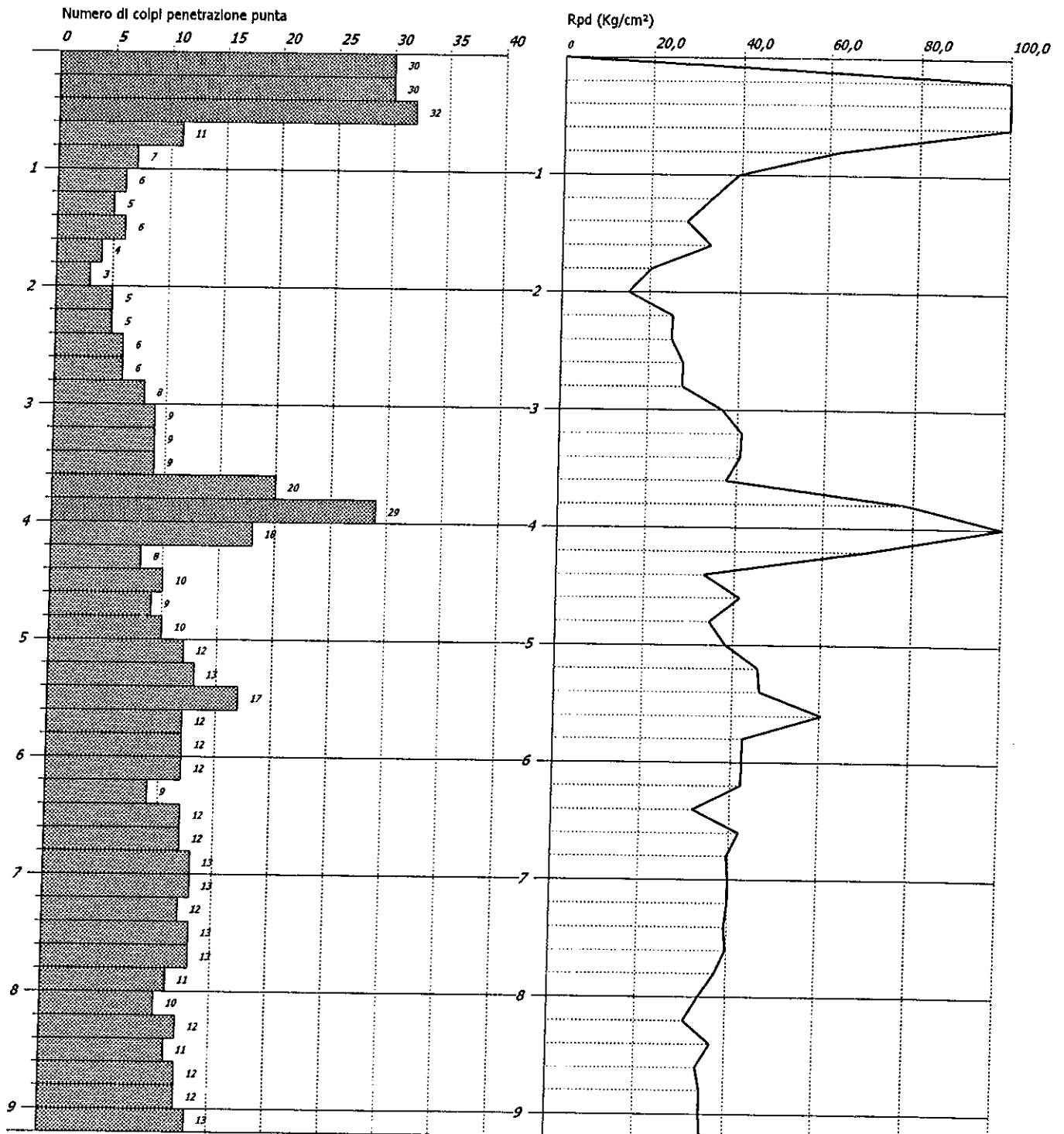
Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0,20	30					
0,40	30					
0,60	32					
0,80	11	0,843	62,14	73,69	3,11	3,68
1,00	7	0,840	39,38	46,89	1,97	2,34
1,20	6	0,836	33,61	40,19	1,68	2,01
1,40	5	0,833	27,90	33,49	1,39	1,67
1,60	6	0,830	33,34	40,19	1,67	2,01
1,80	4	0,826	20,25	24,51	1,01	1,23
2,00	3	0,823	15,13	18,38	0,76	0,92
2,20	5	0,820	25,13	30,64	1,26	1,53
2,40	5	0,817	25,04	30,64	1,25	1,53
2,60	6	0,814	29,94	36,76	1,50	1,84
2,80	6	0,811	27,49	33,88	1,37	1,69
3,00	8	0,809	36,53	45,17	1,83	2,26
3,20	9	0,806	40,96	50,81	2,05	2,54
3,40	9	0,803	40,82	50,81	2,04	2,54
3,60	9	0,801	40,69	50,81	2,03	2,54
3,80	20	0,748	78,35	104,69	3,92	5,23
4,00	29	0,696	105,66	151,80	5,28	7,59
4,20	18	0,744	70,07	94,22	3,50	4,71
4,40	8	0,791	33,14	41,88	1,66	2,09
4,60	10	0,789	41,31	52,35	2,07	2,62
4,80	9	0,787	34,56	43,91	1,73	2,20
5,00	10	0,785	38,30	48,79	1,92	2,44
5,20	12	0,783	45,84	58,55	2,29	2,93
5,40	13	0,731	46,37	63,43	2,32	3,17
5,60	17	0,729	60,48	82,94	3,02	4,15
5,80	12	0,777	42,61	54,82	2,13	2,74
6,00	12	0,775	42,52	54,82	2,13	2,74
6,20	12	0,774	42,42	54,82	2,12	2,74
6,40	9	0,772	31,74	41,12	1,59	2,06
6,60	12	0,770	42,23	54,82	2,11	2,74
6,80	12	0,769	39,63	51,55	1,98	2,58
7,00	13	0,717	40,05	55,84	2,00	2,79
7,20	13	0,716	39,96	55,84	2,00	2,79
7,40	12	0,764	39,39	51,55	1,97	2,58
7,60	13	0,713	39,80	55,84	1,99	2,79
7,80	13	0,711	37,48	52,69	1,87	2,63
8,00	11	0,760	33,88	44,58	1,69	2,23
8,20	10	0,759	30,75	40,53	1,54	2,03
8,40	12	0,757	36,83	48,64	1,84	2,43
8,60	11	0,756	33,70	44,58	1,69	2,23
8,80	12	0,755	34,75	46,04	1,74	2,30
9,00	12	0,753	34,69	46,04	1,73	2,30
9,20	13	0,702	35,03	49,88	1,75	2,49

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.2**  
Strumento utilizzato... DPH TG63 100 PAGANI

Committente: Cipa Gres S.p.A. - Bellavista S.p.A.  
Cantiere: PIANO PARTICOLAREGGIATO DI INIZIATIVA PRIVATA "CIPA GRES"  
Località: S. ANTONINO DI CASALGRANDE VIA STATALE

Data: 05/09/2009

Scala 1:50



DATA: 5/9/2009

RISULTATI DELLA PROVA PENETROMETRICA N. 3

Acqua assente

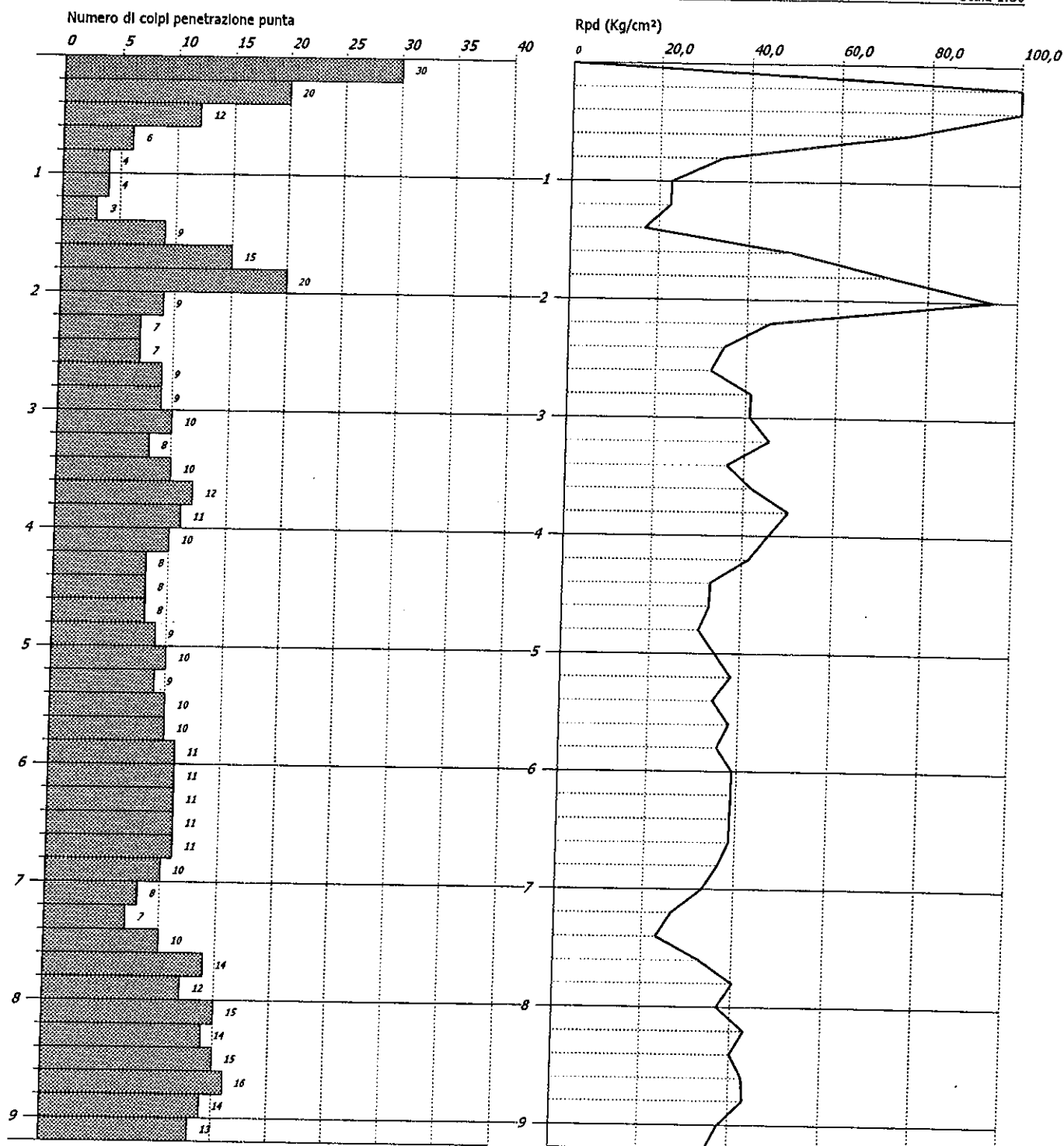
Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0,20	30					
0,40	20					
0,60	12					
0,80	6	0,843	33,90	40,19	1,69	2,01
1,00	4	0,840	22,50	26,80	1,13	1,34
1,20	4	0,836	22,41	26,80	1,12	1,34
1,40	3	0,833	16,74	20,10	0,84	1,00
1,60	9	0,830	50,01	60,29	2,50	3,01
1,80	15	0,776	71,35	91,91	3,57	4,60
2,00	20	0,773	94,75	122,55	4,74	6,13
2,20	9	0,820	45,23	55,15	2,26	2,76
2,40	7	0,817	35,05	42,89	1,75	2,14
2,60	7	0,814	34,92	42,89	1,75	2,14
2,80	9	0,811	41,23	50,81	2,06	2,54
3,00	9	0,809	41,09	50,81	2,05	2,54
3,20	10	0,806	45,51	56,46	2,28	2,82
3,40	8	0,803	36,29	45,17	1,81	2,26
3,60	10	0,801	45,22	56,46	2,26	2,82
3,80	12	0,798	50,15	62,81	2,51	3,14
4,00	11	0,796	45,83	57,58	2,29	2,88
4,20	10	0,794	41,55	52,35	2,08	2,62
4,40	8	0,791	33,14	41,88	1,66	2,09
4,60	8	0,789	33,05	41,88	1,65	2,09
4,80	8	0,787	30,72	39,03	1,54	1,95
5,00	9	0,785	34,47	43,91	1,72	2,20
5,20	10	0,783	38,20	48,79	1,91	2,44
5,40	9	0,781	34,30	43,91	1,71	2,20
5,60	10	0,779	38,01	48,79	1,90	2,44
5,80	10	0,777	35,51	45,69	1,78	2,28
6,00	11	0,775	38,97	50,26	1,95	2,51
6,20	11	0,774	38,88	50,26	1,94	2,51
6,40	11	0,772	38,80	50,26	1,94	2,51
6,60	11	0,770	38,71	50,26	1,94	2,51
6,80	11	0,769	36,32	47,25	1,82	2,36
7,00	10	0,767	32,95	42,96	1,65	2,15
7,20	8	0,766	26,31	34,36	1,32	1,72
7,40	7	0,764	22,98	30,07	1,15	1,50
7,60	10	0,763	32,76	42,96	1,64	2,15
7,80	14	0,711	40,36	56,74	2,02	2,84
8,00	12	0,760	36,96	48,64	1,85	2,43
8,20	15	0,709	43,08	60,80	2,15	3,04
8,40	14	0,707	40,13	56,74	2,01	2,84
8,60	15	0,706	42,92	60,80	2,15	3,04
8,80	16	0,705	43,26	61,39	2,16	3,07
9,00	14	0,703	37,79	53,71	1,89	2,69
9,20	13	0,702	35,03	49,88	1,75	2,49

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.3**  
Strumento utilizzato... DPH TG63 100 PAGANI

Committente: Cipa Gres S.p.A. - Bellavista S.p.A.  
Cantiere: PIANO PARTICOLAREGGIATO DI INIZIATIVA PRIVATA "CIPA GRES"  
Località: S. ANTONINO DI CASALGRANDE VIA STATALE

Data: 05/09/2009

Scala 1:50



DATA: 5/9/2009

RISULTATI DELLA PROVA PENETROMETRICA N. 4

Acqua assente

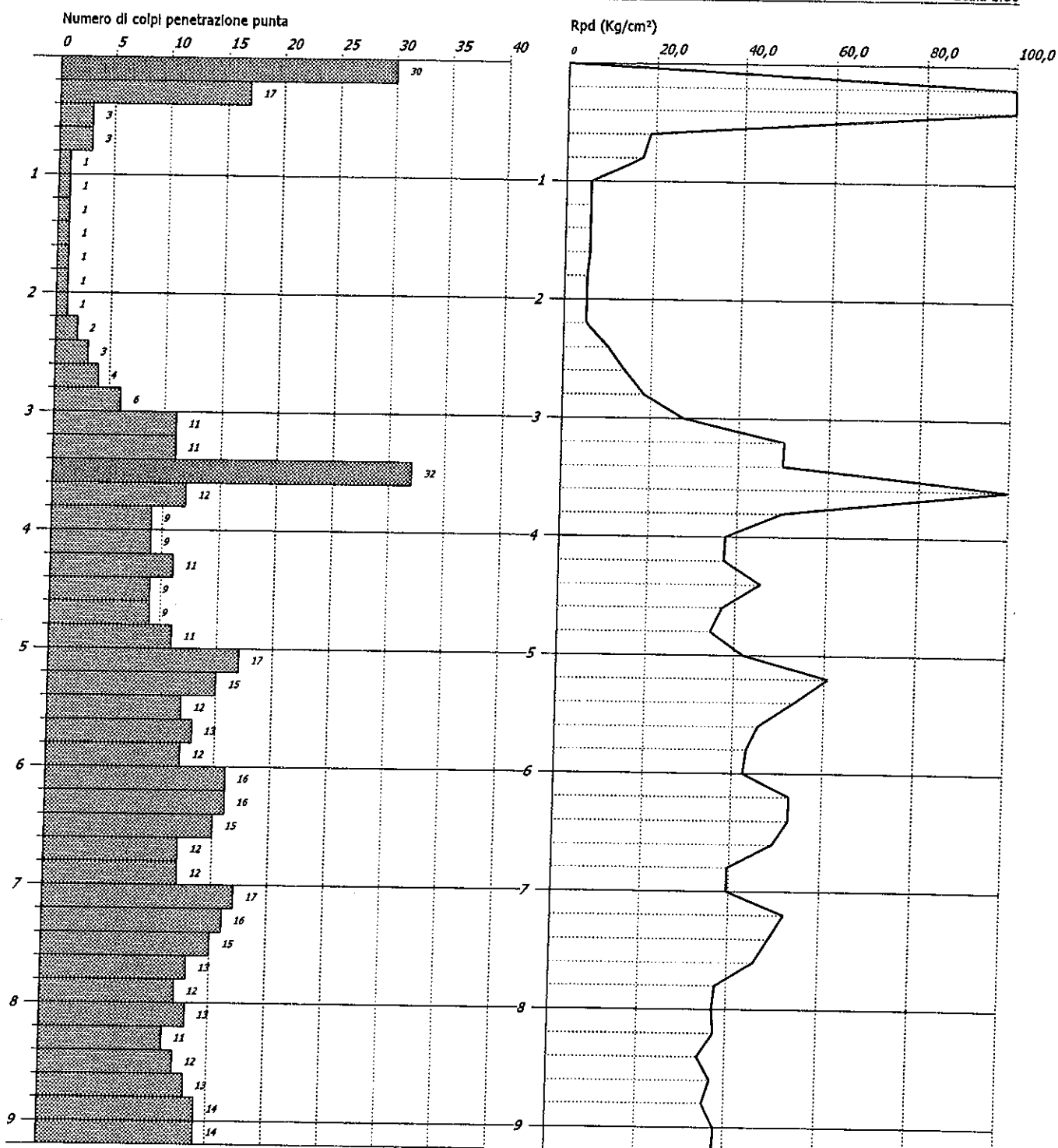
Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Hermier - Olandesi (Kg/cm²)
0,20	30					
0,40	17					
0,60	3	0,847	18,77	22,16	0,94	1,11
0,80	3	0,843	16,95	20,10	0,85	1,00
1,00	1	0,840	5,63	6,70	0,28	0,33
1,20	1	0,836	5,60	6,70	0,28	0,33
1,40	1	0,833	5,58	6,70	0,28	0,33
1,60	1	0,830	5,56	6,70	0,28	0,33
1,80	1	0,826	5,06	6,13	0,25	0,31
2,00	1	0,823	5,04	6,13	0,25	0,31
2,20	1	0,820	5,03	6,13	0,25	0,31
2,40	2	0,817	10,01	12,25	0,50	0,61
2,60	3	0,814	14,97	18,38	0,75	0,92
2,80	4	0,811	18,32	22,58	0,92	1,13
3,00	6	0,809	27,39	33,88	1,37	1,69
3,20	11	0,806	50,06	62,10	2,50	3,11
3,40	11	0,803	49,90	62,10	2,49	3,11
3,60	32	0,651	117,59	180,67	5,88	9,03
3,80	12	0,798	50,15	62,81	2,51	3,14
4,00	9	0,796	37,50	47,11	1,88	2,36
4,20	9	0,794	37,39	47,11	1,87	2,36
4,40	11	0,791	45,57	57,58	2,28	2,88
4,60	9	0,789	37,18	47,11	1,86	2,36
4,80	9	0,787	34,56	43,91	1,73	2,20
5,00	11	0,785	42,13	53,67	2,11	2,68
5,20	17	0,733	60,80	82,94	3,04	4,15
5,40	15	0,731	53,50	73,19	2,68	3,66
5,60	12	0,779	45,62	58,55	2,28	2,93
5,80	13	0,727	43,20	59,39	2,16	2,97
6,00	12	0,775	42,52	54,82	2,13	2,74
6,20	16	0,724	52,90	73,10	2,65	3,65
6,40	16	0,722	52,78	73,10	2,64	3,65
6,60	15	0,720	49,37	68,53	2,47	3,43
6,80	12	0,769	39,63	51,55	1,98	2,58
7,00	12	0,767	39,54	51,55	1,98	2,58
7,20	17	0,716	52,26	73,02	2,61	3,65
7,40	16	0,714	49,08	68,73	2,45	3,44
7,60	15	0,713	45,92	64,43	2,30	3,22
7,80	13	0,711	37,48	52,69	1,87	2,63
8,00	12	0,760	36,96	48,64	1,85	2,43
8,20	13	0,709	37,34	52,69	1,87	2,63
8,40	11	0,757	33,76	44,58	1,69	2,23
8,60	12	0,756	36,77	48,64	1,84	2,43
8,80	13	0,705	35,15	49,88	1,76	2,49
9,00	14	0,703	37,79	53,71	1,89	2,69
9,20	14	0,702	37,72	53,71	1,89	2,69

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.4**  
Strumento utilizzato... DPH TG63 100 PAGANI

Committente: Cipa Gres S.p.A. - Bellavista S.p.A.  
Cantiere: PIANO PARTICOLAREGGIATO DI INIZIATIVA PRIVATA "CIPA GRES"  
Località: S. ANTONINO DI CASALGRANDE VIA STATALE

Data: 05/09/2009

Scala 1:50



DATA: 7/9/2009

RISULTATI DELLA PROVA PENETROMETRICA N. 5

Acqua assente Presenza di argille rosse di riporto

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0,20	35					
0,40	30					
0,60	22					
0,80	20					
1,00	10	0,840	56,25	66,99	2,81	3,35
1,20	2	0,836	11,20	13,40	0,56	0,67
1,40	4	0,833	22,32	26,80	1,12	1,34
1,60	3	0,830	16,67	20,10	0,83	1,00
1,80	3	0,826	15,19	18,38	0,76	0,92
2,00	3	0,823	15,13	18,38	0,76	0,92
2,20	3	0,820	15,08	18,38	0,75	0,92
2,40	4	0,817	20,03	24,51	1,00	1,23
2,60	7	0,814	34,92	42,89	1,75	2,14
2,80	5	0,811	22,91	28,23	1,15	1,41
3,00	7	0,809	31,96	39,52	1,60	1,98
3,20	7	0,806	31,85	39,52	1,59	1,98
3,40	7	0,803	31,75	39,52	1,59	1,98
3,60	7	0,801	31,65	39,52	1,58	1,98
3,80	7	0,798	29,26	36,64	1,46	1,83
4,00	9	0,796	37,50	47,11	1,88	2,36
4,20	13	0,744	50,61	68,05	2,53	3,40
4,40	13	0,741	50,45	68,05	2,52	3,40
4,60	13	0,739	50,30	68,05	2,52	3,40
4,80	13	0,737	46,75	63,43	2,34	3,17
5,00	17	0,735	60,97	82,94	3,05	4,15
5,20	14	0,733	50,07	68,31	2,50	3,42
5,40	17	0,731	60,63	82,94	3,03	4,15
5,60	22	0,679	72,90	107,34	3,64	5,37
5,80	29	0,677	89,73	132,49	4,49	6,62
6,00	21	0,675	64,81	95,94	3,24	4,80
6,20	14	0,724	46,29	63,96	2,31	3,20
6,40	13	0,722	42,88	59,39	2,14	2,97
6,60	15	0,720	49,37	68,53	2,47	3,43
6,80	14	0,719	43,22	60,14	2,16	3,01
7,00	12	0,767	39,54	51,55	1,98	2,58
7,20	11	0,766	36,18	47,25	1,81	2,36
7,40	10	0,764	32,82	42,96	1,64	2,15
7,60	11	0,763	36,04	47,25	1,80	2,36
7,80	11	0,761	33,94	44,58	1,70	2,23
8,00	10	0,760	30,80	40,53	1,54	2,03
8,20	11	0,759	33,82	44,58	1,69	2,23
8,40	12	0,757	36,83	48,64	1,84	2,43
8,60	13	0,706	37,20	52,69	1,86	2,63
8,80	12	0,755	34,75	46,04	1,74	2,30
9,00	13	0,703	35,09	49,88	1,75	2,49
9,20	14	0,702	37,72	53,71	1,89	2,69

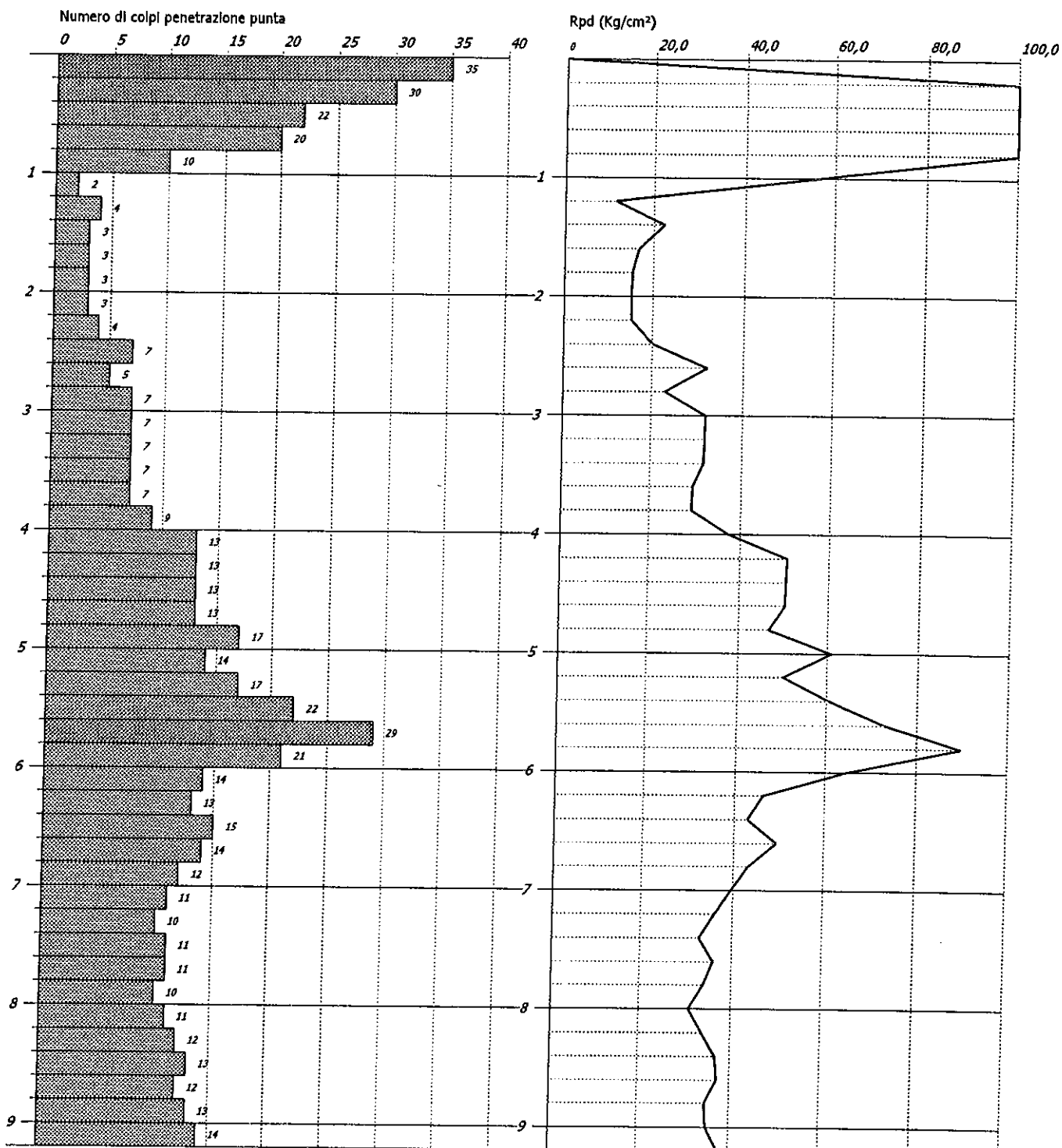


**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.5**  
Strumento utilizzato... DPH TG63 100 PAGANI

Committente: Cipa Gres S.p.A. - Bellavista S.p.A.  
Cantiere: PIANO PARTICOLAREGGIATO DI INIZIATIVA PRIVATA "CIPA GRES.  
Località: S. ANTONINO DI CASALGRANDE VIA STATALE

Data: 07/09/2009

Scala 1:50



DATA: 7/9/2009

RISULTATI DELLA PROVA PENETROMETRICA N. 6

Acqua assente Presenza evidente di argilla rossa di riporto localmente umida

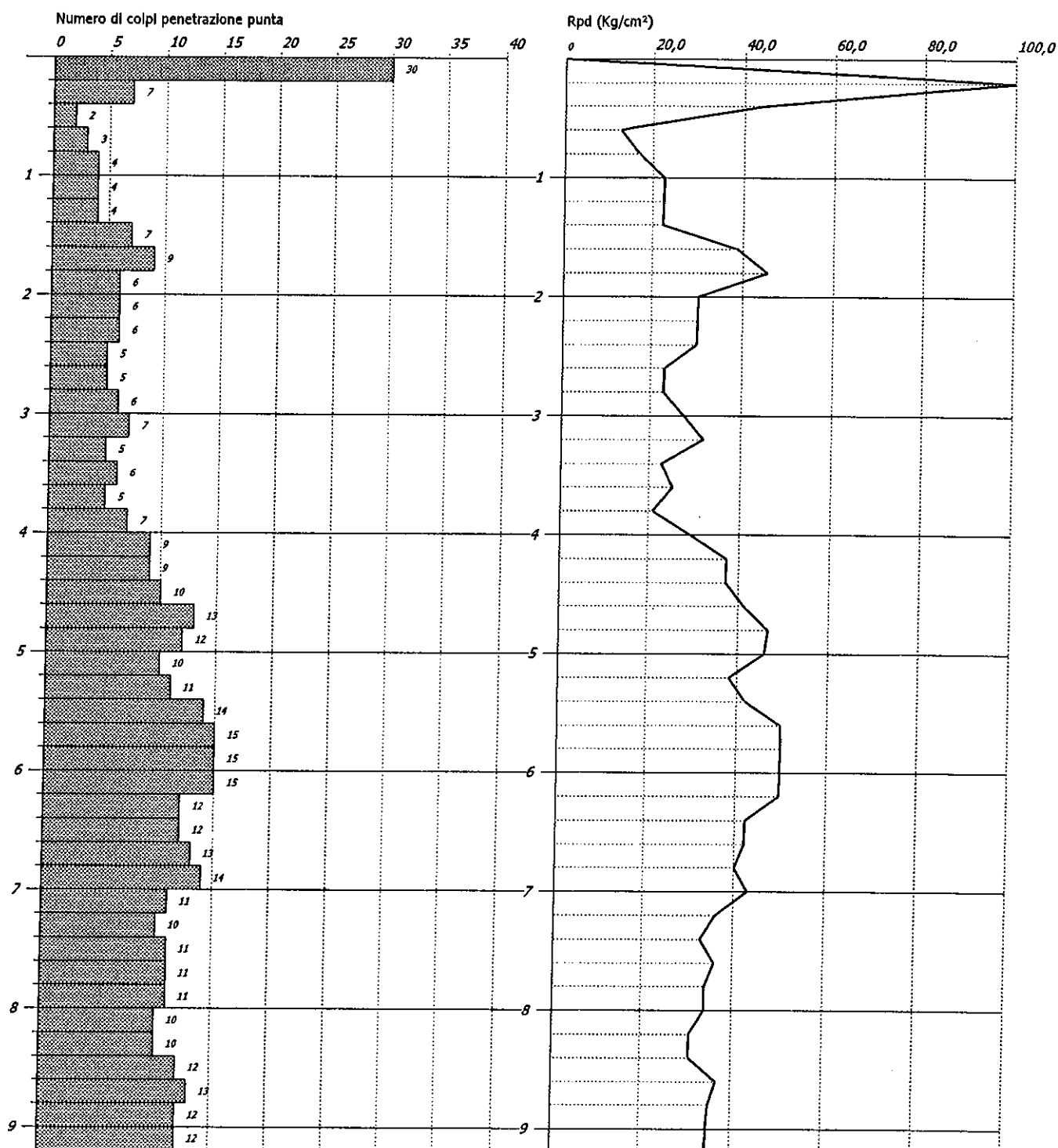
Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0,20	30					
0,40	7	0,851	44,00	51,71	2,20	2,59
0,60	2	0,847	12,51	14,78	0,63	0,74
0,80	3	0,843	16,95	20,10	0,85	1,00
1,00	4	0,840	22,50	26,80	1,13	1,34
1,20	4	0,836	22,41	26,80	1,12	1,34
1,40	4	0,833	22,32	26,80	1,12	1,34
1,60	7	0,830	38,90	46,89	1,94	2,34
1,80	9	0,826	45,57	55,15	2,28	2,76
2,00	6	0,823	30,26	36,76	1,51	1,84
2,20	6	0,820	30,15	36,76	1,51	1,84
2,40	6	0,817	30,04	36,76	1,50	1,84
2,60	5	0,814	24,95	30,64	1,25	1,53
2,80	5	0,811	22,91	28,23	1,15	1,41
3,00	6	0,809	27,39	33,88	1,37	1,69
3,20	7	0,806	31,85	39,52	1,59	1,98
3,40	5	0,803	22,68	28,23	1,13	1,41
3,60	6	0,801	27,13	33,88	1,36	1,69
3,80	5	0,798	20,90	26,17	1,04	1,31
4,00	7	0,796	29,17	36,64	1,46	1,83
4,20	9	0,794	37,39	47,11	1,87	2,36
4,40	9	0,791	37,28	47,11	1,86	2,36
4,60	10	0,789	41,31	52,35	2,07	2,62
4,80	13	0,737	46,75	63,43	2,34	3,17
5,00	12	0,785	45,96	58,55	2,30	2,93
5,20	10	0,783	38,20	48,79	1,91	2,44
5,40	11	0,781	41,92	53,67	2,10	2,68
5,60	14	0,729	49,80	68,31	2,49	3,42
5,80	15	0,727	49,84	68,53	2,49	3,43
6,00	15	0,725	49,72	68,53	2,49	3,43
6,20	15	0,724	49,60	68,53	2,48	3,43
6,40	12	0,772	42,33	54,82	2,12	2,74
6,60	12	0,770	42,23	54,82	2,11	2,74
6,80	13	0,719	40,14	55,84	2,01	2,79
7,00	14	0,717	43,13	60,14	2,16	3,01
7,20	11	0,766	36,18	47,25	1,81	2,36
7,40	10	0,764	32,82	42,96	1,64	2,15
7,60	11	0,763	36,04	47,25	1,80	2,36
7,80	11	0,761	33,94	44,58	1,70	2,23
8,00	11	0,760	33,88	44,58	1,69	2,23
8,20	10	0,759	30,75	40,53	1,54	2,03
8,40	10	0,757	30,69	40,53	1,53	2,03
8,60	12	0,756	36,77	48,64	1,84	2,43
8,80	13	0,705	35,15	49,88	1,76	2,49
9,00	12	0,753	34,69	46,04	1,73	2,30
9,20	12	0,752	34,64	46,04	1,73	2,30

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.6**  
Strumento utilizzato... DPH TG63 100 PAGANI

Committente: Cipa Gres S.p.A. - Bellavista S.p.A.  
Cantiere: PIANO PARTICOLAREGGIATO DI INIZIATIVA PRIVATA "CIPA GRES"  
Località: S. ANTONINO DI CASALGRANDE VIA STATALE

Data: 07/09/2009

Scala 1:50



DATA: 7/9/2009

RISULTATI DELLA PROVA PENETROMETRICA N. 7

Acqua assente

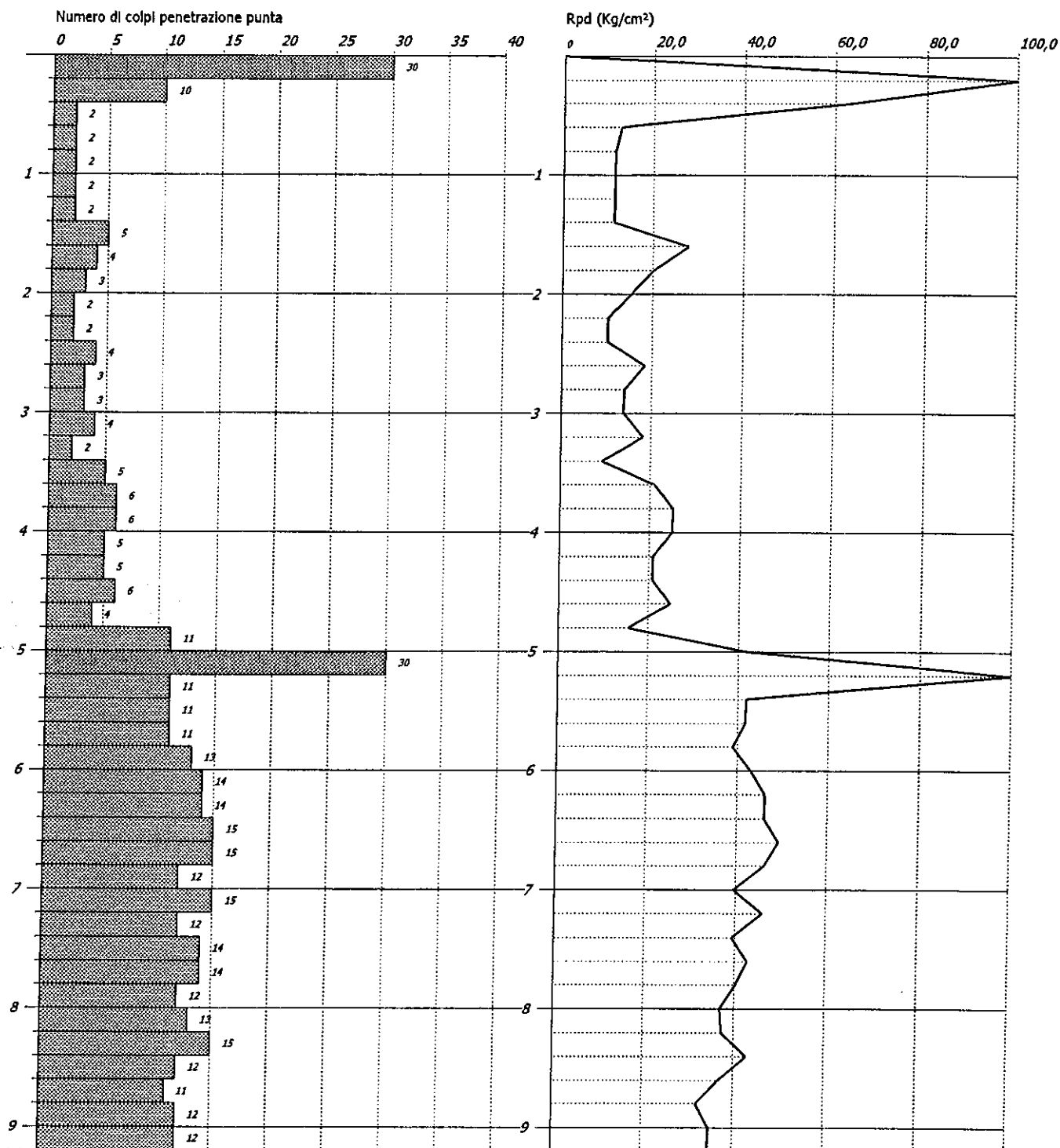
Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,20	30					
0,40	10					
0,60	2	0,847	12,51	14,78	0,63	0,74
0,80	2	0,843	11,30	13,40	0,56	0,67
1,00	2	0,840	11,25	13,40	0,56	0,67
1,20	2	0,836	11,20	13,40	0,56	0,67
1,40	2	0,833	11,16	13,40	0,56	0,67
1,60	5	0,830	27,79	33,49	1,39	1,67
1,80	4	0,826	20,25	24,51	1,01	1,23
2,00	3	0,823	15,13	18,38	0,76	0,92
2,20	2	0,820	10,05	12,25	0,50	0,61
2,40	2	0,817	10,01	12,25	0,50	0,61
2,60	4	0,814	19,96	24,51	1,00	1,23
2,80	3	0,811	13,74	16,94	0,69	0,85
3,00	3	0,809	13,70	16,94	0,68	0,85
3,20	4	0,806	18,20	22,58	0,91	1,13
3,40	2	0,803	9,07	11,29	0,45	0,56
3,60	5	0,801	22,61	28,23	1,13	1,41
3,80	6	0,798	25,08	31,41	1,25	1,57
4,00	6	0,796	25,00	31,41	1,25	1,57
4,20	5	0,794	20,77	26,17	1,04	1,31
4,40	5	0,791	20,71	26,17	1,04	1,31
4,60	6	0,789	24,79	31,41	1,24	1,57
4,80	4	0,787	15,36	19,52	0,77	0,98
5,00	11	0,785	42,13	53,67	2,11	2,68
5,20	30	0,683	99,97	146,37	5,00	7,32
5,40	11	0,781	41,92	53,67	2,10	2,68
5,60	11	0,779	41,82	53,67	2,09	2,68
5,80	11	0,777	39,06	50,26	1,95	2,51
6,00	13	0,725	43,09	59,39	2,15	2,97
6,20	14	0,724	46,29	63,96	2,31	3,20
6,40	14	0,722	46,18	63,96	2,31	3,20
6,60	15	0,720	49,37	68,53	2,47	3,43
6,80	15	0,719	46,31	64,43	2,32	3,22
7,00	12	0,767	39,54	51,55	1,98	2,58
7,20	15	0,716	46,11	64,43	2,31	3,22
7,40	12	0,764	39,39	51,55	1,97	2,58
7,60	14	0,713	42,86	60,14	2,14	3,01
7,80	14	0,711	40,36	56,74	2,02	2,84
8,00	12	0,760	36,96	48,64	1,85	2,43
8,20	13	0,709	37,34	52,69	1,87	2,63
8,40	15	0,707	43,00	60,80	2,15	3,04
8,60	12	0,756	36,77	48,64	1,84	2,43
8,80	11	0,755	31,85	42,20	1,59	2,11
9,00	12	0,753	34,69	46,04	1,73	2,30
9,20	12	0,752	34,64	46,04	1,73	2,30

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.7**  
Strumento utilizzato... DPH TG63 100 PAGANI

Committente: Cipra Gres S.p.A. - Bellavista S.p.A.  
Cantiere: PIANO PARTICOLAREGGIATO DI INIZIATIVA PRIVATA "CIPA GRES"  
Località: S. ANTONINO DI CASALGRANDE VIA STATALE

Data: 07/09/2009

Scala 1:50



DATA: 7/9/2009

RISULTATI DELLA PROVA PENETROMETRICA N. 8

Acqua assente

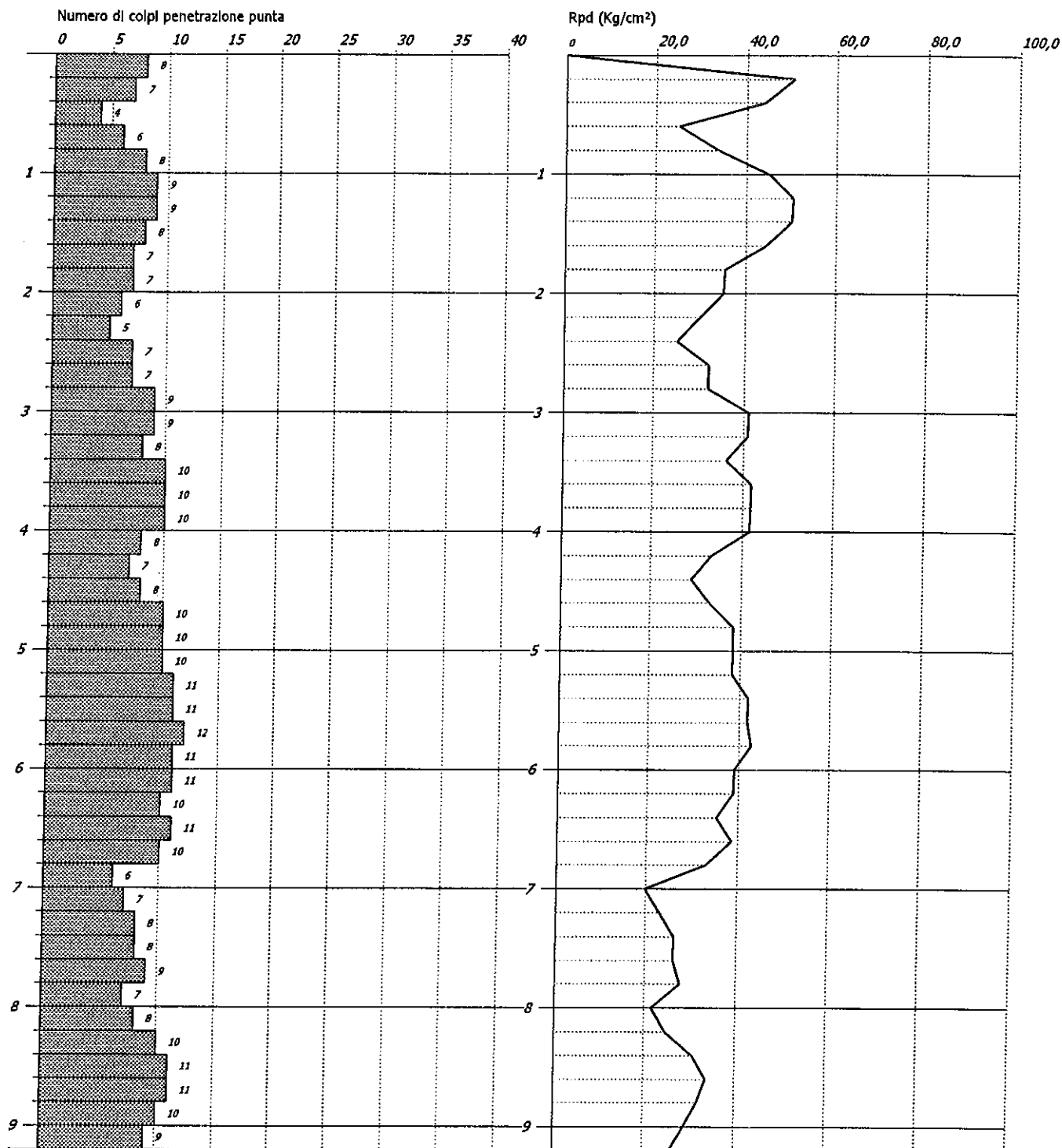
Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,20	8	0,855	50,51	59,10	2,53	2,96
0,40	7	0,851	44,00	51,71	2,20	2,59
0,60	4	0,847	25,03	29,55	1,25	1,48
0,80	6	0,843	33,90	40,19	1,69	2,01
1,00	8	0,840	45,00	53,59	2,25	2,68
1,20	9	0,836	50,42	60,29	2,52	3,01
1,40	9	0,833	50,21	60,29	2,51	3,01
1,60	8	0,830	44,46	53,59	2,22	2,68
1,80	7	0,826	35,44	42,89	1,77	2,14
2,00	7	0,823	35,31	42,89	1,77	2,14
2,20	6	0,820	30,15	36,76	1,51	1,84
2,40	5	0,817	25,04	30,64	1,25	1,53
2,60	7	0,814	34,92	42,89	1,75	2,14
2,80	7	0,811	32,07	39,52	1,60	1,98
3,00	9	0,809	41,09	50,81	2,05	2,54
3,20	9	0,806	40,96	50,81	2,05	2,54
3,40	8	0,803	36,29	45,17	1,81	2,26
3,60	10	0,801	45,22	56,46	2,26	2,82
3,80	10	0,798	41,79	52,35	2,09	2,62
4,00	10	0,796	41,67	52,35	2,08	2,62
4,20	8	0,794	33,24	41,88	1,66	2,09
4,40	7	0,791	29,00	36,64	1,45	1,83
4,60	8	0,789	33,05	41,88	1,65	2,09
4,80	10	0,787	38,40	48,79	1,92	2,44
5,00	10	0,785	38,30	48,79	1,92	2,44
5,20	10	0,783	38,20	48,79	1,91	2,44
5,40	11	0,781	41,92	53,67	2,10	2,68
5,60	11	0,779	41,82	53,67	2,09	2,68
5,80	12	0,777	42,61	54,82	2,13	2,74
6,00	11	0,775	38,97	50,26	1,95	2,51
6,20	11	0,774	38,88	50,26	1,94	2,51
6,40	10	0,772	35,27	45,69	1,76	2,28
6,60	11	0,770	38,71	50,26	1,94	2,51
6,80	10	0,769	33,02	42,96	1,65	2,15
7,00	6	0,767	19,77	25,77	0,99	1,29
7,20	7	0,766	23,02	30,07	1,15	1,50
7,40	8	0,764	26,26	34,36	1,31	1,72
7,60	8	0,763	26,21	34,36	1,31	1,72
7,80	9	0,761	27,77	36,48	1,39	1,82
8,00	7	0,760	21,56	28,37	1,08	1,42
8,20	8	0,759	24,60	32,43	1,23	1,62
8,40	10	0,757	30,69	40,53	1,53	2,03
8,60	11	0,756	33,70	44,58	1,69	2,23
8,80	11	0,755	31,85	42,20	1,59	2,11
9,00	10	0,753	28,91	38,37	1,45	1,92
9,20	9	0,752	25,98	34,53	1,30	1,73

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.8**  
Strumento utilizzato... DPH TG63 100 PAGANI

Committente: Cipa Gres S.p.A. - Bellavista S.p.A.  
Cantiere: PIANO PARTICOLAREGGIATO DI INIZIATIVA PRIVATA "CIPA GRES"  
Località: S. ANTONINO DI CASALGRANDE VIA STATALE

Data: 07/09/2009

Scala 1:50





Dott. Ildo Facchini Geologo  
Via Ghiarella, 16 Fiorano (Mo)  
Tel/Fax 0536/844233-927294  
e - mail ildo.facchini@tin.it

DATA: 08/09/09  
COMMITTENTI: Cipa Gres S.p.A. - Bellavista S.p.A.  
LOCALITA': S. Antonino di Casalgrande via Statale  
ELABORAZIONE DELLA PROVA Remi

**ALLEGATO 1 Calcolo  $V_{s30}$**

STRATO	SPESSORE m	Vs m/sec	h/Vs
1	1,97	215	0,0092
2	2,56	283	0,0090
3	1,38	340	0,0041
4	1,89	342	0,0055
5	5,15	345	0,0149
6	3,86	421	0,0092
7	4,75	411	0,0116
8	5,60	462	0,0121
9	2,84	820	0,0035
10			
TOTALI		30,00	

$V_{s30} =$  TOTALE 0,0790

	Vs m/sec	h/vs	Categoria strato
Vs strato 1	215 m/sec	0,0092	CATEGORIA C
Vs strato 2	283 m/sec	0,0090	CATEGORIA C
Vs strato 3	340 m/sec	0,0041	CATEGORIA C
Vs strato 4	342 m/sec	0,0055	CATEGORIA C
Vs strato 5	345 m/sec	0,0149	CATEGORIA C
Vs strato 6	421 m/sec	0,0092	CATEGORIA B
Vs strato 7	411 m/sec	0,0116	CATEGORIA B
Vs strato 8	462 m/sec	0,0121	CATEGORIA B
Vs strato 9	820 m/sec	0,0035	CATEGORIA A
Vs strato 10			
TOTALE		0,0790	

$V_{s30}$  380 m/sec

FATTORE DI AMPLIFICAZIONE (Medvedev) 1,081

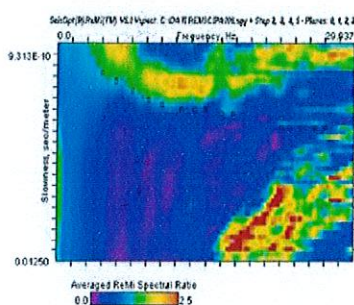
CATEGORIA DEL SUOLO **B**

FATTORE DI AMPLIFICAZIONE (Midoriwaki) 1,44

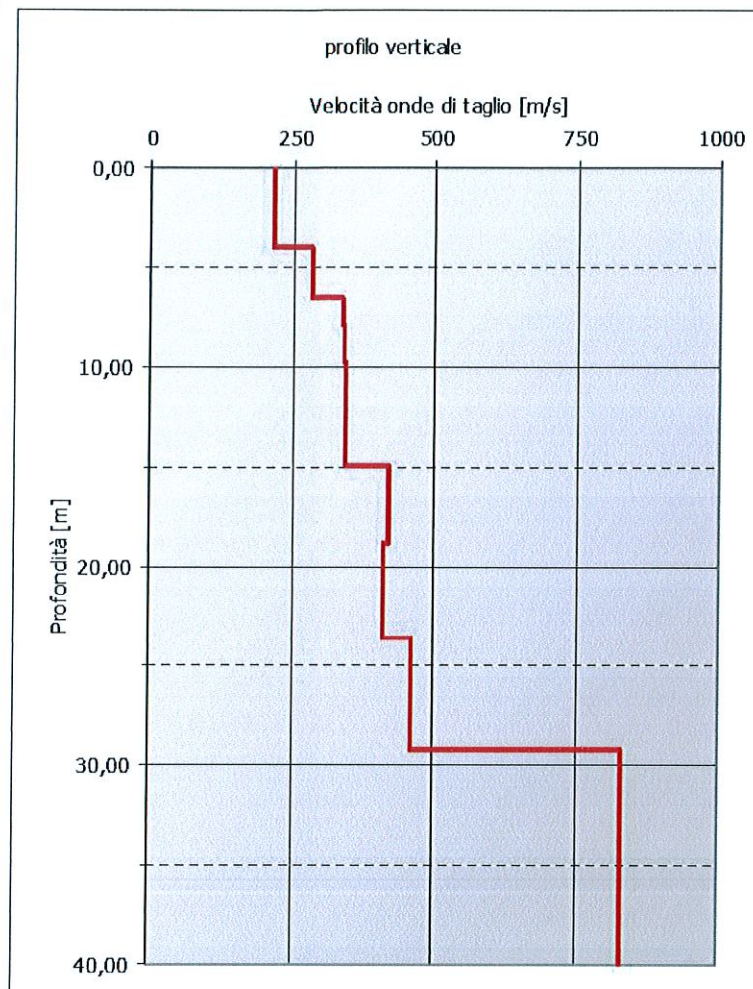
## RISULTATI DELLA PROVA ReMi GRAFICI E DETERMINAZIONE Vs30

strati	Prof.	H	Vs	tempi
1	3,97	2,47	215	0,01148
2	6,53	2,56	283	0,00906
3	7,91	1,38	340	0,00407
4	9,81	1,89	342	0,00553
5	14,96	5,15	345	0,01494
6	18,82	3,86	421	0,00917
7	23,58	4,75	411	0,01156
8	29,17	5,60	462	0,01211
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
<b>ULTIMO</b>	<b>31,50</b>	<b>2,33</b>	<b>829</b>	<b>0,00281</b>

### Vs Refraction Microtremor

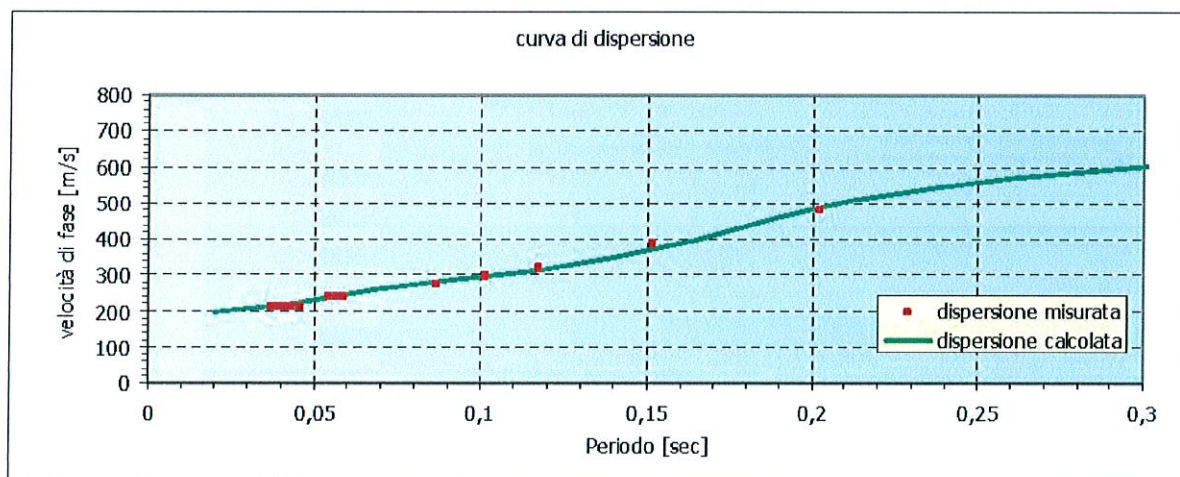


località **S.Antonio Casalgrande - CIPA**



Prof. **1,5**

Sond. N° **1**



Somma dei tempi con fondazioni a - 2,0 m: **0,0790**

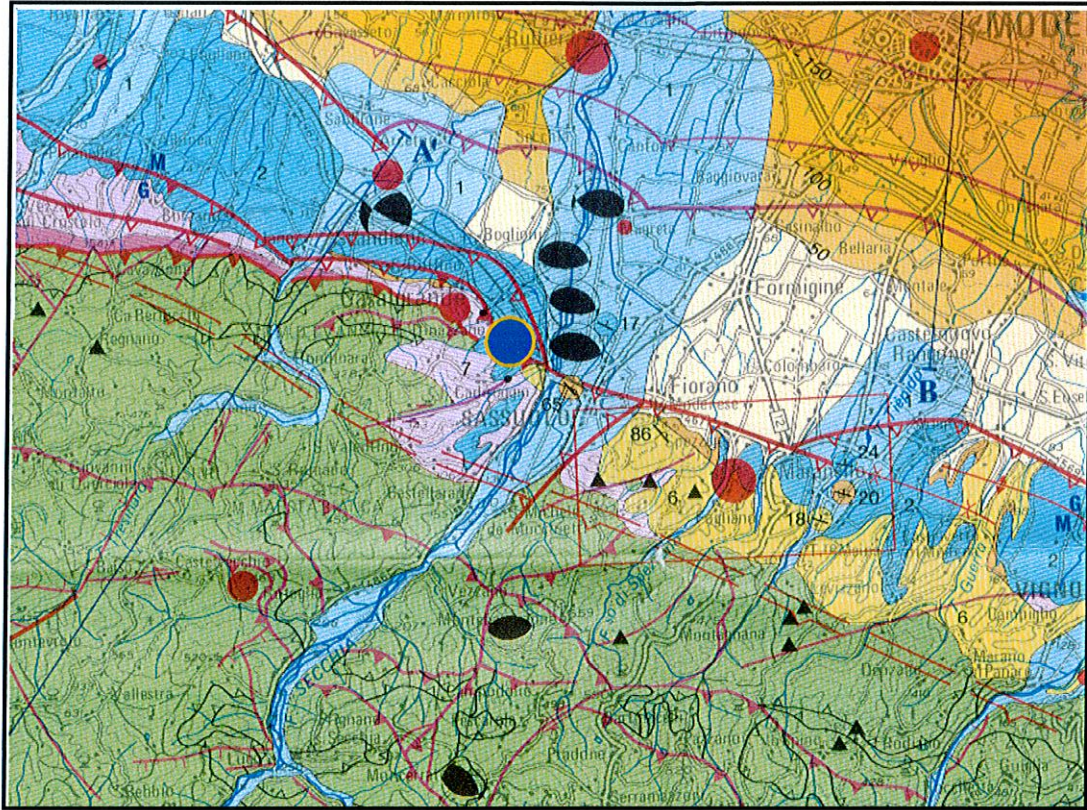
**Vs30:  $30 \times 1/0,05055 = 380$  m/sec**

**CATEGORIA DEL SUOLO: B**





## CARTA SISMOTETTONICA



Ubicazione del sito

### LEGENDA:

Epicentri dei terremoti *Earthquake epicenters*

strumentali  
*instrumentals*



$4 < M < 5$



$5 < M < 5.5$



$M \geq 5.5$

macrosismici  
*macroseismics*



$4 < M < 5$



$5 < M < 5.5$



$M \geq 5.5$

Meccanismi focali *Earthquake focal solutions*

Mw



= 3.0



= 3.5



= 4.0



= 4.5



= 5.0



= 5.5



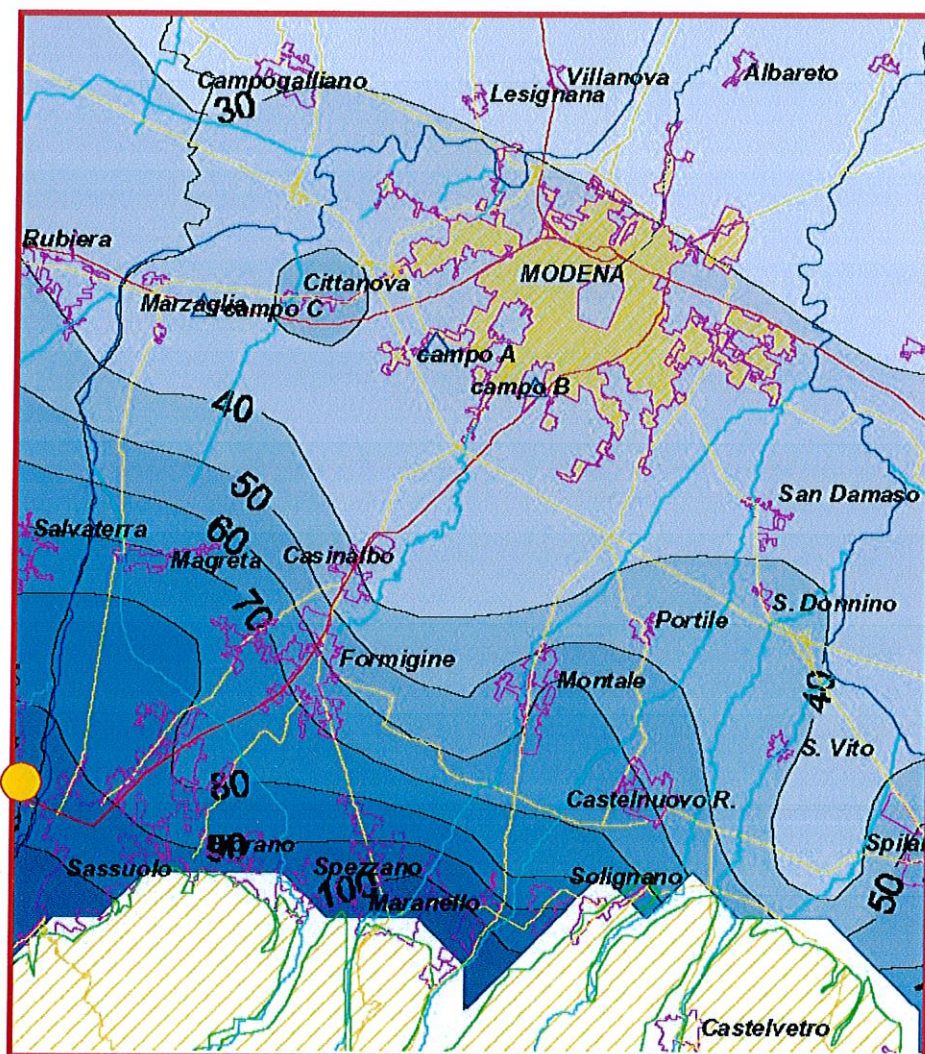
Faglia normale  
*Normal fault*



Da "Carta sismotettonica della Regione Emilia Romagna"  
C.N.R. Sezione di Firenze







**PIEZOMETRIA DELLA FALDA in metri s.l.m. (Media anno 2007)**

Da ARPA Report sulle acque sotterranee della Provincia di Modena

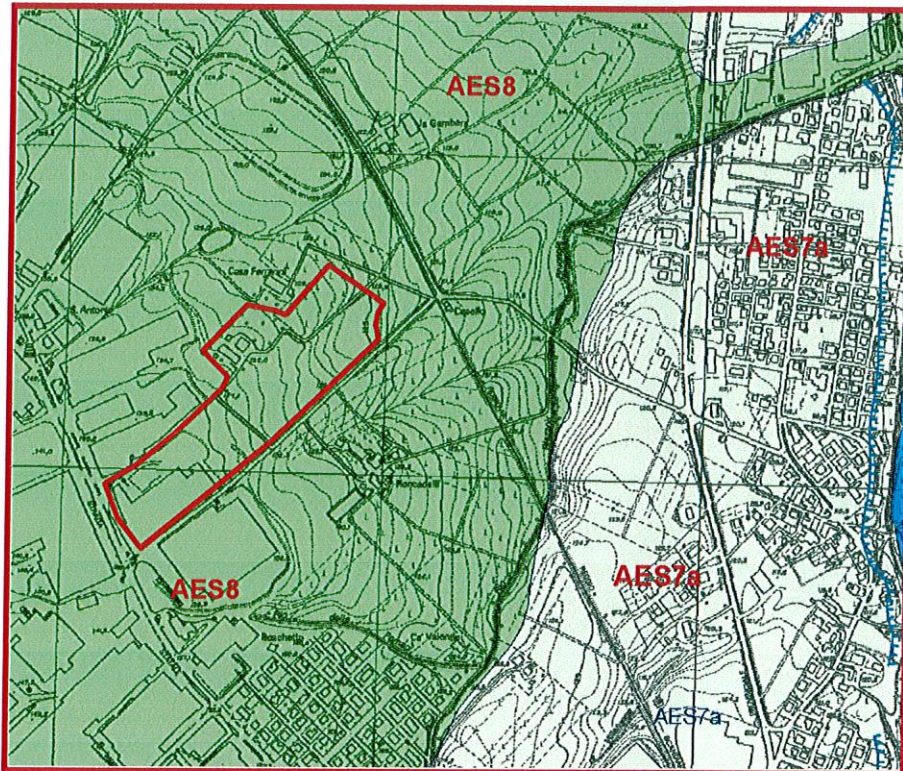


Ubicazione del piano particolareggiato in esame





## CARTA GEOLITOLOGICA

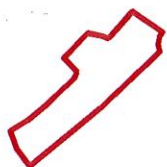


Tratta da: Regione Emilia Romagna Carta geologica progetto CARG



### LEGENDA

- B1** Depositi alluvionali in evoluzione: ghiaie, sabbie e limi di origine fluviale.
- AES8** **Sistema Emiliano Romagnolo superiore - Subsistema di Ravenna** Ghiaie e ghiaie sabbiose, passanti a sabbie e limi su terrazzi alluvionali. Alto suoli a basso grado di alterazione. Olocene
- AES7a** **Subsistema di Villa Verucchio: unità di Niviano** Depositi continentali ghiaioso sabbiosi o limosi. Pleistocene superiore



Ubicazione del piano particolareggiato



20 Aspetto degli strati e loro immersione

