



Studio tecnico

**Ing. Costante Ricci**

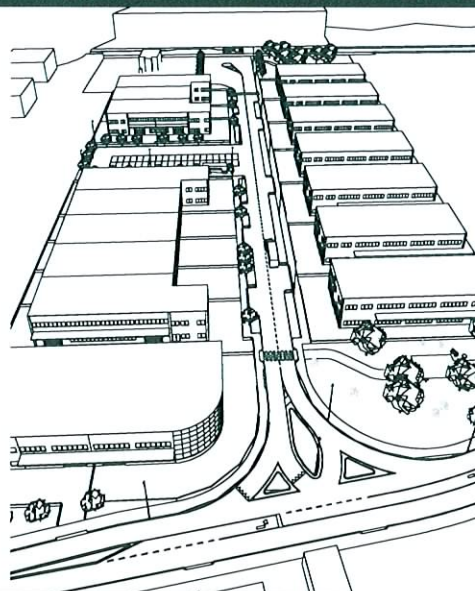
Viale G. Marconi 438, Cesena 47521

Telefono e fax: **0547 646280** E-mail: **info@riccicostante.it**

P. IVA 00155050404 Codice Fiscale RCCCTN41D11C573N

## Progetto

Nuovo PUA di iniziativa pubblica che riguarda le aree del P.I.P. C14 di Martorano Comune di Cesena, compreso fra la via Cerchia di Martorano e via Luciano Lama.



## Committenti:

**RESTAURO CESENA di Bazzocchi Romano e C. S.n.c.**

via Cerchia di Martorano, 433 -Cesena- FC  
P.I. 03172310405

**RESTAURO CESENA**

di **BAZZOCCHI ROMANO & C. s.n.c.**

Via Cerchia di Martorano, 433

47521 CESENA (FC)

Tel. e fax **0547.382.654**

Partita IVA **03172310405**

**CENTRO INGROSSO ABBIG.MERCERIA S.r.l.**

Via Q. Bucci, 163 -Cesena- FC  
P.I. 02121180406

**CENTRO INGR. ABB. MERC. srl**

Via Luciano Lama, 51 - Tel. 0547.382271

47521 CESENA (FC)

Part. IVA 02121180406

## Progettista

**Dott. Ing. Costante Ricci**



Tavola

**10**

**RELAZIONE GEOTECNICA E RELAZIONE GEOLOGICA**

Data 15/02/2011

Scala metrica

N° progetto 639/var

Licenza d'uso: Autocad LT 2005 342-49487796 - Autocad LT 2002 640-00970344

PROPRIETA' RISERVATA : questo disegno non potrà essere riprodotto o resonoto a terzi senza la nostra autorizzazione; in caso contrario si agirà in termini di legge

NUOVO P.U.A. DI INIZIATIVA PUBBLICA CHE RIGUARDA LE OPERE DEL P.I.P. C14 DI MARTORANO COMUNE DI CESENA, COMPRESO FRA LA VIA CERCHIA DI MARTORANO E VIA LUCIANO LAMA.

**COMMITTENTE: RESTAURO CESENA di Bazzocchi Romano e C. S.n.c.  
CENTRO INGROSSO ABBIG.MERCERIA S.r.l.**

## **DICHIARAZIONE DI FATTIBILITA' GEOLOGICA-GEOTECNICA**

Lo studio geologico-geotecnico relativo all'area da urbanizzare in località Martonano di Cesena è stato eseguito in conformità alla Circolare Regionale n. 1288 del 11/02/1983 e del D.M. 11/03/1988.

In particolare sono state eseguite le indagini nel sottosuolo con prove penetrometriche statiche e sondaggi a carotaggio continuo ubicati come indicato nelle planimetrie allegate.

Le penetrometrie sono state realizzate con attrezzi meccanici e dispositivi conformi e adeguati alle indagini previste (come meglio specificato a pag. 3 dell'indagine geologica-tecnica a firma del geologo Andrea Dott. Magnani).

I risultati delle indagini svolte sono soddisfacenti all'uso del terreno per la futura urbanizzazione. I valori dei carichi ammissibili sono tali da permettere la costruzione di fondazioni adeguate ai carichi previsti nelle nuove costruzioni. Il rischio di liquefazione dei terreni di fondazione è del tutto limitato ed eliminabile. In conclusione il sottoscritto esprime un parere tecnico favorevole alla fattibilità dell'area in esame sia per la costruzione delle nuove strade sia per la costruzione dei nuovi fabbricati ad uso residenziali.

Sono rispettate le normative previste per le caratteristiche paesaggistico-ambientale agli art. 19, 27 e tavola 4 del PTCP di cui agli art. 2.7, 3.2 dell'allegato 1.

La documentazione, in rapporto alla situazione del sito, prevede:

- Carta geolitologica di dettaglio e carta idrogeologica
- Carta con l'ubicazione delle prove in sito
- Stratigrafia del terreno
- Profondità delle indagini
- Rappresentazione di alcune sezioni geolitologiche
- 

IL PROGETTISTA

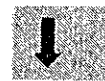
ING. COSTANTE RICCI

Allegati:

- Indagine geologica - tecnica Dott. Andrea Magnani



Magnani dott. Andrea geologo



tel. 054725121 - fax 0547366469  
Cesena, Piazzetta Isei n. 18

**Committente : Ass. Zona Produttiva Martorano**  
Cesena, via dei Mulini n°35

**Oggetto**

**INDAGINE GEOLOGICO TECNICA IN AREA OGGETTO DI  
VARIANTE AL P.I.P. C14 MARTORANO**

**Località : Martorano di Cesena**

Cesena Luglio 2006

Magnani dott. Andrea

## **INDICE**

- 1) *Premessa*
- 2) *Ubicazione area d'indagine*
- 3) *Inquadramento morfologico*
- 4) *Inquadramento geologico*
- 5) *Indagini eseguite , metodologia ed elaborazione dati*
- 6) *Stratigrafia dell'area*
- 7) *Acque di superficie e sotterranee*
- 8) *Considerazioni relative alla sismicità dell'area e ai rischi di liquefazione dei terreni di fondazione*
- 9) *Considerazioni geotecniche relative ai terreni di fondazione*
- 10) *Conclusioni*

## **RELAZIONE**

### **PREMESSA**

La presente indagine geologico-tecnica è relativa ad una variante dell'area P.I.P. C14 di Martorano di Cesena, già urbanizzata ed edificata in ogni suo lotto, per la quale era stata realizzata una indagine geologica nel Giugno del 1998. L'oggetto della variante riguarda l'inserimento nel comparto di una area di circa 1.300 mq., parte della fascia di terreno adiacente al confine della contigua area commerciale (Centro Coming). Per la presente indagine si è utilizzata la penetrometria n°1 della precedente relazione, penetrometria posta a pochi metri dall'area da inserire e quindi a nostro avviso rappresentativa dei terreni in essa presenti. Si sono inoltre fatte alcune considerazioni relative alla invarianza idraulica dell'area, come da nuove disposizioni dell'Autorità di Bacino, ente di istituzione successiva alla precedente indagine.

### **UBICAZIONE AREA**

Dal punto di vista topografico l'area oggetto di variante è rilevabile negli allegati stralci di C.T.R in scala 1:5.000, 1:10.000

### **ALLEGATI**

C.T.R. in scala 1:10.000

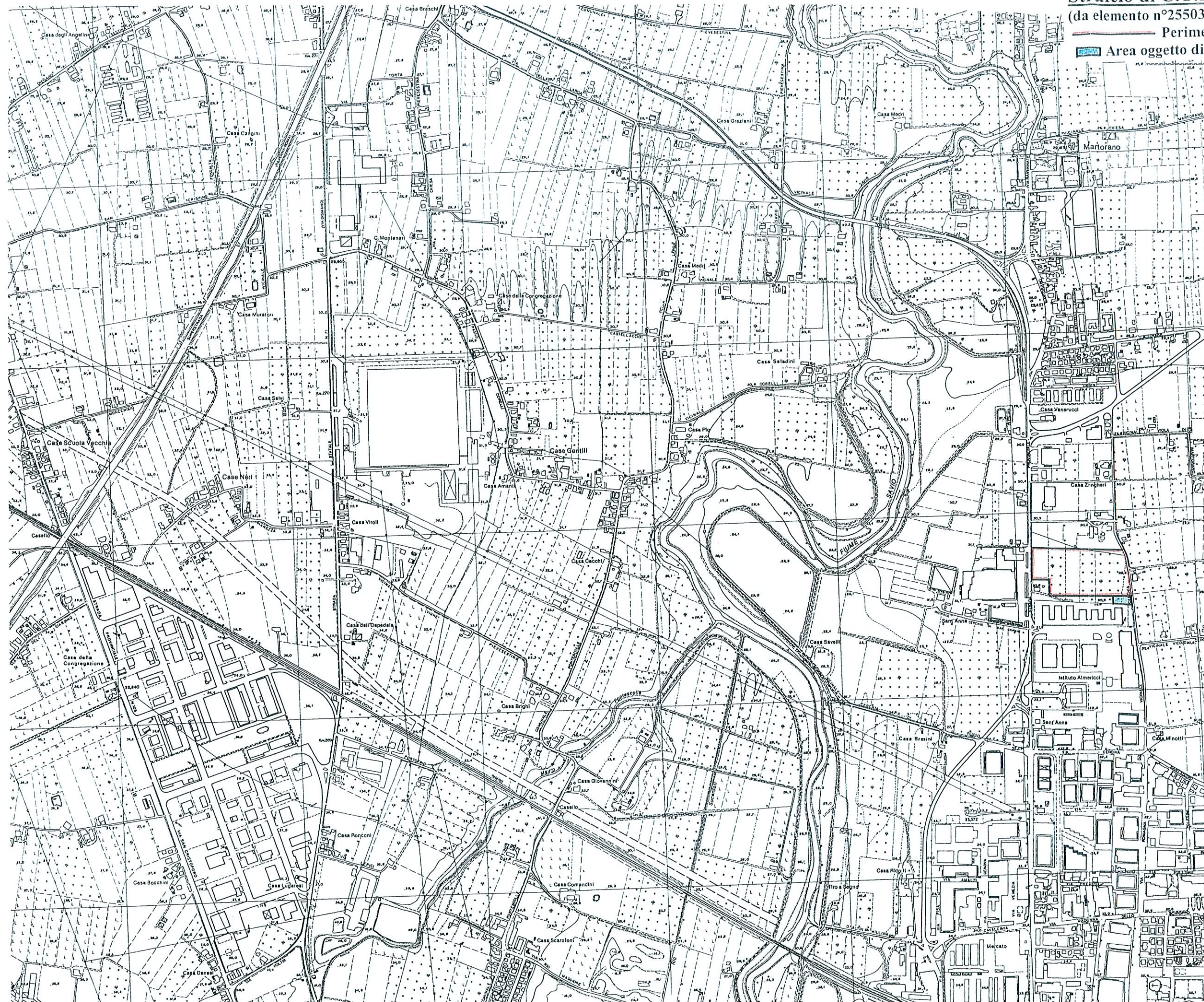
C.T.R. in scala 1:5.000

**Stralcio di C.T.R. in scala 1:10.000**

(da elemento n°255030)

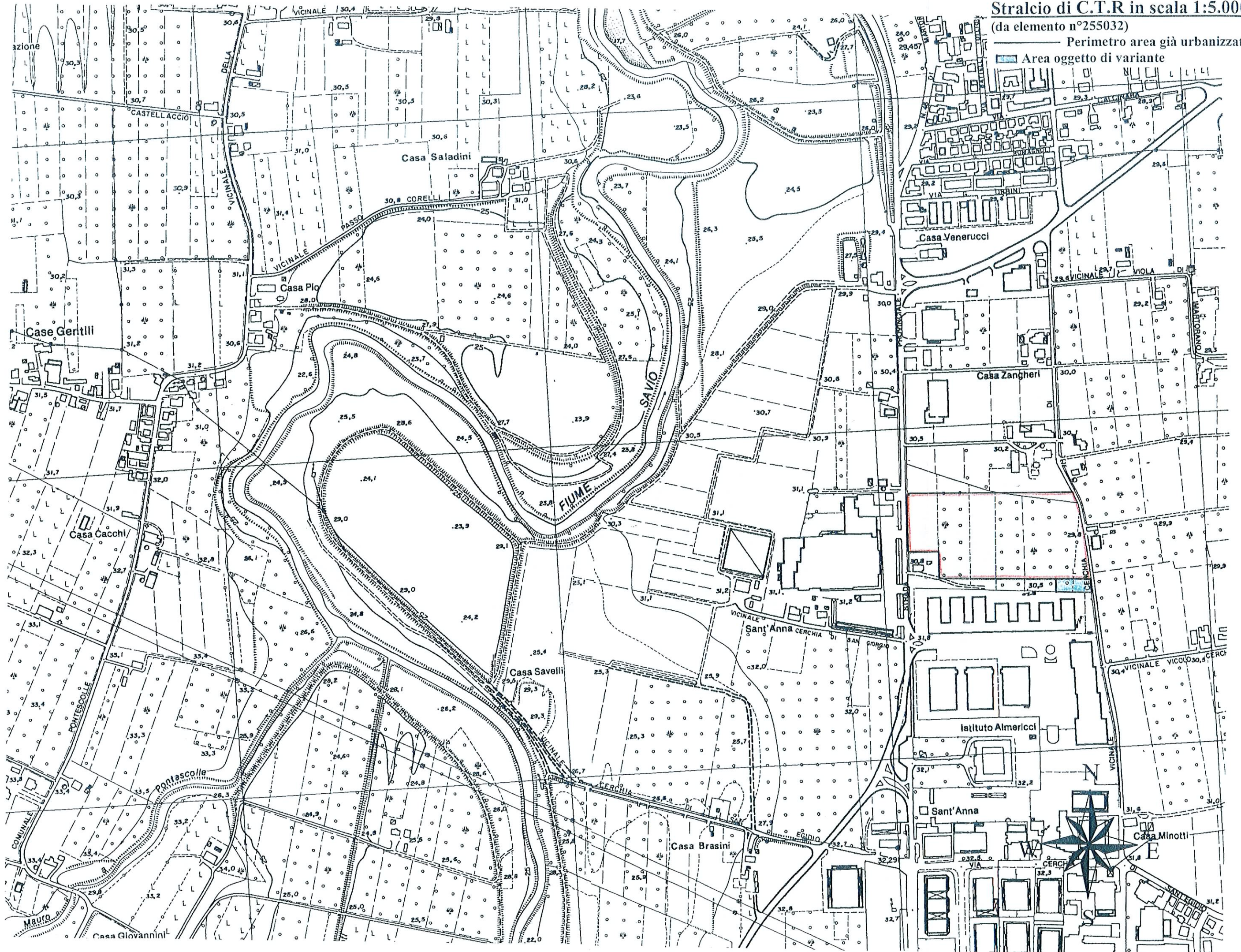
Perimetro area già urbanizzata

Area oggetto di variante



Stralcio di C.T.R. in scala 1:5.000  
(da elemento n°255032)

Perimetro area già urbanizzata  
Area oggetto di variante



### **INQUADRAMENTO MORFOLOGICO**

L'area si sviluppa in massima parte a quote prossime a m 30.00 sul livello del mare e presenta una morfologia pressoché pianeggiante.

In sostanza si può osservare che i processi morfogenetici che hanno modellato il territorio sono principalmente di origine fluviale, processi naturali ai quali in epoca storica si sono aggiunti gli interventi antropici che attraverso il rimodellamento superficiale hanno significativamente modificato l'ambiente originario.

### **INQUADRAMENTO GEOLOGICO**

Il territorio di pianura del comune di Cesena appartiene all'ampio bacino sedimentario padano rappresentato da una successione di depositi alluvionali di età pliocenico-quadernaria. L'area in esame è collocata in zona caratterizzata da depositi alluvionali di terrazzo, in massima parte costituiti da sedimenti limoso-argillosi e solo raramente sabbiosi.

Si è in presenza di depositi a basso grado di alterazione, con fronte di alterazione compreso fra 50 cm e 100 cm, con al tetto suoli con orizzonti decarbonatati ascrivibili al Mesolitico – Età Romana.

### **ALLEGATI**

Carta geologica in scala 1:5.000 (da carta geologica di pianura dell'Emilia Romagna in scala 1:250.000, a cura di Domenico Preti)

# CARTA GEOLOGICA IN SCALA 1 : 5.000

(Da carta geologica di pianura -Emilia-Romagna,in scala 1:250.000)

Legenda

**DEPOSITI ALLUVIONALI**  
(Conoidi e terrazzi alluvionali)

SL Sabbie,limi sabbiosi e limi,in strati di spessore decimetrico, ghiaie sabbiose e sabbie in corpi canalizzati e lenticolari. Depositi di conoide e di terrazzo.

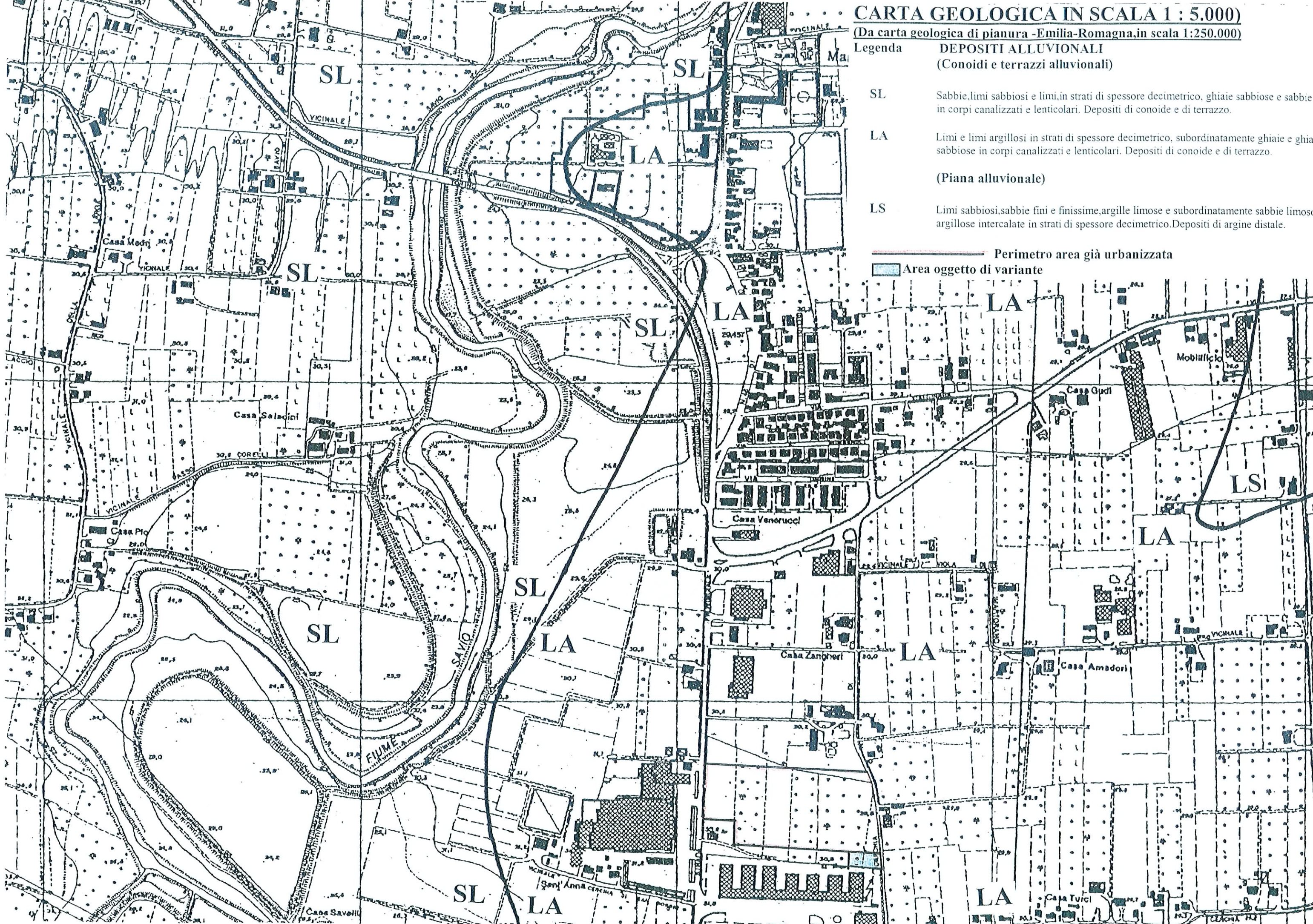
LA Limi e limi argillosi in strati di spessore decimetrico, subordinatamente ghiaie e ghiaie sabbiose in corpi canalizzati e lenticolari. Depositi di conoide e di terrazzo.

(Piana alluvionale)

LS Limi sabbiosi,sabbie fini e finissime,argille limose e subordinatamente sabbie limose argillose intercalate in strati di spessore decimetrico.Depositi di argine distale.

— Perimetro area già urbanizzata

■ Area oggetto di variante





## **INDAGINI ESEGUITE, METODOLOGIA ED ELABORAZIONE DATI**

Come già accennato per definire le caratteristiche dei terreni nell'area oggetto di variante si è utilizzata la penetrometria n°1 realizzata nel 1998 per la precedente indagine. (Si tratta di una penetrometria statica spinta alla profondità di m 15.40 dal p.c e ubicata come indicato nella planimetria allegata.

La penetrometria statica consiste essenzialmente nel valutare la resistenza alla penetrazione di una punta meccanica (CPT) di caratteristiche e dimensioni standardizzate, infissa nel terreno a velocità costante :  $v = 2 \text{ cm/s} \pm 0.5 \text{ cm/s}$ .

La penetrazione avviene mediante un dispositivo di spinta opportunamente ancorato, che agisce su una doppia batteria di aste (esterne cave e interne piene e coassiali), alla cui estremità inferiore è collegata la punta. Lo sforzo necessario alla infissione viene registrato, ad intervalli di 20 cm, da una cella tensiometrica collegata ad un trasduttore digitale.

I dati rilevati durante le prove, riportati sugli allegati tabulati, sono i seguenti:

- Rp (kg/cm<sup>2</sup>) : resistenza statica alla punta
- Rl (kg/cm<sup>2</sup>) : resistenza all'attrito laterale locale

I valori di resistenza così elaborati (valori di resistenza del terreno sondato) hanno permesso di ottenere utili informazioni per il riconoscimento dei principali parametri geotecnici (coesione non drenata  $C_u$  – angolo di attrito efficace  $\phi'$  – densità relativa  $D_r$  – modulo edometrico  $M_o$  – moduli di deformazione non drenata  $E_u$  e drenata  $F'$  – peso di volume  $Y$ , ecc.). Le elaborazioni citate (effettuate mediante un programma di calcolo automatico) fanno riferimento a esperienze e ricerche condotte in diversi paesi da diversi autori.

## **ALLEGATI**

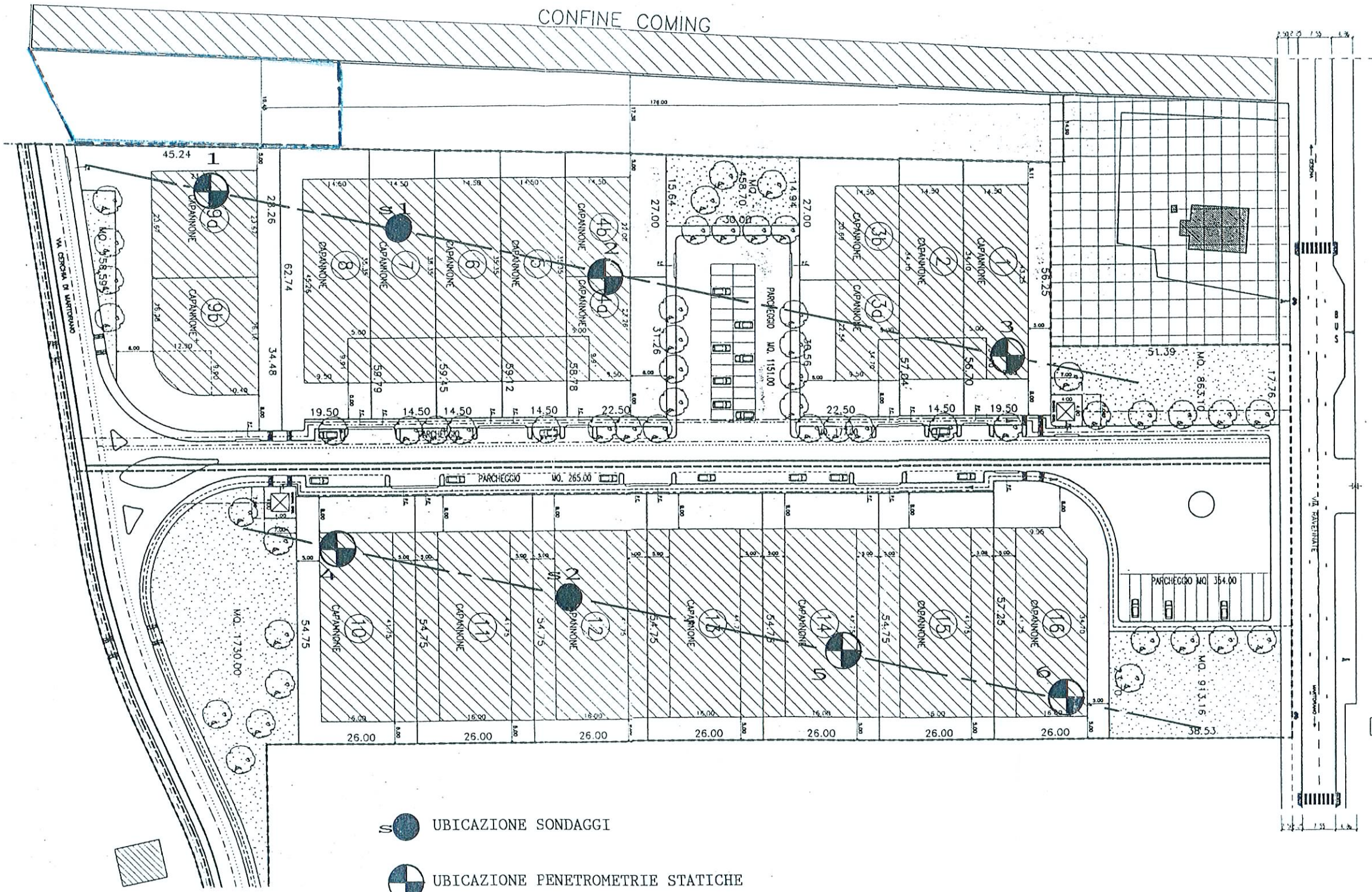
Planimetria in scala 1:1.000 con ubicazione penetrometria



N°1 Tabulato con riportati i dati penetrometrici

N°1 Profilo penetrometrico

N°1 Tabulato con riportate le caratteristiche geotecniche dei terreni sondati

PLANIMETRIA AREA D'INDAGINE IN SCALA 1:1.000



-  UBICAZIONE SONDAGGI
-  UBICAZIONE PENETROMETRIE STATICHE

----- TRACCIA SEZIONI STRATIGRAFICHE

**Perimetro area oggetto di variante**

## LEGENDA VALORI DI RESISTENZA

Strumento utilizzato:

**PENETROMETRO STATICO OLANDESE tipo GOUDA (tipo meccanico).**

Caratteristiche:

- punta conica meccanica  $\varnothing$  35.7 mm, angolo di apertura  $\alpha = 60^\circ$  - ( area punta  $A_p = 10 \text{ cm}^2$ )
- manicotto laterale di attrito tipo 'Begemann' (  $\varnothing$  35.7 mm - h 133 mm - sup. lat. Am. =  $150 \text{ cm}^2$ )
- velocità di avanzamento costante  $V = 2 \text{ cm / sec } (\pm 0,5 \text{ cm / sec})$
- spinta max nominale dello strumento  $S_{max}$  variabile a seconda del tipo
- costante di trasformazione (lett.  $\Rightarrow$  Spinta)  $C_t = \text{SPINTA (Kg) / LETTURA DI CAMPAGNA}$

fase 1 - resistenza alla punta  $R_p \text{ ( Kg / cm}^2 \text{ )} = ( \text{L. punta} ) C_t / 10$

fase 2 - resistenza laterale locale  $R_L \text{ ( Kg / cm}^2 \text{ )} = [ ( \text{L. laterale} ) - ( \text{L. punta} ) ] C_t / 150$

fase 3 - resistenza totale  $R_t \text{ ( Kg )} = ( \text{L. totale} ) C_t$

$R_p / R_L = \text{'rapporto Begemann'}$

- L. punta = lettura di campagna durante l' infissione della sola punta ( fase 1 )
- L. laterale = lettura di campagna relativa all'infissione di punta e manicotto ( fase 2 )
- L. totale = lettura di campagna relativa all'infissione delle aste esterne ( fase 3 )

N.B. : la spinta  $S \text{ ( Kg )}$ , corrispondente a ciascuna fase, si ottiene moltiplicando la corrispondente lettura di campagna  $L$  per la costante di trasformazione  $C_t$ .

N.B. : causa la distanza intercorrente ( 20 cm circa ) fra il manicotto laterale e la punta conica del penetrometro, la resistenza laterale locale  $R_L$  viene computata 20 cm sopra la punta.

### CONVERSIONI

1 kN ( kiloNewton ) = 1000 N  $\approx$  100 kg = 0,1 t - 1MN (megaNewton) = 1000 kN = 1000000 N  $\approx$  100 t

1 kPa ( kiloPascal ) = 1 kN/m<sup>2</sup> = 0,001 MN/m<sup>2</sup> = 0,001 MPa  $\approx$  0,1 t/m<sup>2</sup> = 0,01 kg/cm<sup>2</sup>

1 MPa ( MegaPascal ) = 1 MN/m<sup>2</sup> = 1000 kN/m<sup>2</sup> = 1000 kPa  $\approx$  100 t/m<sup>2</sup> = 10 kg/cm<sup>2</sup>

kg/cm<sup>2</sup> = 10 t/m<sup>2</sup>  $\approx$  100 kN/m<sup>2</sup> = 100 kPa = 0,1 MN/m<sup>2</sup> = 0,1 Mpa

1 t = 1000 kg  $\approx$  10 kN

**PROVA PENETROMETRICA STATICA**

**CPT 1**

**LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA**

2010496-091

- committente : Associazione Zona Produttiva Martorano  
 - lavoro : Variante di P.I.P C 14  
 - località : Martorano di Cesena  
 - note :

- data : 25/05/1998  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : 4,60 m da quota inizio  
 - pagina : 1

prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI	prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI
m	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	-	m	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	-
0,20	21,0	31,0	21,0	0,53	39,0	8,00	29,0	40,0	29,0	1,33	22,0
0,40	18,0	26,0	18,0	1,47	12,0	8,20	17,0	37,0	17,0	1,07	16,0
0,60	10,0	32,0	10,0	1,00	10,0	8,40	16,0	32,0	16,0	0,67	24,0
0,80	14,0	29,0	14,0	0,67	21,0	8,60	103,0	113,0	103,0	1,40	74,0
1,00	11,0	21,0	11,0	0,87	13,0	8,80	85,0	106,0	85,0	0,67	127,0
1,20	11,0	24,0	11,0	0,60	18,0	9,00	97,0	107,0	97,0	1,67	58,0
1,40	13,0	22,0	13,0	0,87	15,0	9,20	34,0	59,0	34,0	1,93	18,0
1,60	16,0	29,0	16,0	1,07	15,0	9,40	31,0	60,0	31,0	1,87	17,0
1,80	19,0	35,0	19,0	1,07	18,0	9,60	23,0	51,0	23,0	1,47	16,0
2,00	28,0	44,0	28,0	1,47	19,0	9,80	21,0	43,0	21,0	0,87	24,0
2,20	29,0	51,0	29,0	1,80	16,0	10,00	27,0	40,0	27,0	1,27	21,0
2,40	25,0	52,0	25,0	1,60	16,0	10,20	29,0	48,0	29,0	1,40	21,0
2,60	24,0	48,0	24,0	1,13	21,0	10,40	33,0	54,0	33,0	1,53	22,0
2,80	35,0	52,0	35,0	1,13	31,0	10,60	36,0	59,0	36,0	1,80	20,0
3,00	26,0	43,0	26,0	1,87	14,0	10,80	31,0	58,0	31,0	1,73	18,0
3,20	25,0	53,0	25,0	1,13	22,0	11,00	30,0	56,0	30,0	1,80	17,0
3,40	23,0	40,0	23,0	1,00	23,0	11,20	29,0	56,0	29,0	1,47	20,0
3,60	21,0	36,0	21,0	0,73	29,0	11,40	32,0	54,0	32,0	1,87	17,0
3,80	26,0	37,0	26,0	0,80	32,0	11,60	24,0	52,0	24,0	1,33	18,0
4,00	30,0	42,0	30,0	1,07	28,0	11,80	19,0	39,0	19,0	0,93	20,0
4,20	32,0	48,0	32,0	1,33	24,0	12,00	23,0	37,0	23,0	1,13	20,0
4,40	31,0	51,0	31,0	1,67	19,0	12,20	25,0	42,0	25,0	1,47	17,0
4,60	25,0	50,0	25,0	1,07	23,0	12,40	28,0	50,0	28,0	1,13	25,0
4,80	27,0	43,0	27,0	1,27	21,0	12,60	29,0	46,0	29,0	1,67	17,0
5,00	23,0	42,0	23,0	1,07	22,0	12,80	33,0	58,0	33,0	1,87	18,0
5,20	19,0	35,0	19,0	0,87	22,0	13,00	32,0	60,0	32,0	1,67	19,0
5,40	26,0	39,0	26,0	0,80	32,0	13,20	34,0	59,0	34,0	1,60	21,0
5,60	18,0	30,0	18,0	0,73	25,0	13,40	38,0	62,0	38,0	2,13	18,0
5,80	25,0	36,0	25,0	1,20	21,0	13,60	27,0	59,0	27,0	1,33	20,0
6,00	25,0	43,0	25,0	1,13	22,0	13,80	22,0	42,0	22,0	1,07	21,0
6,20	25,0	42,0	25,0	1,20	21,0	14,00	23,0	39,0	23,0	1,00	23,0
6,40	27,0	45,0	27,0	1,07	25,0	14,20	19,0	34,0	19,0	0,87	22,0
6,60	28,0	44,0	28,0	1,60	17,0	14,40	16,0	29,0	16,0	0,60	27,0
6,80	30,0	54,0	30,0	1,33	22,0	14,60	18,0	27,0	18,0	0,40	45,0
7,00	21,0	41,0	21,0	1,00	21,0	14,80	18,0	24,0	18,0	1,40	13,0
7,20	24,0	39,0	24,0	0,87	28,0	15,00	56,0	77,0	56,0	0,27	210,0
7,40	18,0	31,0	18,0	0,87	21,0	15,20	38,0	42,0	38,0	2,13	18,0
7,60	22,0	35,0	22,0	1,47	15,0	15,40	20,0	52,0	20,0	-----	-----
7,80	23,0	45,0	23,0	0,73	31,0						

- PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 10 t - (con anello allargatore) -  
 - COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s  
 - punta meccanica tipo Begemann ø = 35.7 mm (area punta 10 cm<sup>2</sup> - apertura 60°)  
 - manicotto laterale (superficie 150 cm<sup>2</sup>)

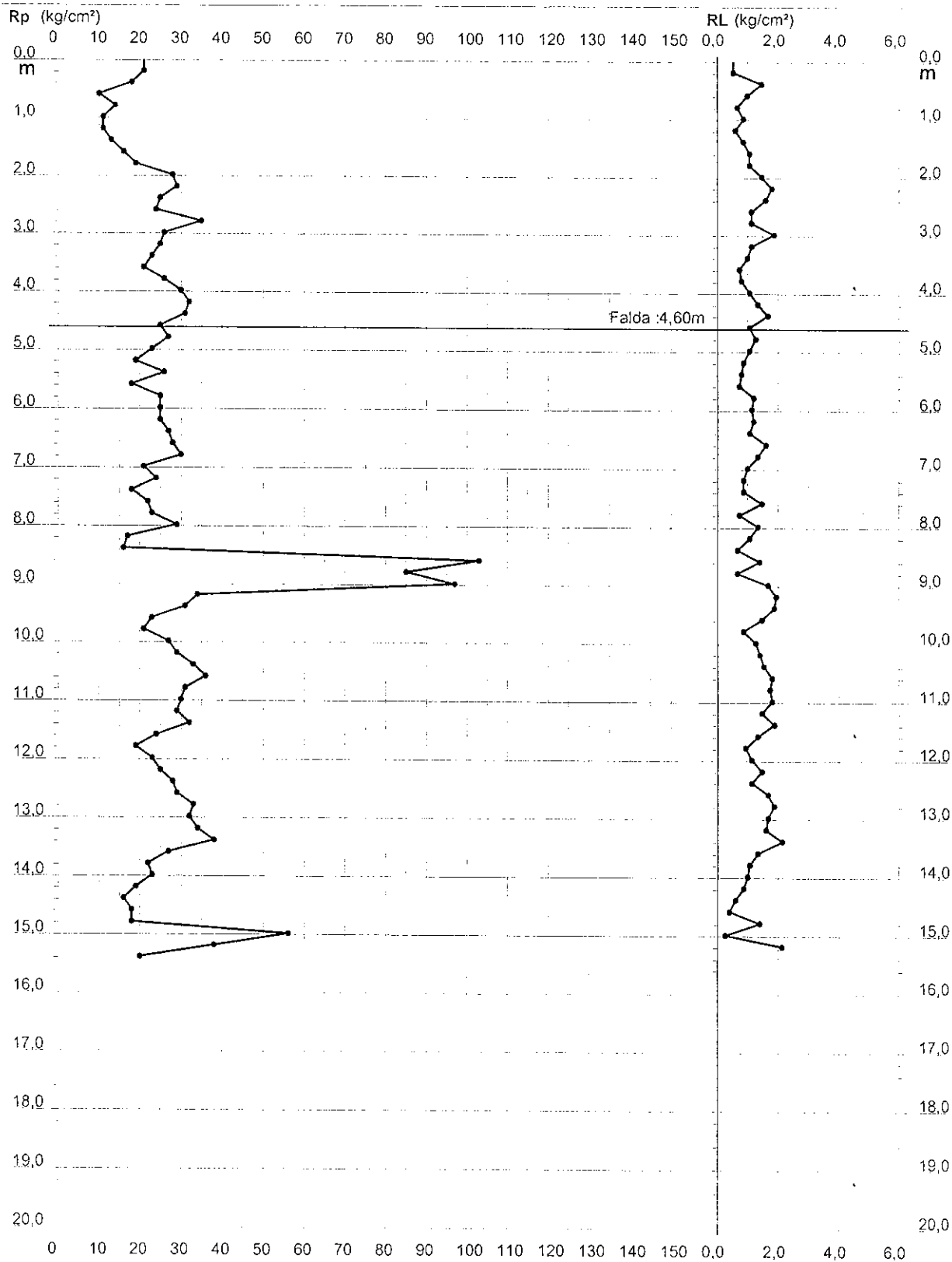
# PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

## CPT 1

2.010496-091

- committente : Associazione Zona Produttiva Martorano  
- lavoro : Variante di P.I.P C 14  
- località : Martorano di Cesena

- data : 25/05/1998  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : 4,60 m da quota inizio  
- scala vert.: 1 : 100



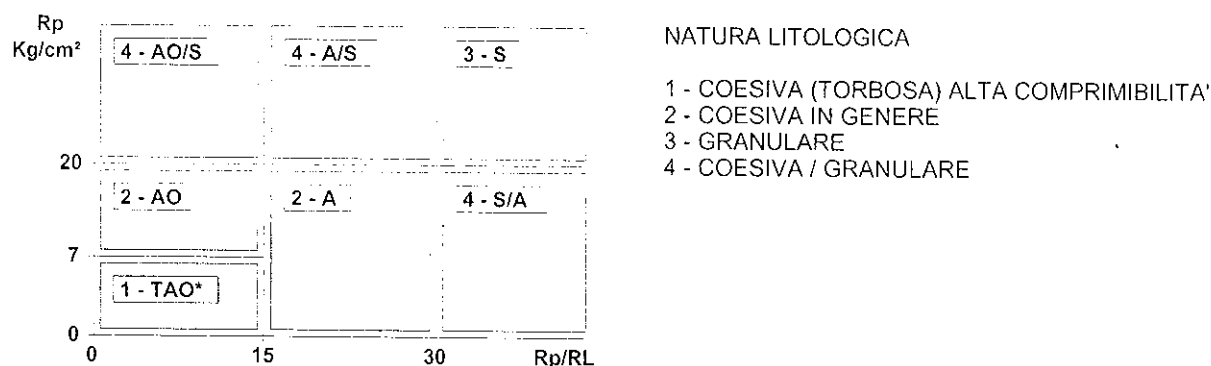
## LEGENDA PARAMETRI GEOTECNICI

### SCELTE LITOLOGICHE ( validità orientativa )

Le scelte litologiche vengono effettuate in base al rapporto  $R_p / R_L$   
 ( Begemann 1965 -Raccomandazioni A.G.I. 1977 ), prevedendo altresì la possibilità di casi dubbi :

$R_p \leq 20 \text{ kg/cm}^2$  : possibili terreni COESIVI anche se  $( R_p / R_L ) > 30$

$R_p \geq 20 \text{ kg/cm}^2$  : possibili terreni GRANULARI anche se  $( R_p / R_L ) < 30$



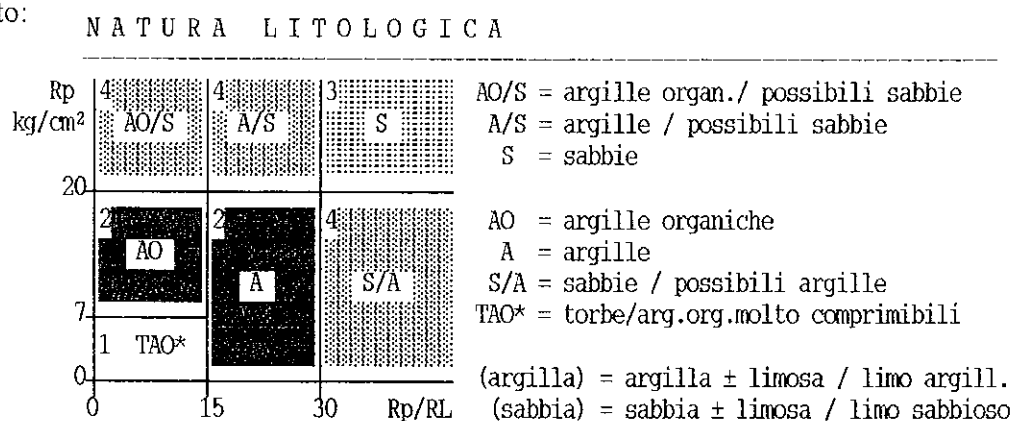
### PARAMETRI GEOTECNICI ( validità orientativa ) - simboli - correlazioni - bibliografia

- $\gamma'$  = peso dell' unità di volume (efficace) del terreno [ correlazioni :  $\gamma'$  -  $R_p$  - natura ]  
 ( Terzaghi & Peck 1967 -Bowles 1982 )
- $\sigma'_{vo}$  = tensione verticale geostatica (efficace) del terreno ( valutata in base ai valori di  $\gamma'$  )
- $C_u$  = coesione non drenata (terreni coesivi ) [ correlazioni :  $C_u$  -  $R_p$  ]
- OCR = grado di sovra consolidazione (terreni coesivi ) [ correlazioni : OCR -  $C_u$  -  $\sigma'_{vo}$  ]  
 ( Ladd et al. 1972 / 1974 / 1977 - Lancellotta 1983 )
- Eu = modulo di deformazione non drenato (terr.coes.) [ correl. : Eu -  $C_u$  - OCR -  $I_p$   $I_p$ = ind.plast.]  
 Eu50 - Eu25 corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico pari al 50-25% (Duncan & Buchigani 1976 )
- $E'$  = modulo di deformazione drenato (terreni granulari) [ correlazioni :  $E'$  -  $R_p$  ]  
 $E'_{50}$  -  $E'_{25}$  corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico pari al 50-25% (coeff. di sicurezza  $F = 2 - 4$  rispettivamente )  
 (Schmertmann 1970 / 1978 - Jamiolkowski et al. 1983 )
- Mo = modulo di deformazione edometrico (terreni coesivi e granulari) [ correl. : Mo -  $R_p$  - natura ]  
 (Sanglerat 1972 - Mitchell & Gardner 1975 - Ricceri et al. 1974 - Holden 1973 )
- Dr = densità relativa (terreni gran. N. C. - normalmente consolidati)  
 [ correlazioni : Dr -  $R_p$  -  $\sigma'_{vo}$  ] (Schmertmann 1976 )
- $\phi'$  = angolo di attrito interno efficace (terreni granulari N.C. ) [ correl. :  $\phi'$  - Dr -  $R_p$  -  $\sigma'_{vo}$  ]  
 (Schmertmann 1978 - Durgunoglu & Mitchell 1975 - Meyerhof 1956 / 1976)  
 $\phi'_{1s}$  - (Schmertmann) sabbia fine uniforme  $\phi'_{2s}$  - sabbia media unif./ fine ben gradata  
 $\phi'_{3s}$  - sabbia grossa unif./ media ben gradata  $\phi'_{4s}$  - sabbia-ghiaia poco lim./ ghiaietto unif.  
 $\phi'_{dm}$  - ( Durgunoglu & Mitchell ) sabbie N.C.  $\phi'_{my}$  - (Meyerhof) sabbie limose
- Am<sub>ax</sub> = accelerazione al suolo che può causare liquefazione ( terreni granulari )  
 (  $g$  = acc.gravità)(Seed & Idriss 1971 - Sirio 1976 ) [ correlazioni : (Am<sub>ax</sub>/ $g$ ) - Dr]



## STRATIGRAFIA DELL'AREA

Come già accennato si è in presenza di depositi continentali tardo-quadernari costituiti da terreni normalconsolidati, prevalentemente argillosi limosi, sabbiosi unicamente in prossimità dell'alveo fluviale. In dettaglio per ognuna delle penetrometrie realizzate si è rilevata la successione dei litotipi presenti, litotipi il cui riconoscimento è stato ottenuto utilizzando il rapporto Rp/RI (Begemann 1965 - raccomandazioni A.G.I.) e in base alla relazione fra i valori di Rp ed il rapporto FR = (RI/Rp)% (Schmertmann 1977). Vedere schema sottoriportato:



NATURA COESIVA - ALTA COMPRIMIBILITA' : (TAO\*)  
 NATURA COESIVA : (A) - (AO) / possibile : (A/S) - (AO/S) - (S/A)  
 NATURA GRANULARE : (S) / possibile : (S/A) - (A/S) - (AO/S)

RIEPILOGO : N A T U R A   L I T O L O G I C A      T I P I   L I T O L O G I C I

1	COESIVA-ALTA COMPR.	(TAO*)
2	COESIVA	(A) - (AO)
3	GRANULARE	(S)
4	COESIVA/GRANULARE	(A/S) - (AO/S) - (S/A)

Dal p.c. a m-0.40 : terreno argilloso essiccato

Da m-0.40 a m-1.40 : terreno agrario e argille limose di consistenza relativamente modesta

Da m-1.40 a m-8.40 : argille sabbiose e argille, terreni compatti

Da m-8.40 a m-9.00 : sabbie addensate

Da m-9.00 a m-15.40 : argille limose, talvolta sabbiose, compatte, con un livello di sabbie mediamente addensate fra m-14.80 e m-15.20

## ALLEGATI

N° 1 colonna stratigrafica relativa alle penetrometrie



## LEGENDA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

Valutazioni in base al rapporto:  $F = (R_p / R_L)$

( Begemann 1965 - Raccomandazioni A.G.I. 1977 )

valide in via approssimata per terreni immersi in falda :

F = R <sub>p</sub> / R <sub>L</sub>	NATURA LITOLOGICA	PROPRIETA'
F < 15	TORBE ED ARGILLE ORGANICHE	COESIVE
15 < F ≤ 30	LIMI ED ARGILLE	COESIVE
30 < F ≤ 60	LIMI SABBIOSI E SABBIE LIMOSE	GRANULARI
F > 60	SABBIE E SABBIE CON GHIAIA	GRANULARI

Vengono inoltre riportate le valutazioni stratigrafiche fornite da Schmertmann (1978), ricavabili in base ai valori di R<sub>p</sub> e di FR = (R<sub>L</sub> / R<sub>p</sub>) % :

- AO = argilla organica e terreni misti
- Att = argilla (inorganica) molto tenera
- At = argilla (inorganica) tenera
- Am = argilla (inorganica) di media consistenza
- Ac = argilla (inorganica) consistente
- Acc = argilla (inorganica) molto consistente
- ASL = argilla sabbiosa e limosa
- SAL = sabbia e limo / sabbia e limo argilloso
- Ss = sabbia sciolta
- Sm = sabbia mediamente addensata
- Sd = sabbia densa o cementata
- SC = sabbia con molti fossili, calcareniti

Secondo Schmertmann il valore della resistenza laterale da usarsi, dovrebbe essere pari a:

- $1/3 \pm 1/2$  di quello misurato , per depositi sabbiosi
- quello misurato ( inalterato ) , per depositi coesivi.

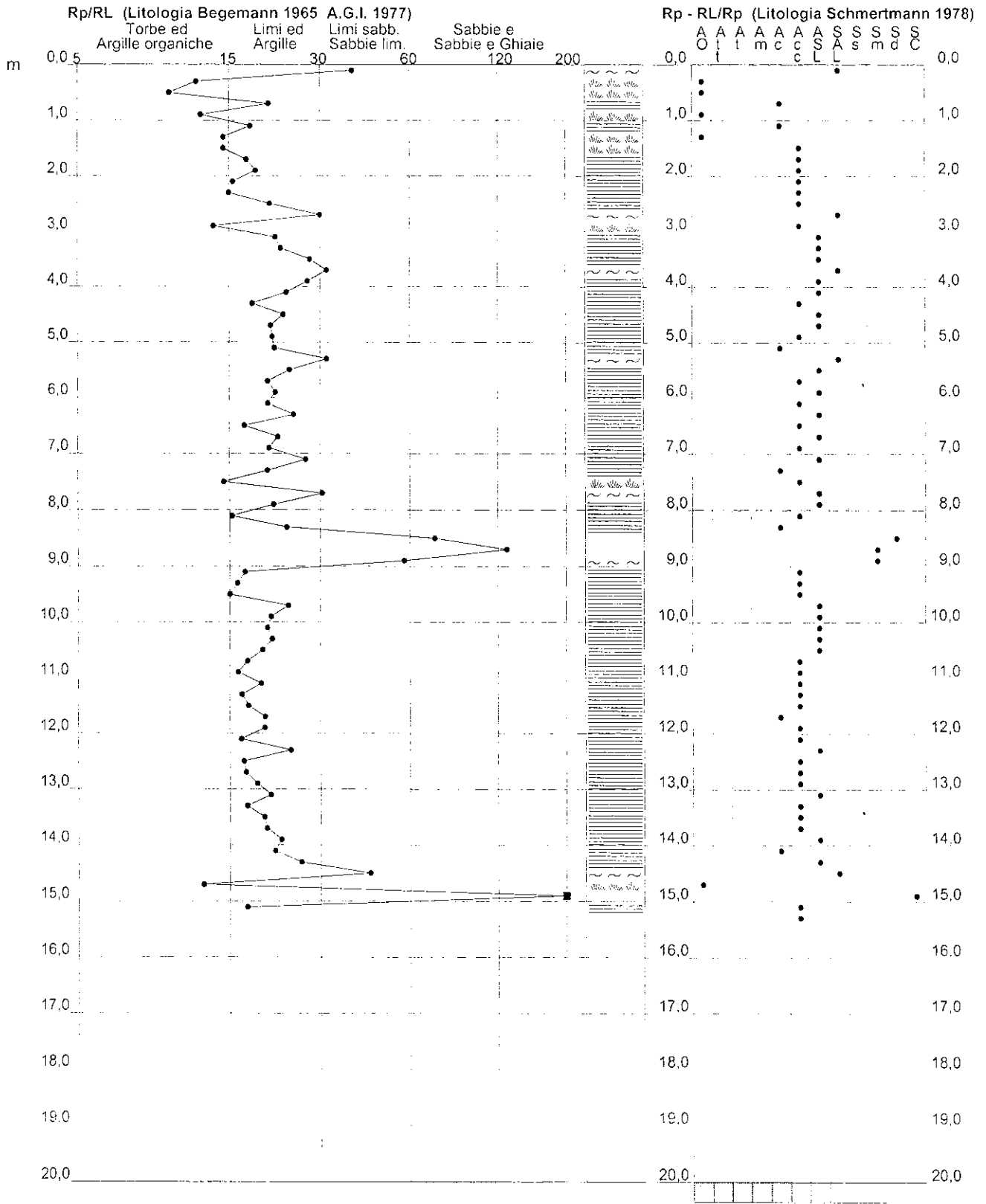
# PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 1

2.010496-091

- committente : Associazione Zona Produttiva Martorano  
 - lavoro : Variante di P.I.P C 14  
 - località : Martorano di Cesena  
 - note :

- data : 25/05/1998  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. faida : 4,60 m da quota inizio  
 - scala vert. : 1 : 100



## **ACQUE DI SUPERFICIE E SOTTERRANEE E VALUTAZIONI RELATIVE AL RISCHIO DI ALLUVIONAMENTO DELLA ZONA**

### **Rischio di alluvionamento**

Al momento l'area oggetto di variante si trova in una zona indicata di potenziale allagamento (Art.6) in cui è negato il rilascio di concessione per piani interrati o seminterrati.

### **Interventi da prevedersi in relazione al incremento della impermeabilizzazione dell'area**

L'attuazione del piano porterà ad un incremento di impermeabilizzazione dell'area, quindi per mantenere l'invarianza idraulica della zona e cioè per evitare l'incremento di deflusso nella rete scolante circostante si dovrà operare in modo che la portata d'acqua attuale non aumenti dopo l'intervento e il deflusso dovrà essere controllato in modo da non superare l'attuale stato di carico durante il tempo in cui si verificano precipitazioni meteoriche, a tale scopo si dovrà provvedere la nuova rete scolante di opportune opere di stoccaggio (vasche di laminazione, ecc.) da dimensionarsi per una capienza minima da valutarsi sulla base di quanto disposto dalle Autorità Competenti.

### **Acque sotterranee**

#### **Falda idrica superficiale**

Nel foro di sondaggio si è rilevata la presenza di una falda idrica superficiale a profondità di m-4.60 dal piano campagna esistente in data 25.051998, si tratta di una falda a pelo libero e ad alimentazione prevalentemente meteorica e soggetta a regolari oscillazioni stagionali, con livello di massimo ravvenamento ipotizzabile a m-2.00 dal p.c.

#### **Falda idrica profonda**

Da studi effettuati nel 1993 da IDROSER per ARPA risulta in zona la presenza di una prima falda confinata ad una profondità media compresa fra a m 2.50 e m 5.00 sul livello del mare e quindi ad una profondità compresa fra m-25.00 e m-27.50 rispetto al piano di campagna.

## **ALLEGATI**

Carta tematica in scala 1:10.000 con indicate le aree a uguale permeabilità e le isofreatiche riferite al livello medio della prima falda confinata, rispetto al livello del mare

Carta tematica in scala 1:10.000 con indicate le aree a rischio di alluvionamento

# Carta Tematica in scala 1:10.000 (carta idrogeologica)

(Da carta Idrogeologica – Tavola B (foglio 2) scala 1:50.000 – P.T.C.P.)

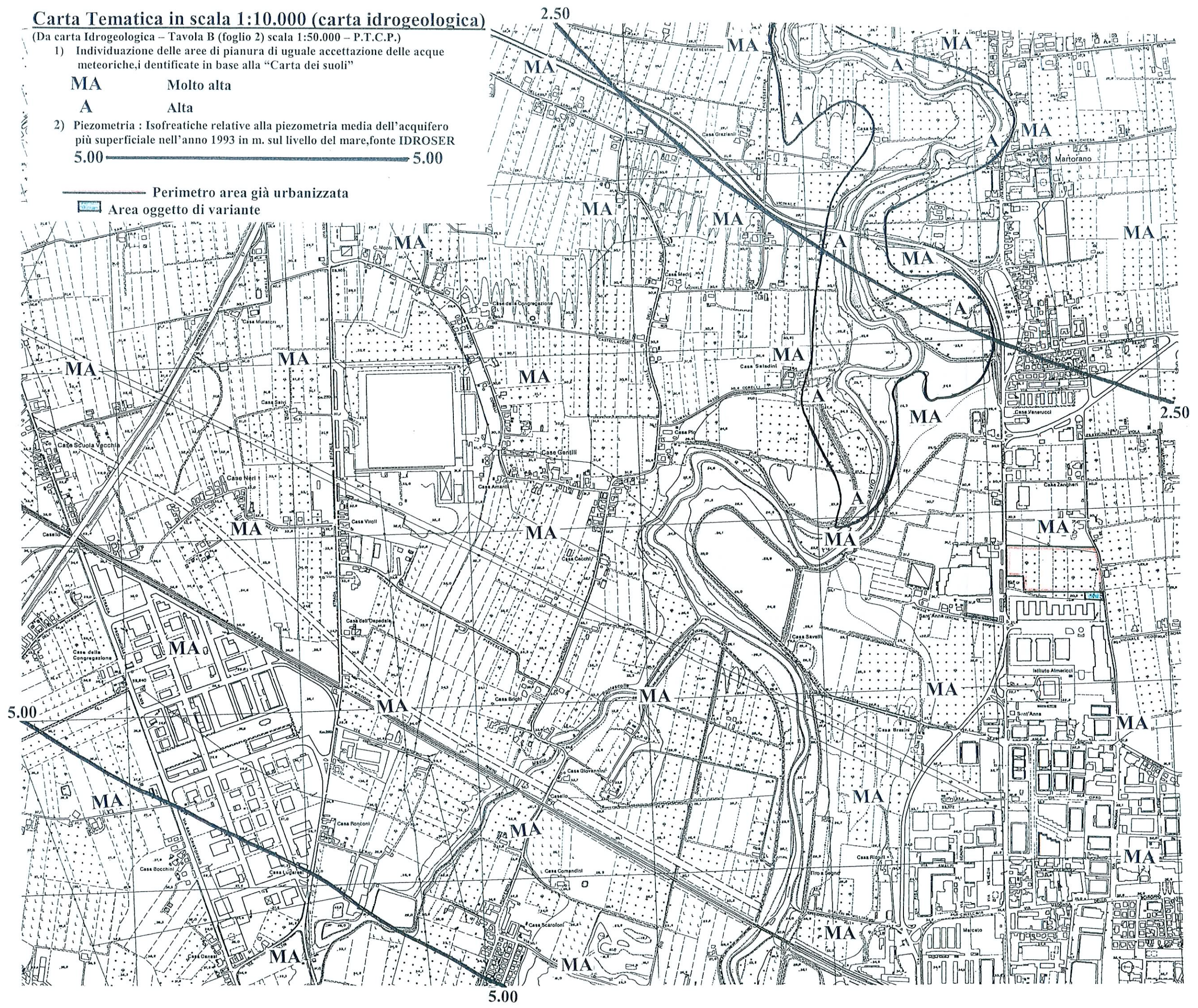
- 1) Individuazione delle aree di pianura di uguale accettazione delle acque meteoriche, identificate in base alla "Carta dei suoli"

MA Molto alta  
A Alta

- 2) Piezometria : Isofreatiche relative alla piezometria media dell'acquifero più superficiale nell'anno 1993 in m. sul livello del mare, fonte IDROSER

5.00 ————— 5.00

——— Perimetro area già urbanizzata  
Area oggetto di variante



# Carta con individuate le aree a rischio idrogeologici

(Scala 1:5.000, Piano Stralcio della Autorità dei Bacini Regionali Romagnoli)

## LEGENDA

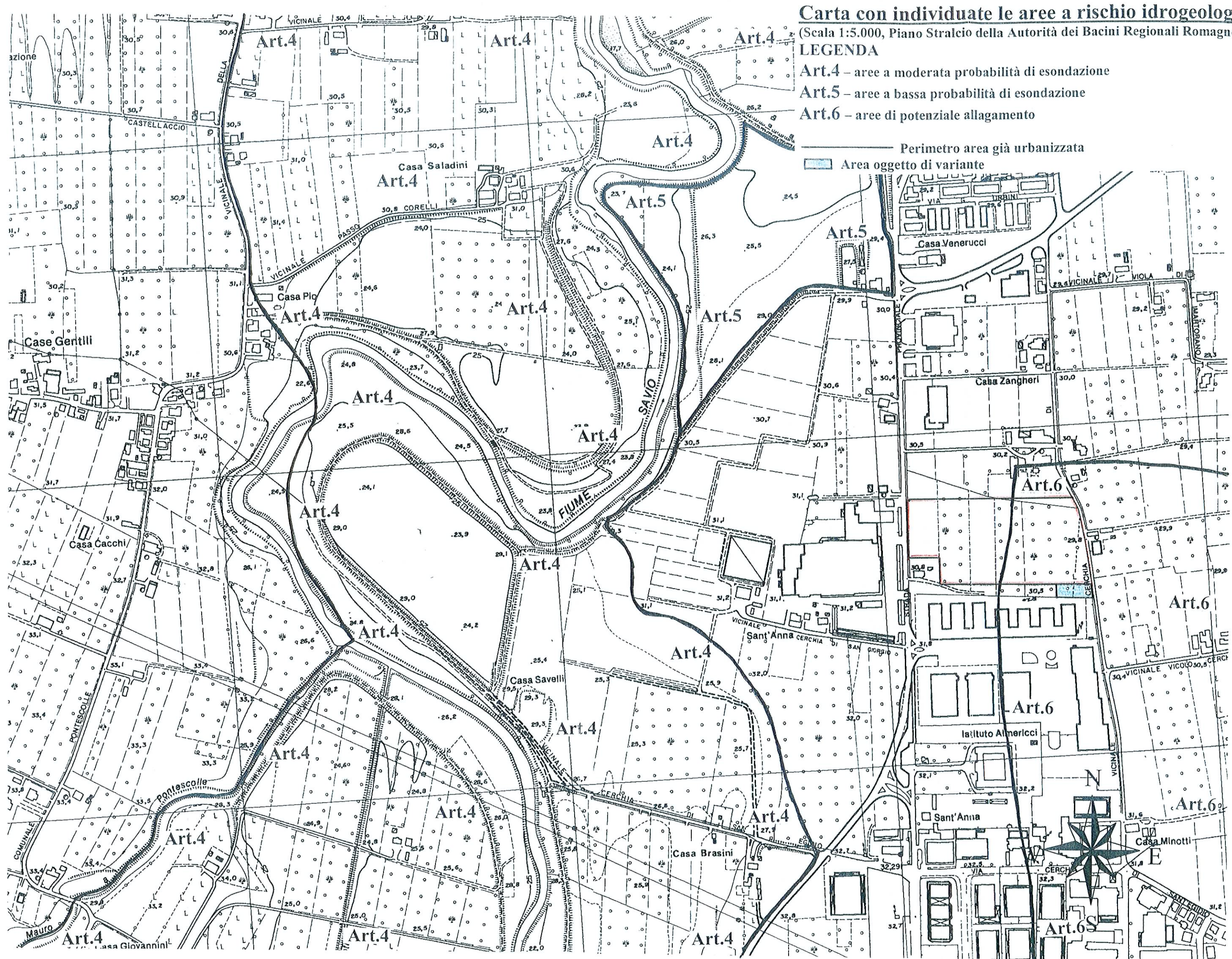
Art.4 - aree a moderata probabilità di esondazione

Art.5 - aree a bassa probabilità di esondazione

Art.6 - aree di potenziale allagamento

— Perimetro area già urbanizzata

■ Area oggetto di variante



## **CONSIDERAZIONI RELATIVE ALLA SISMICITÀ DELL' AREA IN ESAME E AL RISCHIO DI LIQUEFAZIONE DEI TERRENI DI FONDAZIONE**

Il territorio del comune di Cesena era precedentemente classificato sismico di II categoria, con grado di sismicità  $S = 9$ , coefficiente di intensità orizzontale  $C = 0.07$ , intensità macrosismica massima ipotizzabile fra l'VIII e il IX grado della scala MCS, magnitudo  $M = 7.5$  e accelerazione al suolo pari a  $0.25 g$  e attualmente, come risulta nell'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n°3274 del 20 Marzo 2003, recante "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" (G.U. n°105 del 8.5.2003) è inserito in zona 2 con sismicità media ( $S=9$ ) e quindi mantiene inalterati tutti gli altri parametri precedentemente citati. al suolo. In particolare nell'area in esame, area di pianura, priva di discontinuità strutturali quali faglie, sovrascorrimenti ecc. e priva di falda idrica a contatto con le fondazioni che si andranno a realizzare, non sono prevedibili elementi amplificativi in grado di incrementare la velocità al suolo delle onde sismiche longitudinali. Per quanto riguarda il coefficiente sismico di fondazione  $\varepsilon$ , da utilizzare nella valutazione degli sforzi sismici orizzontali, nella normativa italiana risultano abbastanza vaghe le indicazioni sui criteri di scelta del valore da attribuire a tale parametro, infatti la vigente normativa prevede unicamente che esso sia diverso dalla unità, con valori pari a 1.3, nel caso di stratigrafie caratterizzate da depositi alluvionali di spessore variabile da 5 a 20 metri, sovrastanti terreni coesivi o litoidi con caratteristiche geomeccaniche nettamente superiori. Nell'area in esame sono presenti terreni alluvionali con caratteristiche meccaniche relativamente omogenee, tali da rendere possibile l'utilizzo di un coefficiente sismico di fondazione pari a  $\varepsilon = 1.0$

### **Considerazioni relative al rischio di liquefazione dei terreni di fondazione**

I fenomeni di liquefazione interessano unicamente i sedimenti incoerenti sabbioso-limosi saturi e per una profondità non superiore a m-15.00, oltre la quale le pressioni di confinamento assumono valori tali che la liquefazione non è più ipotizzabile. Nell'area in esame gli unici terreni sabbiosi potenzialmente liquefacibili presentano spessori del tutto trascurabili e sono comunque coperti da terreni non liquefacibili con spessori notevolmente superiori e quindi un eventuale fenomeno di liquefazione non si propagherà verso l'alto e non coinvolgerà gli eventuali fabbricati che verranno realizzati.

### CONSIDERAZIONI GEOTECNICHE RELATIVE AI TERRENI DI FONDAZIONE

A titolo indicativo e limitatamente alla penetrometria n°1 nell'area e ipotizzando si è calcolata la pressione ammissibile ( $q_{amm}$ ), valutata in funzione dei carichi di rottura dei terreni di fondazione e in relazione agli assestamenti assimilabili dai manufatti in progetto. Per calcolare  $q_{amm}$  si è utilizzato un programma di calcolo automatico, basato sulla seguente metodologia : Prefissato lo spessore  $H_c$  del banco comprimibile è stata effettuata la verifica allo schiacciamento dei diversi strati del sottosuolo (spessore cm 20) nei confronti delle tensioni verticali indotte dal carico agente in superficie e valutato secondo la teoria della elasticità (Boussinesq). La pressione ammissibile  $q_{amm}$  del terreno di fondazione è quel valore del carico unitario (inteso come incremento netto di pressione in corrispondenza del piano di posa delle fondazioni) che determina nel sottosuolo tensioni verticali massime (al centro della superficie di carico) compatibili con la resistenza allo schiacciamento ammissibile  $R_{amm}$  dei vari strati del banco comprimibile. La resistenza allo schiacciamento  $R_{amm}$  dello strato generico è stata valutata mediante correlazioni del tipo (L'Herminier, Meyerhof, Sanglerat)

$R_{amm} = R_p/K$  ( $K$  funzione di  $R_p$ ). Utilizzando un coefficiente di sicurezza  $F = 3$  nei confronti del carico di rottura dei terreni di fondazione, per ognuna delle penetrometrie realizzate si sono ottenuti i seguenti valori di pressione ammissibile ( $q_{amm}$ ):

**Per fondazioni con piano di posa a m-1.80**

**Plinto a base quadrata di lato pari a m 3.00 :  $q_{amm} = 1.50 \text{ kg/cm}^2$**

**Per fondazione continua (trave rovescia) larga m 1.00 :  $q_{amm} = 1.50 \text{ kg/cm}^2$**

La validità della pressione indicata è stata verificata calcolando i cedimenti ipotizzabili con carichi di esercizio di pari valore. I cedimenti sono stati valutati utilizzando un programma di calcolo automatico basato sulla seguente metodologia :

**Ipotesi:** Consolidazione monodimensionale (schema edometrico).

Tensioni verticali nel sottosuolo secondo la teoria della elasticità

Valutazione dei cedimenti nell'ambito della profondità  $H_c$  del banco comprimibile

Modulo edometrico  $M_o = \alpha R_p$  valutato in base alla litologia

Il calcolo dei cedimenti è stato condotto per strati successivi ( $h = 20 \text{ cm}$ ), valutando per ciascuno la tensione verticale  $\sigma_v$  e il valore del modulo edometrico  $M_o$ , in base alla espressione : **cedimento  $S = n \sum (h \sigma_v / M_o)$ .**

Si sono ottenuti i seguenti valori di cedimenti (S) :

Per plinto isolato S = cm 3.68

Per trave rovescia S = cm 2.43

Considerando che i valori massimi di cedimenti tollerabili in fabbricati intelaiati, secondo Skempton e McDonald (1955) sono :

- per travi continue,plinti : Smax = cm 5.0 (sabbie)

Smax = cm 7.5 (argille)

- per platee rigide: Smax = cm 7.5 (sabbie)

Smax = cm 12.5 (argille)

è quindi evidente che con il carico di esercizio consigliato si avranno cedimenti contenuti e comunque facilmente assimilabili .

### **Modulo di reazione kw (Winkler)**

Per una corretta valutazione del modulo di reazione dei terreni Kw (kg/cm<sup>3</sup>) ad opera del si consiglia di utilizzare la relazione di Vesic:

$$k_w = 1/B[0.65 \sqrt[12]{(E_t \cdot B^4 / E_c \cdot J) \cdot E_t / (1 - \mu^2)}],$$

Dove : B = larghezza fondazioni,  $\mu$  = coefficiente di Poisson del terreno, assunto pari a 1/3

$E_t$  = modulo di elasticità del terreno (valore medio drenato e ponderato) valutato nell'ambito della profondità 2B sotto le fondazioni e ricavato dai valori del modulo edometrico  $M_o$ , in base alla relazione  $E_t = 2M_o/3$ . Poiché la radice dodicesima di qualsiasi numero, moltiplicata per 0.65, darà circa 1, ai fini pratici la relazione di Vesic si riduce a :  $k_w = E_t/B(1 - \mu^2)$

Per fondazioni con piano di posa ad m-1.80 si ha un valore medio di  $M_o = 75 \text{ kg/cm}^2$  con un valore di  $E_t = 50 \text{ kg/cm}^2$  e per la fondazione continua larga m 1.00 si ha  $k_w = 0.75 \text{ kg/cm}^3$

### **ALLEGATI**

N° 1 tabulato con riportati valori della pressione ammissibile e dei cedimenti



# PROVA PENETROMETRICA STATICA CAPACITA' PORTANTE / CEDIMENTI FONDAZIONI

**CPT 1**

2,010496-091

- committente : Associazione Zona Produttiva Martorano  
- lavoro : Variante di P.I.P C 14  
- località : Martorano di Cesena  
- note :

- data : 25/05/1998  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : 4,60 m da quota inizio

- FONDAZIONI SUPERFICIALI ISOLATE - Profondità massima prova : Hmax = 15,40 m

- Fondazione tipo: **PLINTO a base QUADRATA**

- Larghezza Fondazione : **B = 3,00 m**

- Lunghezza Fondazione : **L = 3,00 m**

- Piano posa Fondazione :

- Profondità banco compr. :

**H = 1,80 m** (da quota inizio)

**Hc = 4,80 m** (da quota inizio)

Valutazioni su: **PRESSIONE AMMISSIBILE ALLO SCHIACCIAMENTO**

**CEDIMENTI DEL SOTTOSUOLO**

- Coefficiente di sicurezza : **F = 3,0**

- Coefficiente riduzione :

**n = 0,85** rigidezza struttura

- 1° minimo assoluto : q.amm = **1,55** kg/cm<sup>2</sup> (strato prof: 1,80 m)

- cedim. corrisp. a q.amm : **3,80** cm

- 2° minimo : q.amm = **1,89** kg/cm<sup>2</sup> (strato prof: 2,40 m)

- cedim. corrisp. a q.amm : **4,64** cm

- 3° minimo : q.amm = **1,93** kg/cm<sup>2</sup> (strato prof: 2,00 m)

- cedim. corrisp. a q.amm : **4,74** cm

**PRESSIONE AMMISSIBILE (incremento netto) q.amm = 1,50 kg/cm<sup>2</sup>**

- cedim. corrisp. a q.amm : **3,68** cm

- FONDAZIONI SUPERFICIALI ISOLATE - Profondità massima prova : Hmax = 15,40 m

- Fondazione tipo: **TRAVE ROVESCIA**

- Larghezza Fondazione : **B = 1,00 m**

- Lunghezza Fondazione : **L = infinita m**

- Piano posa Fondazione :

- Profondità banco compr. :

**H = 1,80 m** (da quota inizio)

**Hc = 4,30 m** (da quota inizio)

Valutazioni su: **PRESSIONE AMMISSIBILE ALLO SCHIACCIAMENTO**

**CEDIMENTI DEL SOTTOSUOLO**

- Coefficiente di sicurezza : **F = 3,0**

- Coefficiente riduzione :

**n = 0,85** rigidezza struttura

- 1° minimo assoluto : q.amm = **1,55** kg/cm<sup>2</sup> (strato prof: 1,80 m)

- cedim. corrisp. a q.amm : **2,51** cm

- 2° minimo : q.amm = **1,98** kg/cm<sup>2</sup> (strato prof: 2,00 m)

- cedim. corrisp. a q.amm : **3,20** cm

- 3° minimo : q.amm = **2,23** kg/cm<sup>2</sup> (strato prof: 2,20 m)

- cedim. corrisp. a q.amm : **3,62** cm

**PRESSIONE AMMISSIBILE (incremento netto) q.amm = 1,50 kg/cm<sup>2</sup>**

- cedim. corrisp. a q.amm : **2,43** cm

## CORRELAZIONI ADOTTATE:

Modulo edometrico  $M_o = \alpha R_p$  : Natura TORBOSA (1)  $\alpha = 1,50$  \* Natura COESIVA (2)  $\alpha = 5,00 - 4,00 - 3,30 - 3,00$   
: Natura GRANULARE (3)  $\alpha = 3,00$

$R_{amm} = R_p / K$  = resistenza ammissibile schiacciamento [  $K = 10,00$  ( $R_p \leq 10$  kg/cm<sup>2</sup>) -  $K = 15,00$  ( $R_p \geq 30$  kg/cm<sup>2</sup>) ]

## LEGENDA CAPACITA' PORTANTE / CEDIMENTI FONDAZIONI

### CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONI SUPERFICIALI (Validità orientativa)

Prefissato lo spessore  $H_c$  del banco comprimibile (entro il quale condurre le valutazioni della capacità portante dei cedimenti), viene condotta la verifica allo schiacciamento dei diversi strati del sottosuolo (spessore 20 cm) nei confronti delle tensioni verticali indotte dal carico agente in superficie e valutate secondo la teoria dell'elasticità (Boussinesq).

La pressione ammissibile del terreno di fondazione  $q_{amm}$  è quel valore che determina nel sottosuolo tensioni verticali massime (al centro della superficie di carico) compatibili con la resistenza allo schiacciamento  $R_{amm}$  dei vari strati del banco comprimibile, sia con i cedimenti della struttura.

La resistenza allo schiacciamento  $R_{amm}$  (ammissibile) del generico livello (spessore 20cm) viene valutata con le usuali correlazioni del tipo : (L'Herminier 1953 - Meyerhof 1956/65 - Sanglerat 1972)

$$R_{amm} = R_p / K \quad (K \text{ funzione di } R_p)$$

dove :

- $K = 10$  per  $R_p \leq 10 \text{ kg/cm}^2$
- $K = 15$  per  $R_p \geq 30 \text{ kg/cm}^2$

### CEDIMENTI FONDAZIONI SUPERFICIALI (valutazioni orientative)

IPOSTESI : - consolidazione monodimensionale (schema edometrico)

- tensioni verticali nel sottosuolo secondo la teoria dell'elasticità (Boussinesq)
- valutazione dei cedimenti nell'ambito della profondità  $H_c$  del banco comprimibile
- modulo edometrico  $M_o = \alpha R_p$  valutato in base alla natura litologica (presunta).

Il calcolo dei cedimenti (esteso all'intera profondità  $H_c$  del banco comprimibile) viene condotto per strati successivi (spessore  $h = 20 \text{ cm}$ ), valutando per ciascuno strato la tensione verticale  $\sigma_v$  (al centro della superficie di carico), nonché il relativo valore del modulo edometrico  $M_o$ , in base all'espressione :

$$\text{cedimento } S = n \sum (h \sigma_v / M_o)$$

ove :  $n$  = eventuale coeffic. di riduzione ( $n \leq 1$ ) che tiene conto della rigidità strutturale .