



**Dott. Geol. Del Pero Gianbattista**  
**Via dei Mille, 4**  
**20036 MEDA (MI)**

**Tel. 0362/343493 - 330/225140**



## ***P.L. C5 - DESIO***

### ***Relazione geologico-tecnica***

***dalle prove penetrometriche effettuate ex d.m. 11.03.88***

***e***

***fattibilità geoambientale di dettaglio***

***ex art. 8 N.t.a del P.r.g. per i contenuti della l.r. 41/97.***



**Novembre 2005**

## **INDICE**

<b>1 - SCOPO DELL'INDAGINE ed INQUADRAMENTO</b>	<b>pag.</b>	<b>2</b>
<b>2 - GENERALITA' E VERIFICA DELLA FATTIBILITA' GEOLOGICA</b>	<b>pag.</b>	<b>4</b>
<b>3 - PROVE GEOGNOSTICHE</b>	<b>pag.</b>	<b>6</b>
<b>4 - CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI, CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE e DEI CEDIMENTI INDOTTI</b>	<b>pag.</b>	<b>9</b>
<b>5 – CONCLUSIONI</b>	<b>pag.</b>	<b>11</b>
<b>APPENDICE</b>	<b>pag.</b>	<b>12</b>

## 1 - SCOPO DELL'INDAGINE e INQUADRAMENTO

Su incarico dei proponenti l'attuazione del PL denominato C5, da realizzarsi in Desio, con accesso da Via Molino Arese, è stata redatta la presente relazione per la valutazione della fattibilità geologica di dettaglio dell'intervento, per le attenzioni richieste dall'art. 8 delle N.t.a. del P.r.g. di Desio (Tutela ambientale: la qualità del suolo e le zone di rispetto dei pozzi idrici), che richiede la valutazione delle potenziali interazioni tra gli ambiti di nuovo intervento e le componenti naturali ai fini della tutela ambientale.

L'area in esame è compresa in una zona classificata dallo "Studio Geologico Ambientale di Supporto al P. R. G." con fattibilità geologica "con modeste limitazioni" (classe 2 di fattibilità, di cui alla l.r.41/97, ora riprese nella l.r. 12/05), aree aventi incerte caratteristiche nei livelli superficiali del terreno, pur senza sottolineare fattori di rischio potenzialmente indotti dall'urbanizzazione.

L'assenza di fattori di rischio specifico non esime dalla necessità di verificare la compatibilità geologico-ambientale del territorio a ricevere nuove urbanizzazioni. In questo lavoro si analizzeranno i fattori geoambientali interagenti con l'intervento in progetto per esprimere un parere di fattibilità geologica di dettaglio, come previsto dalla l.r. 41/97, alla luce delle attenzioni richieste dall'art. 8 delle N.t.a.

Sull'area, in particolare, è stata effettuata la caratterizzazione geologico-tecnica del sottosuolo, sviluppata mediante prove penetrometriche, secondo il d.m. 11/3/88 *"Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce... le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ... delle opere di fondazione"*.

I risultati dell'indagine forniscono la caratterizzazione del sottosuolo nell'intorno dei punti sui quali sono state effettuate le prove penetrometriche, fornendo al progettista delle opere strutturali le informazioni necessarie al dimensionamento delle fondazioni degli edifici in progetto.

Sono state effettuate il 3 Novembre 2005 sei penetrometrie, la cui ubicazione è risultata parzialmente condizionata dall'accessibilità dei luoghi, i cui risultati sono stati elaborati per la redazione della presente relazione geologico-tecnica.

L'area di intervento si posiziona su terreni a morfologia pianeggiante prodotti di depositi fluvioglaciali remoti, e successivi fluviali, con una litologia grossolana prevalentemente ghiaiosa, addensata anche a debole profondità, con intercalazioni sabbioso-limose subordinate.

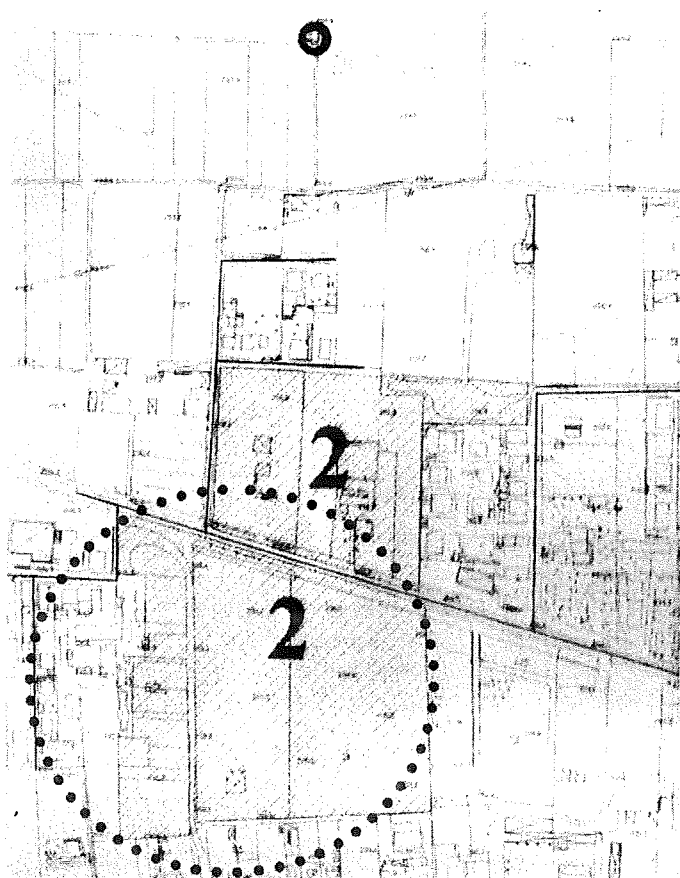
Con la profondità si nota un incremento del grado di cementazione della ghiaia, che può essere già avvertito alle quote di imposta delle fondazioni degli edifici.

Localmente, al di sotto di questi orizzonti, fanno la loro comparsa livelli sabbiosi in grado di condizionare il comportamento geotecnico di interventi complessi.

La falda è a profondità notevole e non sono segnalate falde sospese.

Dallo studio geologico di supporto al PRG si evidenzia che nella **"Carta dei rischi e dei vincoli ambientali"** non sono segnalati fattori di rischio specifico né nell'area di intervento che nei dintorni. Inoltre la cartografia di sintesi che attua un azzonamento del territorio comunale fornendo il grado di compatibilità per gli interventi, **"Carta della fattibilità geologica"** (allegato cartografico **GA10** al P.R.G.), individua aree per le quali si è ritenuto opportuno proporre l'azzonamento nella classe di fattibilità geologica 2 (fattibilità con modeste limitazioni), anche ai sensi della l.r. 41/97.

Il redattore dello studio geologico ha incluso in classe 2. aree zone in cui dati sono insufficienti oppure hanno evidenziato problematiche di carattere igienico-ambientale legate o alla vicinanza di pozzi idropotabili o che richiedono (zone industriali) indagini particolari di approfondimento.



## 2 - GENERALITA' E VERIFICA DELLA FATTIBILITA' GEOLOGICA

I criteri emanati dalla Regione Lombardia con legge regionale n. 41 del 1997 richiedono che il territorio oggetto di pianificazione urbanistica sia suddiviso in classi di fattibilità:

**1) fattibilità senza particolari limitazioni:** sono quelle aree per le quali gli studi condotti non hanno evidenziato particolari problematiche geologiche o situazioni a rischio, per cui non vi sono controindicazioni geologiche all'urbanizzazione o alla modificazione di destinazione d'uso delle particelle.

**2) fattibilità con modeste limitazioni:** aree con pendenze fino a 25° in presenza di terreni e fino a 35° per le rocce ed i detriti di falda cementati o, comunque, che presentino condizioni limitative alla modifica delle destinazioni d'uso dei terreni, per superare le quali si rendono necessari approfondimenti geologico-tecnici o idrogeologico finalizzati ad eventuali opere di sistemazione e bonifica.

**3) fattibilità con consistenti limitazioni:** questa categoria comprende aree con limitazioni alla modificazione delle destinazioni d'uso dei terreni, generalmente acclivi o con presenza di terreni con caratteristiche geotecniche scadenti; sono incluse anche aree con bassa soggiacenza della falda o con fenomeni geomorfologici in atto e, infine, in presenza di un reticolo idrografico disordinato o degradato.

**4) fattibilità con gravi limitazioni:** sono aree sconsigliate per l'urbanizzazione in quanto dalle fasi di studio sono emerse gravi controindicazioni di carattere geologico. Sono in genere aree con eccessiva acclività del pendio, con presenza di frane, di zone di pertinenza dei corpi idrici e delle opere di presa idropotabile.

Il redattore dello studio geologico ha incluso in classe 2 anche aree zone in cui dati sono insufficienti oppure aree che hanno evidenziato problematiche di carattere igienico-ambientale legate o alla vicinanza ad opere di captazione pubblica, inserite nella rete idropotabile del comune o che richiedono (ad es. aree industriali dismesse) indagini particolari di approfondimento.

Non sono segnalati fattori di rischio legati a parametri geologico-ambientali nell'intorno dell'area proposta per l'intervento, anche se la fattibilità geologico-ambientale può subire limitazioni anche per altre problematiche, laddove gli ambiti di intervento si trovino vicini ad opere di captazione o si riferiscano al recupero di zone ex-industriali, come richiesto dall'art. 8 delle NTA del PRG. Per altri versi deve essere valutata la componente geotecnica.

**Interazioni di carattere igienico-sanitario** possono essere prevenute anche con il semplice rispetto delle norme vigenti, in particolare per quanto riguarda le emissioni di acque reflue che quelle riguardanti rilasci in atmosfera.

Il rischio di contaminazione pregressa, e di veicolazione in direzione della falda, risulta limitato in assoluto e contenuto sia per la profondità della falda che per la presenza di livelli di protezione nella stratigrafia locale (argille e orizzonti conglomeratici cementati), oltre all'assenza di opere di presa idropotabile pubbliche. Il pozzo privato censito con la denominazione e DES 24 è ubicato a monte di flusso e, pertanto, in direzione opposta rispetto alla direzione di percolazione sotterranea delle acque.

L'area si presenta in larga parte come incolto e parzialmente interessata da attività orticole, che con riferimento alle norme di tutela ambientale, **non sono soggette alle attenzioni di cui al D.M. 471/99, con ciò rispondendo anche a quanto richiesto dall'art. 8 delle N.t.a.** del vigente P.r.g., che chiaramente esplicita il concetto al comma 5 del citato articolo, richiedendo l'applicazione della procedura laddove gli interventi interessino porzioni del territorio comunale sulle quali siano o siano state insediate attività produttive dalle quali derivino reflui industriali o residui qualificabili come rifiuti speciali, fattispecie che non si configura nel caso specifico.

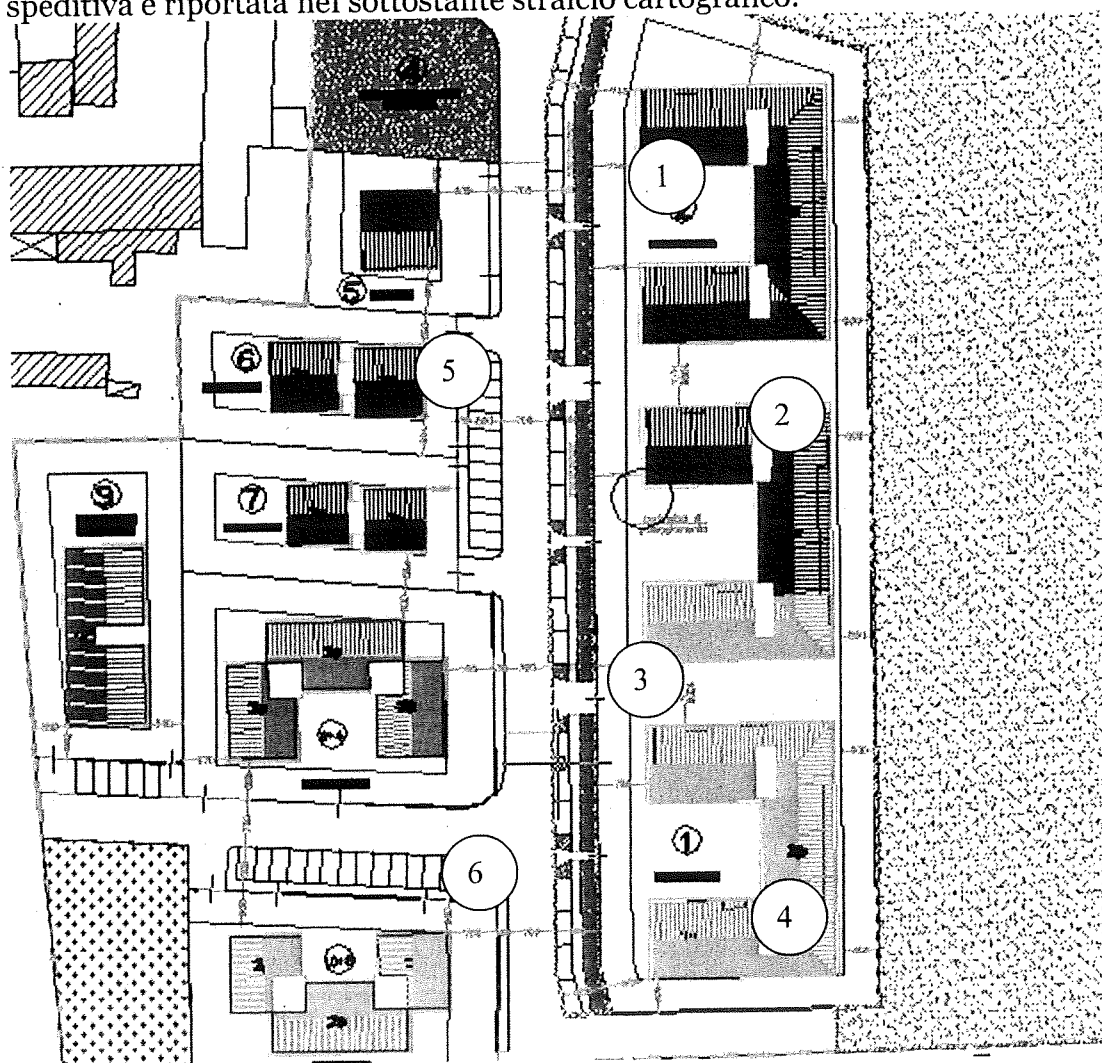
Ultimo elemento di attenzione da valutarsi per l'analisi dei fattori di rischio legati all'urbanizzazione dell'area riguarda gli **aspetti geotecnici**; qui si fa riferimento alle conoscenze dirette del sottosuolo per la specifica indagine geotecnica, di cui si dirà più avanti, che manifesta una generale situazione favorevole.

In zone sensibili è doveroso, nell'interesse dei proponenti, ma anche della collettività, sviluppare approfondimenti di natura geologica. Per quanto emerso nella presente relazione, peraltro, emerge che la fattibilità geologica così come rilevata, alla scala di dettaglio, risulti definire **uno scenario di rischio geologico, e di interazione negativa ai fini della tutela ambientale più che modesto.**

Lo studio della componente geologica nella pianificazione comunale sintetizzava una fattibilità geologica di classe 2 (con modeste limitazioni): l'analisi di dettaglio consente di definire una fattibilità senza limitazioni essendo contenuto il livello d'interazione con le componenti geologiche analizzate e, pertanto, sia verificata la compatibilità con l'assetto geologico-ambientale.

### 3 – PROVE GEOGNOSTICHE

La caratterizzazione geotecnica del sottosuolo dell'area di intervento, visto lo schema progettuale che prevede la realizzazione di diversi edifici dislocati nel lotto di intervento, ha richiesto l'esecuzione di sei prove penetrometriche, la cui ubicazione è riportata nel sottostante stralcio cartografico.



L'interasse tra le prove consente di acquisire informazioni utili a definire il comportamento medio del lotto di intervento, mentre la densità sviluppata può evidenziare eventuali anomalie nel comparto, suggerendo interventi compensativi da attuare in fase esecutiva.

La prova penetrometrica consiste nell'infissione nel terreno di una punta conica posta all'estremità di un'asta prolungabile mediante l'aggiunta di successivi spezzoni.

L'infissione avviene per battitura facendo cadere da un'altezza costante un maglio di peso standard. Durante la prova viene misurato il numero di colpi necessario a fare avanzare di 30 cm (piede) il sistema delle aste.

Per questo lavoro è stato utilizzato un penetrometro installato su un cingolato semovente con le seguenti caratteristiche tecniche:

Peso del maglio: 73 Kg

Altezza di caduta: 75 cm

Diametro punta conica: 51 mm con

Angolo al vertice punta conica: 60°

Diametro aste: 32 mm



**Il penetrometro in postazione P1**

L'avanzamento in profondità è stato progettato sino a circa – 7 metri, evidenziando un comportamento geotecnico di buona qualità che si mantiene omogeneo sull'areale, condizionato dalla presenza di orizzonti compressibili a medie profondità, la cui presenza verrà tenuta in considerazione al fine di adottare dimensionamenti cautelativi delle strutture di fondazione.

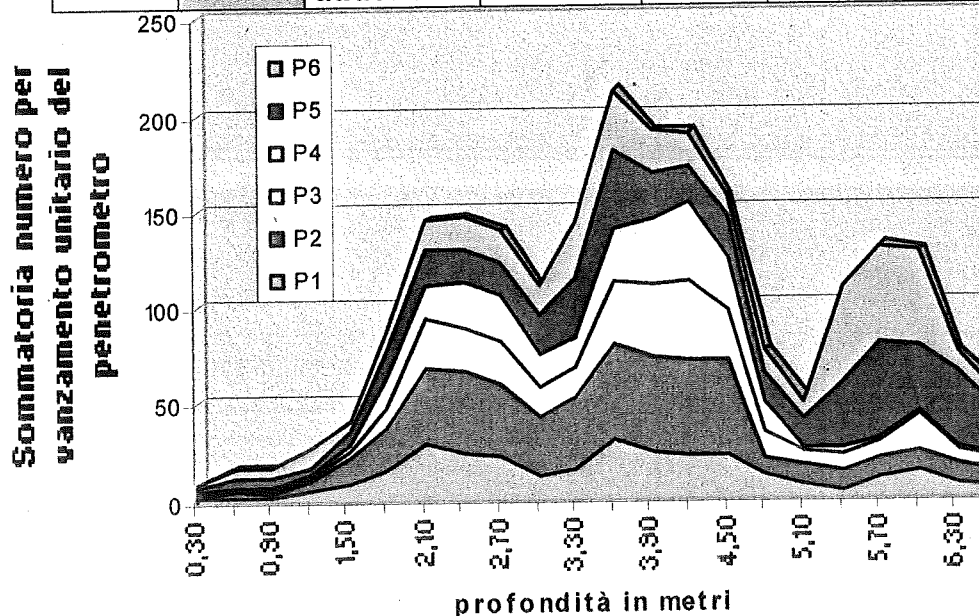
Nella pagina seguente viene riportata la tabella dei valori ottenuti con le prove penetrometriche (numero di colpi per avanzamento di 30 cm), “visualizzando” la litologia significativa in termini geotecnici: dopo i livelli superficiali all'orizzonte con materiali addensati fa seguito la presenza di materiali compressibili, con un ruolo relativo sul comportamento geotecnico locale, comunque da considerare.

Per meglio visualizzare la situazione è poi inserito un grafico derivato dalla sommatoria del numero di colpi per pari avanzamento ad uguale profondità.

Questo grafico, rappresentando la resistenza all'avanzamento del penetrometro ad eguale profondità, descrive in maniera speditiva la “portanza” dei terreni.



prof. m						
	P1	P2	P3	P4	P5	P6
0,30	1	1	1	1	3	1
0,60	2	2	2	1	4	6
0,90	1	2	2	2	4	5
1,20	4	6	1	2	3	11
1,50	9	13	3	4	7	5
1,80	15	22	10	15	15	10
2,10	28	40	26	17	19	15
2,40	24	43	21	25	17	17
2,70	22	37	23	23	17	18
3,00	11	31	15	18	20	15
3,30	15	37	16	15	31	29
3,60	30	100	32	28	40	32
3,90	23		37	35	23	23
4,20	22		40	41	19	18
4,50	22		25	28	22	9
4,80	11		13	15	15	13
5,10	6		7	3	15	9
5,40	3		9	3	34	100
5,70	10		8	2	100	
6,00	14		18	2		
6,30	6		8	1		
6,60	4		6	2		
6,90	3			7		
7,20	7			12		
7,50	100			6		
		Mista addensata				



#### 4 - CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI, CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE e DEI CEDIMENTI INDOTTI

I terreni investigati mostrano una buona omogeneità laterale subito dopo la coltre superficiale aerato-agraria, e consentono la ricostruzione della stratigrafia geotecnica locale del sottosuolo.

L'elemento caratteristico dei terreni investigati è la comparsa di livelli ghiaioso da addensato a molto addensato a partire dalla profondità di circa 1,50/1,80 dal piano campagna, e che si mantengono su buoni valori in profondità, con qualche segnale di livelli compressibili profondi, la cui interazione con le strutture di progetto appare limitata ma la cui presenza deve essere valutata applicando valori cautelativi nel dimensionamento geotecnico della portanza ammissibile con fattore di sicurezza, ai sensi del D. M. 11.03.88.

I terreni mostrano, infatti, alti valori di resistenza già all'esaurirsi del primo orizzonte superficiale aerato-agrario e a profondità comprese tra 1,50 ed i 1,80 metri, la resistenza aumenta notevolmente sino a determinare il rifiuto strumentale (100 colpi per avanzamento unitario del penetrometro di 30 cm) raggiunto in tre occasioni delle prove effettuate già da -3,60 indicando, localmente, ottimo comportamento geotecnico. Il rifiuto si ottiene poi più in profondità anche in altre due prove dopo avere attraversato, però, livelli notevolmente meno resistenti.

E' pertanto da ritenersi che omogeneamente nel lotto al di sotto delle ghiaie addensate siano presenti sabbie relativamente meno portanti.

Non sono state rinvenute falde sospese sino alla profondità massima investigata, più che adeguata a fornire garanzie di totale isolamento per eventuali risalite.

Per quanto sopra, ancorché in una situazione favorevole, è opportuno operare con approccio cautelativo considerando i parametri geotecnici minori forniti dall'elaborazione dei dati di campagna che sono riassunti nella successiva tabella.

Per il calcolo dell'angolo d'attrito si è utilizzata la relazione proposta da Peck, Hanson e Thornburn. La densità relativa è valutata con la relazione di Gibbs-Holtz.

da (m)	A (m)	angolo d'attrito Phi (°)	Densità relativa DR (%)	Modulo E (Mpa)	Peso di Volume (kN/mc)	<u>Ipotesi stratigrafica</u>
0	1.2	24	30	10	14.5	Alterazione superficiale
1.2	4.8	32	70	30	20	Ghiaie e sabbie da med. addensate e addensate
4.8	7.5	26	40	17	16.5	sabbie sciolte con ghiaia

La situazione riscontrata richiede la simulazione geotecnica con dimensionamenti cautelativi, per la presenza di livelli sabbiosi sotto le ghiaie addensate, condizione predisponente il cedimento che, naturalmente, deve essere prevenuto.

Il calcolo della portanza è stato effettuato per moduli standard di fondazione. La relazione fornirà la portata ammissibile con fattore di sicurezza e il progettista verificherà tali valori in funzione delle opere di progetto.

I calcoli della capacità portante ( $q_a$ ) sono stati eseguiti con il metodo Meyerhof-Bowles per fondazioni di larghezza  $B$  alla profondità di 3.00 m imponendo cedimenti immediati variabili tra 15 e 25 mm, comunque compatibili con l'intervento in progetto.

Si ottiene  $q_a = (N/F_1) \cdot K_d$  se  $B \leq F_4$  e  $q_a = (N/F_2) \cdot (B + F_3/B)^2 \cdot K_d$  se  $B > F_4$  dove:  **$q_a$ : capacità portante ammissibile**

$N$ :  $N_{spt}$  medio degli strati da  $-0.5 B$  sopra il piano di posa a  $2B$  sotto il piano di posa. Nel nostro caso, 12, dai valori cautelativi mediati di  $p_1$  e  $p_4$ .

$K_d = 1 + 0.33 (D/B)$  deve essere  $\leq 1.33$   $F$  = coefficienti standard di modello e infine  **$Q_{amm}$**  = capacità portante ammissibile con fattore di sicurezza (3)

Nella tabella riepilogativa dei valori di capacità portante ammissibile con fattore di sicurezza risultanti dalle simulazioni condotte, con riferimento a moduli di fondazione di dimensioni standard per terreni naturali è fornito il coefficiente di sottofondo (Winkler) calcolato secondo relazioni sviluppate in funzione della natura dei terreni e del coefficiente sperimentale di Terzaghi, calcolato in funzione del peso di volume del terreno indagato, nel nostro caso rispettivamente pari a 3.0.

<b><math>Q_{amm}</math> del terreno per fondazioni di larghezza <math>B</math> appoggiate a circa -3.00 m</b>				
B metri	Cedimento immediato 1.0	Cedimento immediato 1.5	Cedimento immediato 2.0	K Winkler
0.75		1.8		0.98
1.00	1.15	1.7		0.85
1.25		1.6	2.15	0.77
1.50		1.45	2	0.72
3.00*3.00	1.00	1.15	1.55	0.61

I risultati ottenuti sono pertanto quindi compatibili con l'intervento di progetto al netto di verificare la struttura in funzione del cedimento ammesso con preferenza per moduli di fondazione la trave per la prevenzione di potenziali cedimenti differenziali. Per i criteri del d.m. 11.03.88, si definisce come portata massima ammissibile, compensata e con fattore di sicurezza (3), il valore **di 1,60 kg/cmq** per cedimento contenuto in 15 mm, per fondazioni superficiali su trave a circa -3 m dal p.c.

## 5 – CONCLUSIONI

Con l'indagine realizzata sul terreno sito in Desio, con accesso da Via Molino Arese, interessata dal P.L. denominato C5, sono state verificate le condizioni geologico-tecniche dell'area di intervento per la realizzazione di insediamenti residenziali, ai sensi del D.M. LL.PP. 11.3.88, verificandone la compatibilità geologico-ambientale ai sensi dell'art. 8 delle N.t.a. del P.r.g, secondo i criteri della l.r. 41/07.

E' stata individuata una situazione eterogenea nel sottosuolo nel quale al di sotto dei classici orizzonti ghiaiosi addensati, anche molto addensati, sono presenti livelli sabbiosi che suggeriscono dimensionamenti strutturali cautelativi.

La **portata massima ammissibile** con fattore di sicurezza (3) è definita, pertanto, in **1,60 Kg/cmq**, in funzione di un cedimento di progetto contenuto, fornendo valori compatibili con le esigenze del P.L. in oggetto.

Con riferimento alla compatibilità geologica ed alla fattibilità ambientale, anche come definita nello "Studio Geologico Ambientale di Supporto al P. R. G.", e per le attenzioni richieste dall'art. 8 delle N.t.a. del P.r.g, si conclude che l'area presenta una predisposizione al rischio ed una vulnerabilità ambientale modeste.

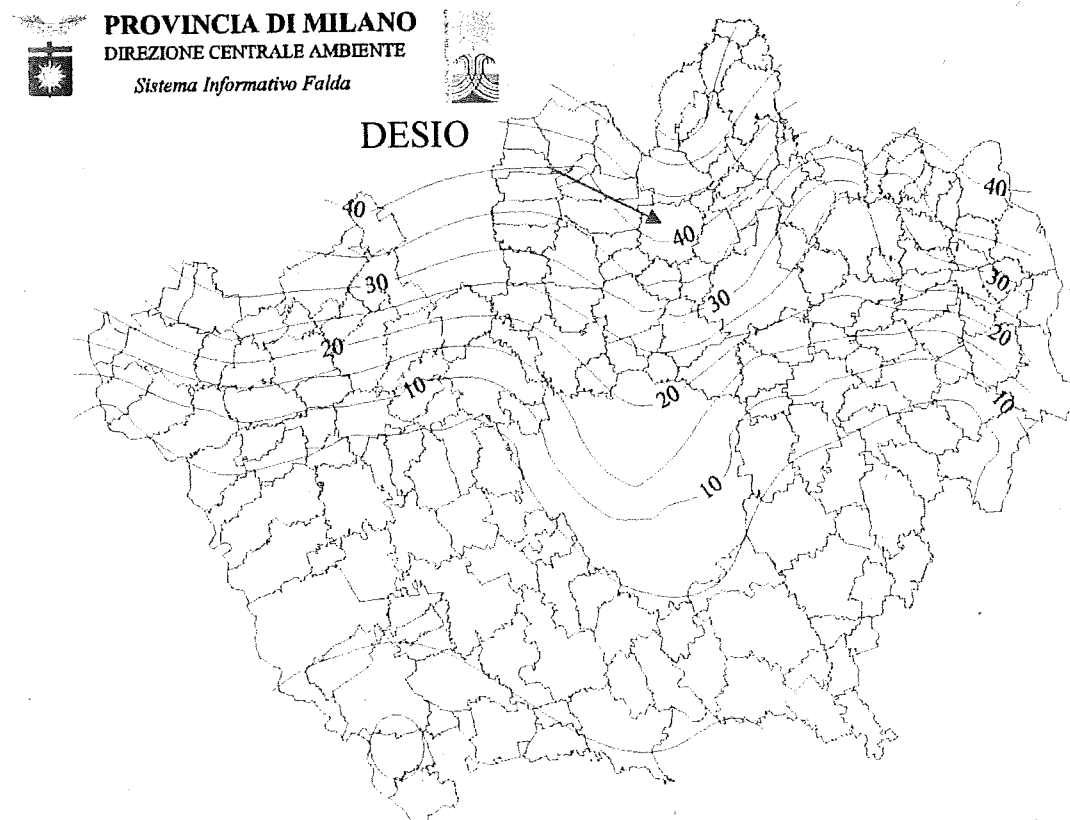
Pertanto, **nulla osta da un punto di vista geologico-ambientale alla attuazione del P.L. C5**, al netto di adottare le usuali cautele geoambientali e di adottare i dimensionamenti geotecnici funzionali individuati con la presente indagine.



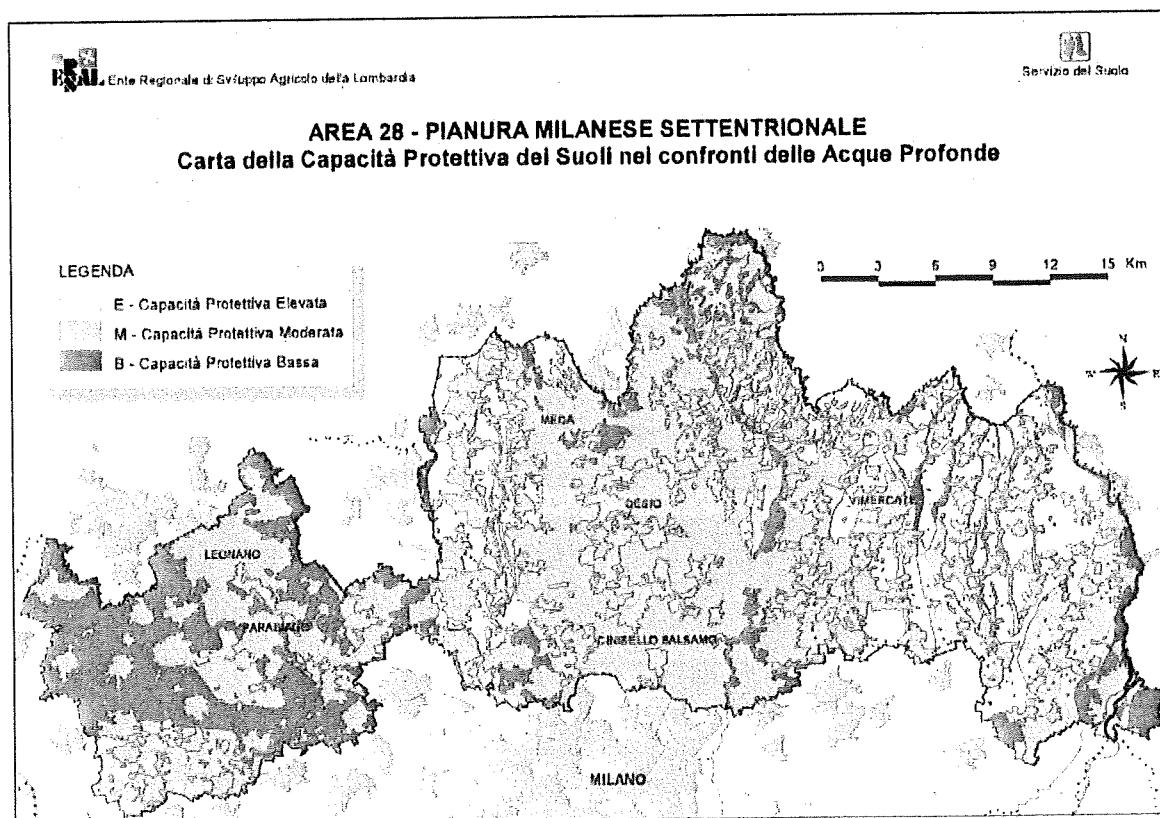
Meda - Desio, 11/11/05

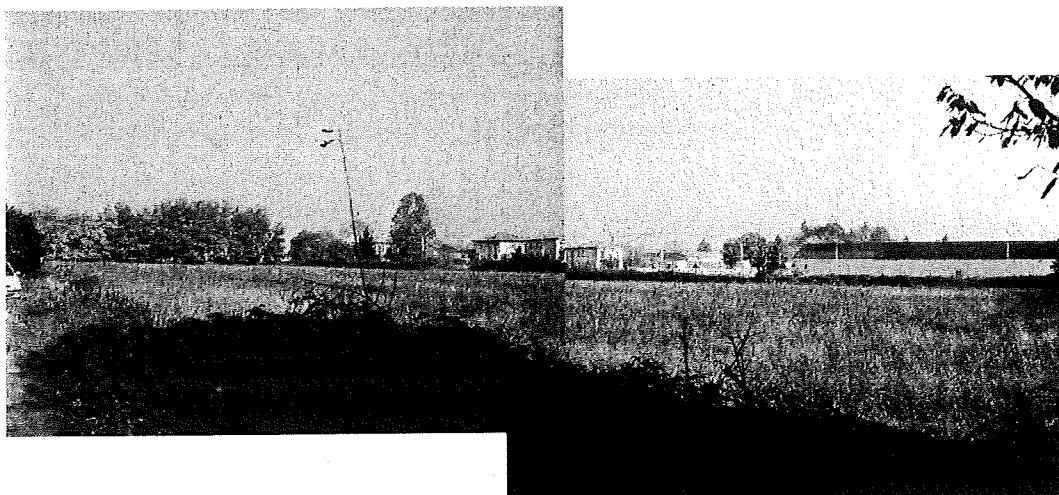
Dr. Geol. Del Pero Gianbattista  
Ordine dei Geologi della Lombardia  
al n. 517

## APPENDICE



CARTA DELLA SOGGIACENZA DELLA FALDA FREATICA NELLA PROVINCIA DI MILANO (metri da p.c.)



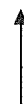


**Ambito di intervento - lato est**

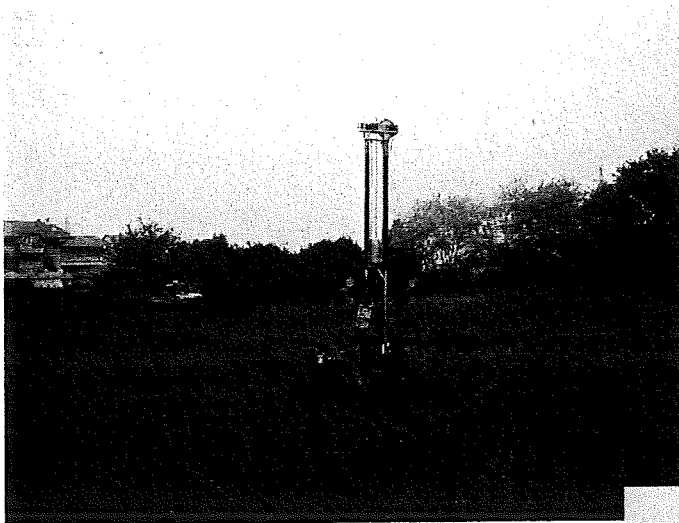


**Lato ovest**

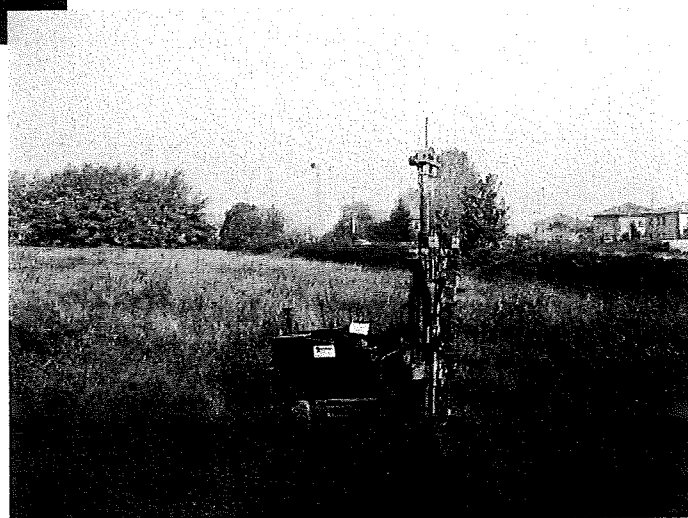
**penetrometro in P6**



P2



P3



P5

