

COMUNE DI MONZA

P.I.I. AMBITO 7 VIA LECCO E AREA SISTEMA VIALE LIBERTA'

Proponente

La Villata S.p.a.

ESSELUNGA S.p.a.

CEDI S.r.l.

Coordinamento generale

studio NONIS

Via Schievano 12 - 20143 Milano
tel. 02.89181311
e-mail: nonisarch@nonisarch.it

Progettisti:

Architettura - Urbanistica

studio NONIS

Arch. Fabio Nonis

studio BERTANI

Ing. Claudio Bertani

Progettisti:

Viabilità - Urbanizzazioni

TRM CIVIL DESIGN srl

Ing. Michele Rossi

TRM ENGINEERING srl

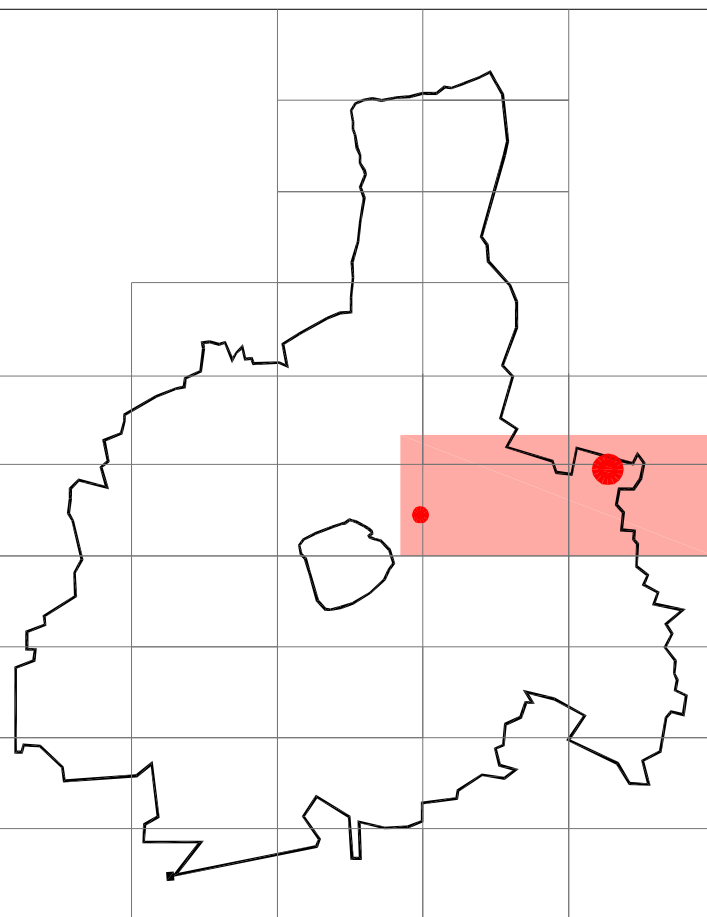
Ing. Michele Rossi

Progettisti:

Tecnologia -ambiente - Urbanizzazioni

PLANNING S.r.l.

Ing. Gianluigi Marazzi



INDAGINE GEOGNOSTICA

all. T3

scala data 28/09/ 2012

revisioni data

data

data



STUDIO TECNICO GEOM. UGO CELOTTI s.r.l.

CAPITALE SOCIALE EURO 100.000,00 I.V.

VIA MINCIO, 22 - C.A.P. 20139 MILANO TEL. 02.5393977 - FAX 02.5392262
e-mail: studiocelotti@studiocelotti.it

SONDAGGI GEOGNOSTICI GEOTECNICI AMBIENTALI - PROVE SU TERRENI DI FONDAZIONE - INDAGINI E RICERCHE GEOLOGICHE E IDROLOGICHE - PERFORAZIONI PROFONDE PER GEOTERMIA PER DISPERSORI PER STRUMENTAZIONI - PROSPEZIONI GEOFISICHE GEOELETTRICHE - RILIEVI TOPOGRAFICI
C.C.I.A.A. REG. DELLE IMPRESE DI MILANO - COD.FISC.-PART.IVA 05092310969 - SOA 5496/58/01

Milano, 20/09/2012

Spett.le

ESSELUNGA S.P.A.

Prot. N. 6164/063/12

Via Gianbologna n° 1

LIMITO DI PIOLTELLO (MI)

OGGETTO: Insediamiento edilizio nel Comune di MONZA - Via LECCO - Viale LIBERTÀ.

RELAZIONE GEOTECNICA PRELIMINARE

Introduzione

Le presenti note si riferiscono all'area ubicata nel Comune di MONZA posta tra la via LECCO, viale LIBERTÀ e Via MERELLI. È posta nella zona urbana nord-orientale di MONZA su terreni la cui litologia e consistenza è macroscopicamente nota.

Nell'area è prevista la realizzazione di un insediamento edilizio a destinazione residenziale, commerciale e terziario.

Nel seguito sono fornite le indicazioni preliminari sulle caratteristiche litologiche e meccaniche dei terreni dell'area d'insediamento degli edifici e sulle possibili tipologie di fondazione.

Sono forniti altresì gli orientamenti sulla classificazione sismica dei terreni della zona.

Quanto esposto è da intendere preliminare e orientativo, funzionale allo sviluppo del progetto strutturale e dovrà essere oggetto di verifica ed approfondimento con l'esecuzione di indagini e prove geotecniche finalizzate alla definizione del modello geotecnico, del regime delle pressioni interstiziali e della classificazione sismica di dettaglio.

Potrà anche essere utile per la progettazione definitiva della campagna d'indagine geotecnica.



Capitolo 1 **CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA**

Come accennato in apertura, tutto quanto esposto sull'argomento è da intendere preliminare e oggetto di verifica mediante indagini strumentali in situ ed in laboratorio. È dedotto dalla documentazione d'archivio e dall'esperienza maturata dagli scriventi sui terreni della zona.

1.1 – Litologia

Tipicamente i terreni in esame sono costituiti da una compagine di origine fluvio-glaciale che fino alla massima profondità d'interesse specifico, giudicata pari a 25 m, sono prevalentemente a grana grossa.

In particolare, al disotto del ricoprimento superficiale di origine antropica, oggetto di regolarizzazioni e bonifiche avente tipicamente spessore contenuto entro il metro, è presente sabbia, da media a grossolana, e ghiaia di media pezzatura. In subordine è presente il limo in percentuali generalmente non superiori al 15%.

Come è tipico dei terreni dell'area urbana di MONZA la prevalenza del litotipo sabbioso si alterna con quello ghiaioso in livelli di spessori molto variabili, generalmente compresi tra 2÷3 m e 5÷6 m. Tendenzialmente nella zona prevale il contenuto di sabbia sulla ghiaia.

Senza alcuna correlazione plano-altimetrica sono presenti:

- già a partire da qualche metro di profondità, tipicamente dalla -3÷-4 m dal piano campagna, lenti di terreno cementato - "ceppo" - aventi spessore generalmente inferiore al metro,
- intercalazioni a prevalente frazione limosa di spessore di qualche metro; queste si ritiene siano presenti a profondità maggiori di 10 m.

1.2 – Caratteristiche meccaniche

Lo stato di addensamento dei terreni in esame è molto variabile arealmente ed in profondità.

In generale entro i primi dieci metri, per spessori di incerta definizione, molto variabili anche entro aree poco estese, i terreni sono deposti in uno stato di addensamento molto sciolto cui corrispondono resistenze GEO, associabili ad esempio a fondazioni dirette superficiali, inferiori ai 100 kPa (resistenza carat-



teristica - SLE).

In profondità la densità aumenta spesso repentinamente, a denotare la presenza di materiali con caratteristiche meccaniche eccellenti.

Come già esposto sopra, altra tipicità dei terreni della zona è la presenza, all'interno degli strati profondi di elevata densità, di croste cementate ad disotto delle quali si rinvencono materiali molto sciolti per spessori non elevati.

Per quanto sopra il modello geotecnico dei terreni in esame può essere riassunto come riportato nella tabella 1.1.

TABELLA 1.1 - MODELLO GEOTECNICO SEMPLIFICATO

STRATO	LITOLOGIA	STATO DI ADDENSAMENTO
A	Riporto di deposizione antropica	Variabile
B	Sabbia ghiaiosa/ghiaia sabbiosa in matrice limosa	Molto sciolto
C	Sabbia ghiaiosa/ghiaia sabbiosa in matrice limosa	Da medio a elevato
C1	Intercalazioni di terreno cementato all'interno dello strato C	Consistenza variabile fino a litoide
C2	Intercalazioni sabbiose ghiaiose all'interno dello strato C	Molto sciolto
C3	Intercalazioni limose all'interno dello strato C	Consistenza da molle a media

Le caratteristiche meccaniche dei terreni dei vari strati potranno essere definite con buona affidabilità eseguendo le prove geotecniche usualmente adottate nei terreni a granulometria grossolana. L'individuazione delle quote di separazione degli strati porrà notevoli difficoltà e potrà dare luogo a incertezze considerata l'attesa repentina variabilità planoaltimetrica della posizione dei vari litotipi.

1.3 - Idrologia

Nell'area in esame la falda acquifera è presente a profondità dell'ordine dei 25÷30 m.

La pressione interstiziale a tale profondità potrà pertanto interferire con il comportamento di fondazioni impostate su elementi verticali profondi. Non si ritiene influente sul comportamento di fondazioni dirette superficiali, pur anche di elevata estensione (platee di fondazione)



1.4 - Sismicità dell'area

Nel seguito viene fornito un inquadramento generale sulla classificazione sismica dell'area in esame nel rispetto delle disposizioni delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni del Decreto Ministeriale del 14/01/2008.

- **a)** Secondo la normativa vigente la tipologia del suolo di fondazione è dipendente dal valore v_{s30} , definito come media della velocità delle onde di taglio entro i primi 30 m dal piano di fondazione.

Si ricorda che la normativa suddivide i terreni secondo quanto esposto nella tabella 1.2.

TABELLA 1.2 – CLASSIFICAZIONE DEL TIPO DI SUOLO

CATEGORIA DI SUOLO	LITOLOGIA	v_{s30} [m/s]	N_{SPT} [/]	c_u [kPa]
A	Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore ≤ 5 m.	>800	/	/
B	Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti con spessore di diverse decine di metri.	$360 \div 800$	>50	>250
C	Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza con spessori variabili da diverse decine di metri fino a centinaia di metri.	$180 \div 360$	$15 \div 50$	$70 \div 250$
D	Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti.	<180	<15	<70
E	Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali con spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con $v_{s30} >800$ m/s.	come C o D	/	/

v_{s30} = velocità di diffusione delle onde di taglio (cfr. più avanti),

N_{SPT} = resistenza SPT,

c_u = coesione non drenata.

In generale si può a buona ragione affermare che i terreni dell'area in esame fanno parte della **Categoria di Suolo C.**

- **b)** Le verifiche strutturali nei diversi stati limiti vanno condotte adottando le azioni sismiche che sono funzione della "pericolosità sismica" dell'area in esame.

La "pericolosità sismica" è definita a partire dall'accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su suolo rigido, con piano campagna orizzontale.



Le azioni di progetto dovute al sisma si ricavano dalle accelerazioni a_g e dalle relative forme spettrali definite, sul sito di riferimento, in funzione dei parametri:

- a_g = accelerazione orizzontale massima al sito,
- F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale,
- T_c^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

I valori di tali parametri sono riportati nella tabella esposta nell'Allegato A del citato decreto in corrispondenza delle coordinate geografiche di una griglia di punti prefissati sul territorio. I parametri dell'area in esame vengono ottenuti per interpolazione lineare tra quattro punti della griglia.

Considerando con sufficiente approssimazione l'area ubicata in corrispondenza del centro del Comune di MONZA, nella figura 1.1 sono mostrati i quattro punti della griglia in cui è compreso il centro di MONZA e le relative coordinate geografiche.

Dall'interpolazione eseguita utilizzando il software del Consiglio Superiore dei Lavori pubblici "SpettriNTC.ver.1.0.3" risultano, per il sito in esame i valori dei parametri a_g , F_0 e T_c^* riportati in tabella 1.3.

FIGURA 1.1 - PUNTI DI GRIGLIA ADIACENTI IL SITO IN ESAME

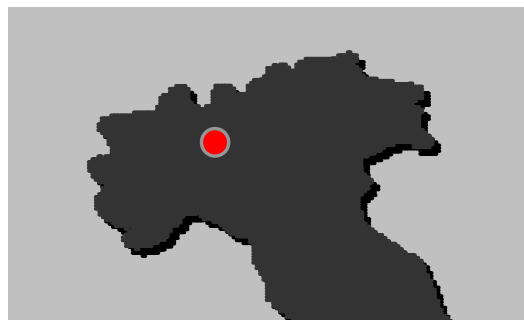
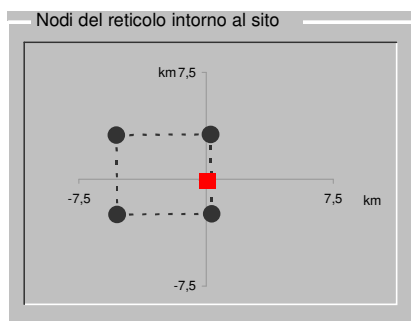




TABELLA 1.3 - VALORI DEI PARAMETRI a_g , F_0 E T^*_c

T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T^*_c [s]
30	0,020	2,557	0,160
50	0,025	2,551	0,193
72	0,030	2,547	0,208
101	0,033	2,567	0,222
140	0,037	2,584	0,233
201	0,042	2,582	0,253
475	0,055	2,625	0,280
975	0,067	2,647	0,296
2475	0,087	2,715	0,311

T_R = periodo di ritorno,

a_g = accelerazione orizzontale massima del terreno,

F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale,

T^*_c = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

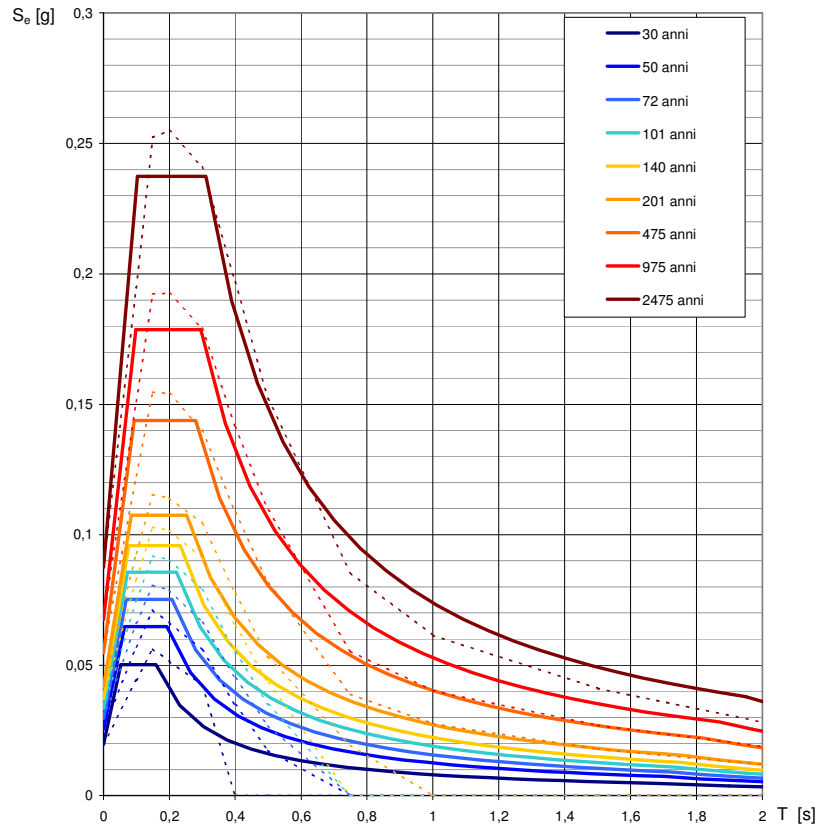
Utilizzando il medesimo software si ricavano gli spettri di risposta elastica delle componenti orizzontali di moto, costruiti a partire dai parametri di tabella 1.3, per i diversi periodi di ritorno considerati dal D.M..

Gli spettri sono riportati nella figura 1.2.

- Con linee continue gli spettri di risposta elastici in accelerazione delle componenti orizzontali di moto per diversi periodi di ritorno dell'azione sismica (D.M. del 14/01/2008).
- Con linee tratteggiate gli spettri definiti dal progetto INGV-S1 (<http://esse1.mi.ingv.it/> - Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia) a partire dai quali sono stati derivati gli spettri di normativa.



FIGURA 1.2 - SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICI SU SUOLO RIGIDO



NOTA:
Con linea continua si rappresentano gli spettri di Normativa, con linea tratteggiata gli spettri del progetto S1-INGV da cui sono derivati.

1.5 – Verifica a liquefazione

Secondo le NTC, la verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti una delle seguenti circostanze.

- 1) Eventi sismici attesi di magnitudo $M < 5$.
- 2) Accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) $< 0,1$ g.
- 3) Profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali.
- 4) Depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N_1)_{60} > 30$ oppure $q_{c1N} > 180$ dove $(N_1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata con prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration



Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e q_{c1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa.

- 5) Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nelle figure 7.11.1 (a) e 7.11.1 (b) delle NTC.

Da quanto più sopra esposto tutte le circostanze elencate si manifestano nel sito in esame. Pertanto si può ritenere trascurabile la suscettibilità dei terreni in esame alla liquefazione.



Capitolo 2 ORIENTAMENTI SULLA TIPOLOGIA DI FONDAZIONE DA ADOTTARE PER LE STRUTTURE IN ESAME

2.1 – Caratteristiche sommarie dell’insediamento

L’insediamento edilizio in oggetto si sviluppa su una pianta inscritta in un rettangolo di lati pari a circa 110*60 m².

Nella figura 2.1 si riporta la pianta dell’insediamento, inserita nel contesto urbano di MONZA.

Il progetto prevede la realizzazione di un edificio a pianta allungata di forma a C rovescia, a n° 3 piani fuori terra e n° 2 piani interrati, questi ultimi con estensione planimetrica eccedente la porzione fuori terra ed esteso a buona parte dell’area (cfr. anche figura 2.1).

La struttura è prevista in calcestruzzo armato gettato in opera.

2.2 – Orientamenti progettuali sulla tipologia di fondazione

In prima analisi, i terreni degli strati A e B non si ritengono idonei a costituire il sedime di fondazioni dirette superficiali. Queste, impostate su tali strati, potranno essere ritenute ammissibili limitatamente a edifici leggeri, non particolarmente sensibili a cedimenti totali e differenziali, attese la bassa resistenza e l’elevata deformabilità dei terreni.

Gli edifici in esame, essendo forniti di n° 2 piani interrati potranno essere impostati su fondazioni dirette del tipo isolato a plinto o del tipo nastriforme in quanto alla, presumibile quota d’imposta delle fondazioni: $Q_f = -7$ m circa dal piano campagna, si ritiene siano presenti i terreni dello strato C, aventi associate buone caratteristiche meccaniche.

Qualora alla Q_f fossero presenti i terreno dello strato B si presenterebbero due possibili circostanze:

- terreno dello strato C molto prossimo alla Q_f ;
- terreno dello strato C presente dalla Q_f per spessori rilevanti.

Nel primo caso si potranno adottare le fondazioni sopra prospettate, previa la bonifica dei terreni dello strato B, laddove presenti, nel secondo caso si dovrà prevedere un differente tipo di fondazione.

In questo caso, in considerazione dei presumibili carichi trasmessi al terreno, si



ritiene ammissibile, per edifici in esame, l'adozione di fondazioni a platea.
Si esclude l'adozione di fondazioni su elementi verticali profondi.

FIGURA 2.1 - PIANTA INSEDIAMENTO IN ESAME

Scala 1:1000





2.3 – Problematiche legate alle opere di contenimento dei fronti scavo

I fronti scavo in aderenza alle vie ed anche laddove sono presenti edifici in aderenza o nelle immediate vicinanze dell'interrato in progetto, saranno confinati mediante opere di contenimento. La tipologia di tali opere dovrà essere attentamente valutata in sede di progettazione in quanto la temuta presenza dei livelli cementati entro gli strati superficiali potrebbe porre notevoli difficoltà d'avanzamento dell'utensile di scavo, in particolare se fosse in progetto la realizzazione di un diaframma a setti in calcestruzzo armato.

Qualora l'indagine rinvenisse frequenti livelli cementati di spessore rilevante e di consistenza litoide si dovrà prevedere la realizzazione di un diaframma a micropali.

Dott. Ing.
UMBERTO CROCE
Iscritto all'Albo
Provinciale
n° A 27236



STUDIO TECNICO GEOM. UGO CELOTTI s.r.l.

CAPITALE SOCIALE EURO 100.000,00 I.V.

VIA MINCIO, 22 - C.A.P. 20139 MILANO TEL. 02.5393977 - FAX 02.5392262
e-mail: studiocelotti@studiocelotti.it

SONDAGGI GEOGNOSTICI GEOTECNICI AMBIENTALI - PROVE SU TERRENI DI FONDAZIONE - INDAGINI E RICERCHE GEOLOGICHE E IDROLOGICHE - PERFORAZIONI PROFONDE PER GEOTERMIA PER DISPERSORI PER STRUMENTAZIONI - PROSPEZIONI GEOFISICHE GEOELETTRICHE - RILIEVI TOPOGRAFICI
C.C.I.A.A. REG. DELLE IMPRESE DI MILANO - COD.FISC.-PART.IVA 05092310969 - SOA 5496/58/01

Milano, 20/09/2012

Spett.le

ESSELUNGA S.P.A.

Prot. N. 6163/069/12

Via Gianbologna n° 1

LIMITO DI PIOLTELLO (MI)

OGGETTO: Insediamento edilizio nel Comune di MONZA - Viale LIBERTÀ.

RELAZIONE GEOTECNICA PRELIMINARE

Introduzione

Le presenti note si riferiscono all'area ubicata nel Comune di MONZA posta all'incrocio tra la via STUCCHI e viale LIBERTÀ. È ubicata al limite nord-orientale della zona urbana di MONZA su terreni la cui litologia e consistenza è macroscopicamente nota.

Nell'area è prevista la realizzazione di un insediamento edilizio a destinazione residenziale, commerciale e terziario direzionale.

Nel seguito sono fornite le indicazioni preliminari sulle caratteristiche litologiche e meccaniche dei terreni dell'area d'insediamento degli edifici e sulle possibili tipologie di fondazione.

Sono forniti altresì gli orientamenti sulla classificazione sismica dei terreni della zona.

Quanto esposto è da intendere preliminare e orientativo, funzionale allo sviluppo del progetto strutturale e dovrà essere oggetto di verifica ed approfondimento con l'esecuzione di indagini e prove geotecniche finalizzate alla definizione del modello geotecnico, del regime delle pressioni interstiziali e della classificazione sismica di dettaglio dell'area.

Potrà anche essere utile per la progettazione definitiva della campagna d'indagine geotecnica.



Capitolo 1 **CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA**

Come accennato in apertura, tutto quanto esposto sull'argomento è da intendere preliminare e oggetto di verifica mediante indagini strumentali in situ ed in laboratorio. È dedotto dalla documentazione d'archivio e dall'esperienza maturata dagli scriventi sui terreni della zona.

1.1 – Litologia

Tipicamente i terreni in esame sono costituiti da una compagine di origine fluvio-glaciale che fino alla massima profondità d'interesse specifico, giudicata pari a 40 m, sono prevalentemente a grana grossa.

In particolare, al disotto del ricoprimento superficiale in prevalenza limoso sabbioso umificato avente tipicamente spessore contenuto entro i 0,5 m, è presente sabbia, da media a grossolana, e ghiaia di media pezzatura. In subordine è presente il limo in percentuali generalmente non superiori al 15%.

Come è tipico dei terreni dell'area urbana di MONZA la prevalenza del litotipo sabbioso si alterna con quello ghiaioso in livelli di spessori molto variabili, generalmente compresi tra 2÷3 m e 5÷6 m. Tendenzialmente nella zona prevale il contenuto di sabbia sulla ghiaia.

Senza alcuna correlazione plano-altimetrica, già a partire da qualche metro di profondità, tipicamente dalla -5÷-6 m, sono presenti lenti di terreno cementato "ceppo" aventi spessore generalmente inferiore al metro.

1.2 – Caratteristiche meccaniche

Lo stato di addensamento dei terreni in esame è molto variabile arealmente ed in profondità.

In generale entro i primi dieci metri, per spessori di incerta definizione, molto variabili anche entro aree poco estese, i terreni sono depositi in uno stato di addensamento molto sciolto cui corrispondono resistenze GEO, associabili ad esempio a fondazioni dirette superficiali, inferiori ai 100 kPa (resistenza caratteristica - SLE).

In profondità la densità aumenta spesso repentinamente, a denotare la presenza di materiali con caratteristiche meccaniche eccellenti.

Come già esposto sopra, altra tipicità dei terreni della zona è la presenza,



all'interno degli strati profondi di elevata densità, di croste cementate ad disotto delle quali, spesso, si rinvencono materiali molto sciolti per spessori non elevati.

Per quanto sopra il modello geotecnico dei terreni in esame può essere riassunto come riportato nella tabella 1.1.

TABELLA 1.1 – MODELLO GEOTECNICO SEMPLIFICATO

STRATO	LITOLOGIA	STATO DI ADDENSAMENTO
A	Riporto di deposizione antropica	Variabile
B	Sabbia ghiaiosa/ghiaia sabbiosa in matrice limosa	Molto sciolto
C	Sabbia ghiaiosa/ghiaia sabbiosa in matrice limosa	Da medio a elevato
C1	Intercalazioni di terreno cementato all'interno dello strato C	Consistenza variabile fino a litoide
C2	Intercalazioni sabbiose ghiaiose all'interno dello strato C	Molto sciolto

Le caratteristiche meccaniche dei terreni dei vari strati potranno essere definite con buona affidabilità eseguendo le prove geotecniche usualmente adottate nei terreni a granulometria grossolana. L'individuazione delle quote di separazione degli strati porrà notevoli difficoltà e potrà dare luogo a incertezze considerate l'attesa repentina variabilità planoaltimetrica della posizione dei vari litotipi.

1.3 - Idrologia

Nell'area in esame la falda acquifera è presente a profondità dell'ordine dei 25÷30 m.

La pressione interstiziale a tale profondità potrà pertanto interferire con il comportamento di fondazioni impostate su elementi verticali profondi. Non si ritiene influente sul comportamento di fondazioni dirette superficiali, pur anche di elevata estensione (platee di fondazione).

1.4 - Sismicità dell'area

Nel seguito viene fornito un inquadramento generale sulla classificazione sismica dell'area in esame nel rispetto delle disposizioni delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni del Decreto Ministeriale del 14/01/2008.

- **a)** Secondo la normativa vigente la tipologia del suolo di fondazione è dipen-



dente dal valore v_{s30} , definito come media della velocità delle onde di taglio entro i primi 30 m dal piano di fondazione.

Si ricorda che la normativa suddivide i terreni secondo quanto esposto nella tabella 1.2.

TABELLA 1.2 – CLASSIFICAZIONE DEL TIPO DI SUOLO

CATEGORIA DI SUOLO	LITOLOGIA	v_{s30} [m/s]	N_{SPT} [/]	c_u [kPa]
A	Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore ≤ 5 m.	>800	/	/
B	Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti con spessore di diverse decine di metri.	$360 \div 800$	>50	>250
C	Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza con spessori variabili da diverse decine di metri fino a centinaia di metri.	$180 \div 360$	$15 \div 50$	$70 \div 250$
D	Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti.	<180	<15	<70
E	Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali con spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con $v_{s30} >800$ m/s.	come C o D	/	/

v_{s30} = velocità di diffusione delle onde di taglio (cfr. più avanti),

N_{SPT} = resistenza SPT,

c_u = coesione non drenata.

In generale si può a buona ragione affermare che i terreni dell'area in esame fanno parte della **Categoria di Suolo C.**

- **b)** Le verifiche strutturali nei diversi stati limiti vanno condotte adottando le azioni sismiche che sono funzione della "pericolosità sismica" dell'area in esame.

La "pericolosità sismica" è definita a partire dall'accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su suolo rigido, con piano campagna orizzontale.

Le azioni di progetto dovute al sisma si ricavano dalle accelerazioni a_g e dalle relative forme spettrali definite, sul sito di riferimento, in funzione dei parametri:

- a_g = accelerazione orizzontale massima al sito,
- F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accele-



razione orizzontale,

- T_c^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

I valori di tali parametri sono riportati nella tabella esposta nell'Allegato A del citato decreto in corrispondenza delle coordinate geografiche di una griglia di punti prefissati sul territorio. I parametri dell'area in esame vengono ottenuti per interpolazione lineare tra quattro punti della griglia.

Considerando con sufficiente approssimazione l'area ubicata in corrispondenza del centro del Comune di MONZA, nella figura 1.1 sono mostrati i quattro punti della griglia in cui è compreso il centro di MONZA e le relative coordinate geografiche.

Dall'interpolazione eseguita utilizzando il software del Consiglio Superiore dei Lavori pubblici "SpettriNTC.ver.1.0.3" risultano, per il sito in esame i valori dei parametri a_g , F_0 e T_c^* riportati in tabella 1.3.

FIGURA 1.1 - PUNTI DI GRIGLIA ADIACENTI IL SITO IN ESAME

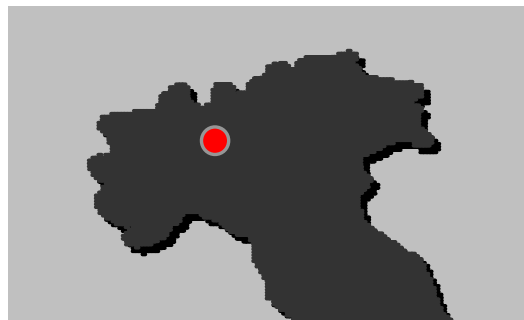
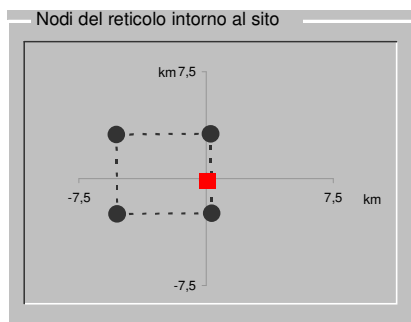




TABELLA 1.3 - VALORI DEI PARAMETRI a_g , F_0 E T^*_c

T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T^*_c [s]
30	0,020	2,557	0,160
50	0,025	2,551	0,193
72	0,030	2,547	0,208
101	0,033	2,567	0,222
140	0,037	2,584	0,233
201	0,042	2,582	0,253
475	0,055	2,625	0,280
975	0,067	2,647	0,296
2475	0,087	2,715	0,311

T_R = periodo di ritorno,

a_g = accelerazione orizzontale massima del terreno,

F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale,

T^*_c = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

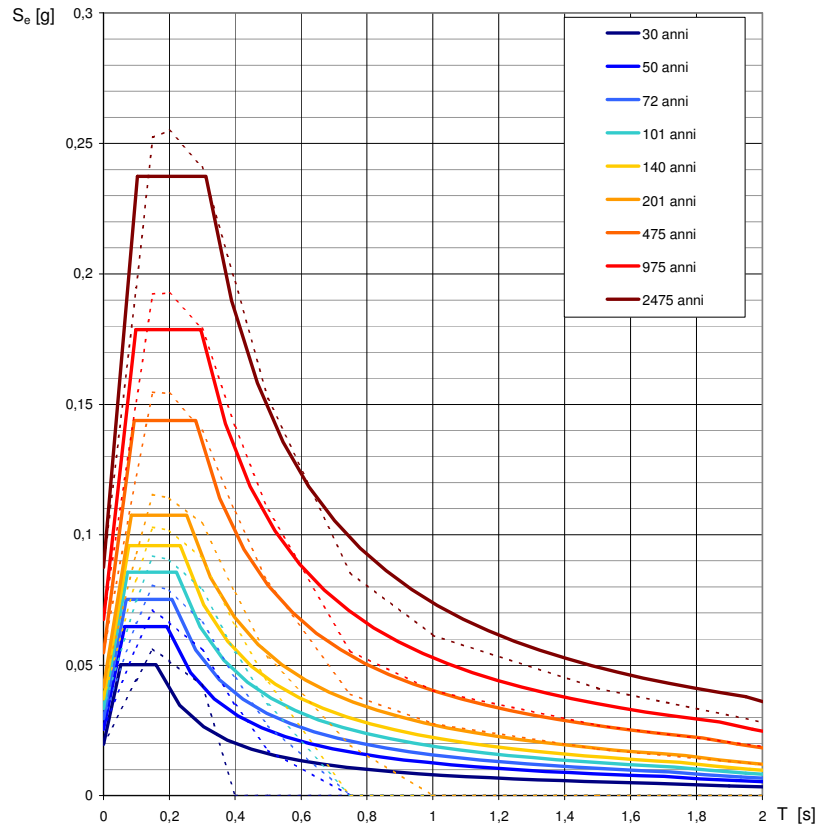
Utilizzando il medesimo software si ricavano gli spettri di risposta elastica delle componenti orizzontali di moto, costruiti a partire dai parametri di tabella 1.3, per i diversi periodi di ritorno considerati dal D.M..

Gli spettri sono riportati nella figura 1.2.

- Con linee continue gli spettri di risposta elastici in accelerazione delle componenti orizzontali di moto per diversi periodi di ritorno dell'azione sismica (D.M. del 14/01/2008).
- Con linee tratteggiate gli spettri definiti dal progetto INGV-S1 (<http://esse1.mi.ingv.it/> - Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia) a partire dai quali sono stati derivati gli spettri di normativa.



FIGURA 1.2 - SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICI SU SUOLO RIGIDO



NOTA:
Con linea continua si rappresentano gli spettri di Normativa, con linea tratteggiata gli spettri del progetto S1-INGV da cui sono derivati.

1.5 – Verifica a liquefazione

Secondo le NTC, la verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti una delle seguenti circostanze.

- 1) Eventi sismici attesi di magnitudo $M < 5$.
- 2) Accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) $< 0,1$ g.
- 3) Profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali.
- 4) Depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N_1)_{60} > 30$ oppure $q_{c1N} > 180$ dove $(N_1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata con prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration



Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e q_{c1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa.

- 5) Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nelle figure 7.11.1 (a) e 7.11.1 (b) delle NTC.

Da quanto più sopra esposto tutte le circostanze elencate si manifestano nel sito in esame. Pertanto si può ritenere trascurabile la suscettibilità dei terreni in esame alla liquefazione.



Capitolo 2 ORIENTAMENTI SULLA TIPOLOGIA DI FONDAZIONE DA ADOTTARE PER LE STRUTTURE IN ESAME

2.1 – Caratteristiche sommarie dell’insediamento

L’insediamento edilizio in oggetto è costituito da un edificio destinato a centro commerciale avente pianta rettangolare di lati pari a circa 90*100 m² e da alcuni edifici a destinazione residenziale e terziaria direzionale che si sviluppano su 5÷7 piani fuori terra.

Tutti gli edifici sono forniti di n° 1-2 piani interrati aventi estensione planimetrica eccedente le porzioni fuori terra.

La struttura del centro commerciale è prevista in calcestruzzo armato prefabbricato, quella dei rimanenti edifici in calcestruzzo armato gettato in opera.

Nella figura 2.1 si riporta la pianta dell’insediamento.



FIGURA 2.1 - PIANTA INSEDIAMENTO IN ESAME

Scala 1:1500





2.2 – Orientamenti progettuali sulla tipologia di fondazione

Si premette che i terreni degli strati A e B non si ritengono idonei a costituire il sedime di fondazioni dirette superficiali. Queste, impostate su tali strati, potranno essere ritenute ammissibili limitatamente a edifici leggeri, non particolarmente sensibili a cedimenti totali e differenziali apprezzabili, attese la bassa resistenza e l'elevata deformabilità dei terreni.

2.2.1 – Edificio commerciale

Gli elevati carichi trasmessi dai pilastri della maglia strutturale principale escludono in prima analisi l'adozione di fondazioni dirette superficiali. Occorrerà prevedere fondazioni impostate su elementi verticali profondi.

La temuta presenza dei livelli cementati consiglia l'esclusione di setti in calcestruzzo armato e di pali di elevato diametro la cui esecuzione potrebbe porre notevoli difficoltà d'avanzamento all'utensile di scavo. Si sconsiglia quindi di impostare le fondazioni su un unico elemento bensì di prevedere pali trivellati del minore diametro possibile.

In alternativa, qualora l'indagine geotecnica rilevasse la presenza sistematica e rilevante delle intercalazioni litoidi, le fondazioni potranno essere impostate su terreno bonificato con tecnica jet-grouting.

2.2.2 – Edifici minori

Gli edifici in esame, essendo forniti di piani interrati potranno essere impostati su fondazioni dirette del tipo isolato a plinto o del tipo nastriforme in quanto, alla presumibile quota d'imposta delle fondazioni si ritiene siano presenti i terreni dello strato C, aventi associate buone caratteristiche meccaniche.

Qualora alla Q_f fossero presenti i terreno dello strato B si presenterebbero due possibili circostanze:

- terreno dello strato C molto prossimo alla Q_f ;
- terreno dello strato C presente dalla Q_f per spessori rilevanti.

Nel primo caso si potranno adottare le fondazioni sopra prospettate, previa la bonifica dei terreni dello strato B, laddove presenti, nel secondo caso si dovrà prevedere un differente tipo di fondazione.

In considerazione dei presumibili carichi trasmessi al terreno si ritiene ammissibile, per gli edifici in esame, l'adozione di fondazioni a platea.

Si esclude l'adozione di fondazioni su elementi verticali profondi.



2.3 – Problematiche legate alle opere di contenimento dei fronti scavo

I fronti scavo in aderenza alle vie saranno confinati mediante opere di contenimento. La tipologia di tali opere dovrà essere attentamente valutata in sede di progettazione in quanto, come già sopra accennato per le fondazioni del centro commerciale, la temuta presenza dei livelli cementati entro gli strati superficiali potrebbe porre notevoli difficoltà d'avanzamento all'utensile di scavo, in particolare se fosse in progetto la realizzazione di un diaframma a setti in calcestruzzo armato.

Qualora l'indagine rinvenisse frequenti livelli cementati di spessore rilevante e di consistenza litoide si dovrà prevedere la realizzazione di un diaframma a micropali.

Dott. Ing.
UMBERTO CROCE
Iscritto all'Albo
Provinciale
n° A 27236