



Comune di Decimomannu

Ufficio Tecnico - V Settore
Responsabile del Procedimento Ing. Fontana Alessandro Lino

Cagliari – Luglio 2016

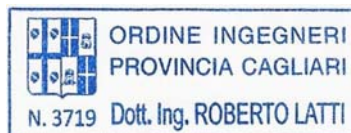
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA

**LAVORI DI COMPLETAMENTO OPERE DI
URBANIZZAZIONE ZONA P.I.P.**

Elab. 02 - RELAZIONE GEOTECNICA

Il Progettista:

Ing. Latti Roberto



Rif. N. 3898 – 03/16

- RELAZIONE GEOTECNICA PRELIMINARE

1 - PREMessa DELLA RELAZIONE GEOTECNICA

La presente relazione geotecnica:

- contiene la caratterizzazione e la modellazione preliminare del volume significativo di terreno e l'elaborazione del modello geotecnico del sottosuolo in riferimento alla tipologia di intervento, alla tecnologia ed alle modalità costruttive;
- contiene una prima valutazione delle verifiche di sicurezza e delle prestazioni nelle condizioni di esercizio del sistema opera-terreno (analisi prestazionale).

2 - SINTESI DEI DATI RELATIVI AL MODELLO GEOLOGICO

Le unità litologiche rilevate nel settore di stretto interesse sono riconducibili alle seguenti tipologie:

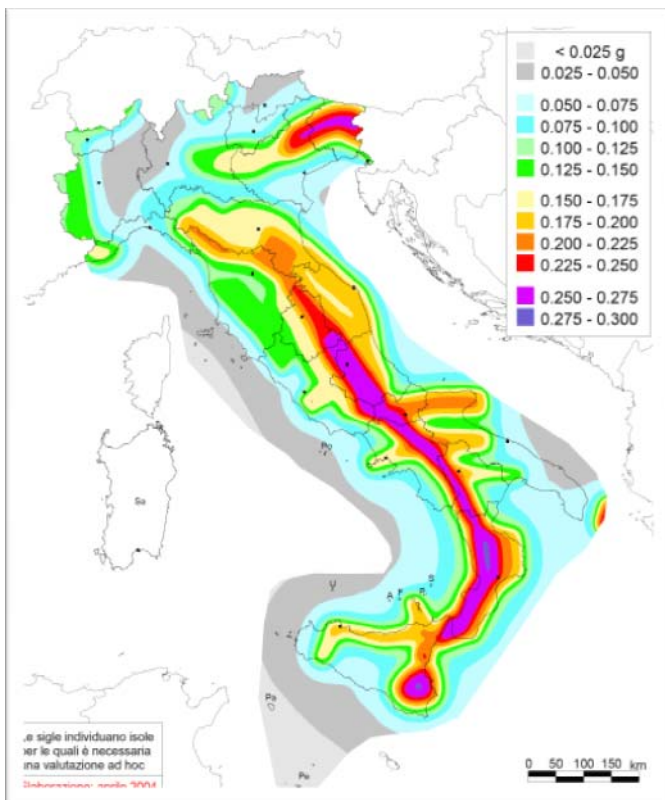
Depositi continentali del Pliocene - Nell'area a N e a E di Decimomannu si rileva una copertura alluvionale antica estesa verso nord per diverse decine di chilometri lungo il margine orientale del graben campidanese. Si tratta di un complesso di conglomerati, arenarie e argille di sistema alluvionale in facies fluvio-deltizia, prevalentemente derivati dal rimaneggiamento di sedimenti miocenici e rocce del basamento paleozoico. Nella letteratura geologica, alcuni Autori hanno denominato questo complesso "Formazione di Samassi" Auct., fornendo come datazione l'intervallo Pliocene medio-sup.? - Pleistocene (PECORINI G. & POMESANO CHERCHI A., 1969; SERVIZIO GEOLOGICO NAZIONALE, 1996).

Dal punti di vista geomorfologico il sito di intervento si trova ad una quota di circa 17 metri s.l.m., in un settore rappresentato da una monotona e regolare pianura alluvionale evoluta. Solo localmente si osservano, nell'intorno, modeste ondulazioni, talora evidenziate dall'intenso rimaneggiamento agricolo.

La scarsa fittezza del reticolo idrografico testimonia l'elevata permeabilità del substrato, con conseguente infiltrazione e ridotto scorrimento superficiale.

Le serie idrogeologiche sono rappresentate interamente da terreni definibili altamente permeabili per porosità primaria (conglomerati e sabbie).

Nel sito in questione le acque di infiltrazione sono drenate velocemente in profondità e non ristagnano in superficie. Dall'osservazione del livello piezometrico delle falde idriche, eseguita in alcuni pozzi presenti nei dintorni, si ricava che nei depositi alluvionali è possibile rinvenire un acquifero freatico di buona entità attestato ad una profondità di circa 4 m dal piano di campagna.



Relativamente alla caratterizzazione sismica, il territorio del Comune di Decimomannu, come per tutti i comuni della Sardegna è caratterizzato da un valore del parametro **ag** (accelerazione orizzontale massima rilevata su un suolo di categoria A), espresso come frazione dell'accelerazione di gravità g e riferito ad una probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni inferiore a **0.025 g**.

Fig. 1 - Mappa della pericolosità sismica del territorio nazionale

3 - PROBLEMI GEOLOGICI LOCALI

Sulla base del quadro geologico geomorfologico e idrogeologico, si può valutare preliminarmente l'idoneità dell'ubicazione dell'area di intervento in rapporto ai processi geomorfologici realmente significativi tra quelli in atto o potenziali, verificando se questi possano produrre instabilità o interferire negativamente sulle opere.

Per quanto riguarda gli effetti sulla modellazione e degradazione dei versanti, nel contesto geomorfologico rilevato e descritto in precedenza, l'azione degli agenti morfogenetici e la conseguente pericolosità può considerarsi nulla.

Relativamente alle possibili condizioni di pericolosità idrogeologica ed idraulica non si riscontrano possibili interferenze negative delle opere con le falde idriche presenti, né sono presenti problematiche legate alle acque superficiali.

4. CARATTERIZZAZIONE FISICA E MECCANICA DEI TERRENI E DELLE ROCCE - MODELLO GEOTECNICO/GEOMECCANICO

I valori caratteristici delle grandezze fisiche e meccaniche da attribuire ai terreni possono essere desunti sulla base di valutazioni in sito dei fronti esposti e da dati statistici riferiti alle litologie interessate. Nel modello geotecnico è stato rappresentato uno schema indicativo delle condizioni stratigrafiche e della caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni comprese nel volume significativo considerato e finalizzato all'analisi quantitativa dello

specifico problema geotecnico. In questo ambito, il valore caratteristico di ciascun parametro geotecnico è costituito da una stima ragionata e cautelativa del valore del parametro nello stato limite considerato.

4.1 - CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Sulla base di quanto emerso nel presente studio e da studi effettuati nelle vicinanze, la successione litotecnica in corrispondenza delle aree di intervento, a partire dal piano di campagna, può essere schematizzata come di seguito illustrato attraverso la determinazione dei parametri di progetto caratteristici di ciascuna unità litotecnica, utili per effettuare i calcoli di verifica geotecnica

Sulla scorta dei dati in possesso del relatore per litologie analoghe e provenienti da correlazioni della letteratura geotecnica corrente, a tali terreni possono associarsi i seguenti parametri geotecnici:

Classificazione UNI-CNR 10006	A2-4 / A2-6
Peso di volume γ (g/cm ³)	1,90
Angolo di attrito interno (ϕ)	32°
Coesione (KPa)	11

4.2 - DATI DI PROGETTO

Come risulta dai dati progettuali, a cui si rimanda integralmente, l'intervento prevede la realizzazione del tracciato stradale senza interventi rilevanti di scavo o movimento terra, con una scarsa incidenza sulla stabilità globale dell'insieme opera-terreno.

Il terreno di riporto sarà opportunamente gradato e costipato in modo tale da distribuire i uniformemente i carichi applicati.

4.3 - VERIFICHE DELLA SICUREZZA E DELLE PRESTAZIONI

4.3.1 CAPACITÀ PORTANTE SECONDO LO STATO LIMITE ULTIMO SLU GEOTECNICO

In base DM 14/01/2008 Nuove Norme Tecniche per le costruzioni, le opere e le componenti strutturali devono essere progettate, eseguite, collaudate e soggette a manutenzione in modo tale da consentirne la prevista utilizzazione, in forma economicamente sostenibile e con il livello di sicurezza previsto. La sicurezza e le prestazioni di un'opera o di una parte di essa devono essere valutate in relazione agli *stati limite* che si possono verificare durante la vita nominale. Stato limite è la condizione superata la quale l'opera non soddisfa più le esigenze per le quali è stata progettata.

In particolare, secondo quanto stabilito nei capitoli specifici, le opere e le varie tipologie strutturali devono possedere il requisito di sicurezza nei confronti di **stati limite ultimi SLU**, cioè la capacità di evitare crolli, perdite di

equilibrio e dissesti gravi, totali o parziali, che possano compromettere l'incolumità delle persone ovvero comportare la perdita di beni, ovvero provocare gravi danni ambientali e sociali, ovvero mettere fuori servizio l'opera.

Il superamento di uno stato limite ultimo ha carattere irreversibile e si definisce collasso.

In particolare, secondo quanto stabilito nei capitoli specifici delle Norme Tecniche, le opere e le varie tipologie strutturali devono possedere requisiti di sicurezza nei confronti dello stato SLU di tipo geotecnico in relazione al carico limite dell'insieme fondazione-terreno.

La verifica nei riguardi degli stati limite ultimi si effettua con il "metodo dei coefficienti parziali" di sicurezza espresso dalla equazione formale:

$$R_d \geq E_d$$

dove:

- R_d è la resistenza di progetto, valutata in modo analitico, con riferimento al valore caratteristico dei parametri geotecnici del terreno; il valore di progetto della resistenza R_d deve essere diviso per il valore del coefficiente parziale relativo a ciascun parametro geotecnico e tenendo conto, se necessario, dei coefficienti parziali relativi a ciascun tipo di opera;
- E_d è il valore di progetto dell'effetto delle azioni.

E_d è ricavato secondo la **combinazione fondamentale statica**

$$E_d = \gamma G_1 \times G_1 + \gamma G_2 \times G_2 + \gamma P \times P + \gamma Q_1 \times Q_{k1} + \gamma Q_2 \times \psi_{02} \times Q_{k2} + \gamma Q_3 \times \psi_{03} \times Q_{k3} + \dots$$

La verifica della suddetta condizione deve essere effettuata impiegando diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, rispettivamente definiti per le azioni (A1 e A2), per i parametri geotecnici (M1 e M2) e per le resistenze (R1, R2 e R3). I diversi gruppi di coefficienti di sicurezza parziali sono scelti nell'ambito di due approcci progettuali distinti e alternativi.

La norma consente di scegliere tra due approcci di progetto diversi:

APPROCCIO 1(DA1)		APPROCCIO 2 (DA2)
↓	↓	↓
Combinazione 1	Combinazione 2	Combinazione 1 o unica
(A1+M1+R1)	(A2+M2+R2)	(A1+M1+R3)
(STR)	(GEO)	(STR+GEO)

Nel primo approccio progettuale (Approccio 1) sono previste due diverse combinazioni di gruppi di coefficienti: la prima combinazione è generalmente più severa nei confronti del dimensionamento strutturale delle opere a contatto con il terreno, mentre la seconda combinazione è generalmente più severa nei riguardi del dimensionamento geotecnico. Nel secondo approccio progettuale (Approccio 2) è prevista un'unica combinazione

di gruppi di coefficienti, da adottare sia nelle verifiche strutturali sia nelle verifiche geotecniche.

COEFFICIENTI PARZIALI PER LE VERIFICHE DI STATI LIMITE ULTIMI

CARICHI		Coeff. parziale	EQU	A1 (STR)	A2 (GEO)
Permanenti	favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali	favorevole	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili	favorevole	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	sfavorevole		1,5	1,5	1,3

PARAMETRO	Simbolo	Coefficiente parziale	M1	M2
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan\phi_k$	$\gamma_{\phi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata (c_u)	c_{uk}	γ_{c_u}	1,0	0,4
Peso dell'unità di volume	γ	γ_{γ}	1,0	1,0

RESISTENZA	Coeff. parziale	CASO		
		R1	R2	R3
Capacità portante	γ_R	1,0	1,8	2,3
Scorrimento	γ_R	1,0	1,1	1,1

Utilizzando l'approccio 1 - Combinazione 2 (A2+M2+R2), e l'approccio 2 - Combinazione (A1+M1+R3), si è proceduto alla verifica dello SLU per il dimensionamento geotecnico.

Il criterio utilizzato per il calcolo è quello suggerito, per fondazioni su roccia, da Stagg e Zienkiewicz (1968). Secondo quanto proposto dai due Autori la portanza può essere valutata utilizzando uno dei metodi solitamente utilizzati per le terre, ma con i fattori di portanza adeguatamente corretti. Il valore di Carico limite di progetto è stato calcolato mediante il metodo proposto nell'Eurocodice7 (metodo EC7)

$$Q_{lim} = c' \cdot c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + s_q \cdot \gamma^1 \cdot D \cdot N_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot g_q + 0.5 \cdot \gamma^2 \cdot B \cdot N_{\gamma} \cdot s_{\gamma} \cdot d_{\gamma} \cdot i_{\gamma} \cdot b_{\gamma} \cdot g_{\gamma}$$

in cui:

c' = coesione drenata del terreno;

γ^1 = peso di volume medio del terreno sopra il piano di posa;

γ^2 = peso di volume sotto il piano di posa;

B = larghezza della fondazione (dimensione del lato corto);

D = profondità di posa della fondazione;

s_c, s_q, s_{γ} = fattori di forma (comprendenti anche la dimensione del lato lungo)

d_c, d_q, d_y = fattori correttivi per l'approfondimento;

i_c, i_q, i_y = fattori correttivi per carichi inclinati;

b_c, b_q, b_y = fattori correttivi per l'inclinazione della base della fondazione;

g_c, g_q, g_y = fattori correttivi per fondazioni su pendio.

RESISTENZA DEL TERRENO R_d

Le opere in progetto prevedono carichi permanenti assolutamente trascurabili, in quanto non saranno realizzate strutture in elevazione, e anche i carichi temporanei si possono considerare di modesta entità, per cui si può assumere il valore delle azioni E_d sempre inferiore alle resistenze R_d , e la relazione $R_d \geq E_d$ è sempre verificata.

4.3.2 - VERIFICA DEI CEDIMENTI PREVISTI

Per carichi di esercizio ipotizzabili i cedimenti totali, verificati nelle condizioni più cautelative, non supereranno il valore di 0,2 centimetri.

Tali valori di cedimenti sono da ritenersi accettabili in rapporto alla stabilità globale dell'insieme opera-terreno.

Considerando tollerabili distorsioni angolari inferiori a 1/600 per strutture in muratura e a 1/1000 per strutture in calcestruzzo, i carichi previsti per le strutture in progetto, risultano essere sempre compatibili con gli eventuali cedimenti differenziali gravanti sulle stesse.

4.4 - STABILITÀ DEI FRONTI DI SCAVO

Le pareti di scavo per le profondità previste risulteranno impostate su terreni in grado di autosostenersi per pendenze pari o superiori alla verticale senza dar luogo a dissesti gravitativi.

4.5 - SCAVABILITÀ

Per scavabilità s'intende la facilità con cui un terreno o una roccia possono essere scavati meccanicamente e dipende, secondo la letteratura tecnica, da diversi fattori quali il carico di rottura monoassiale, il grado di erosione, l'abrasività e la spaziatura delle discontinuità, il grado di addensamento e cementazione etc.

Gli scavi per le fondazioni richiederanno l'utilizzo di mezzi meccanici ordinari di media potenza.

5 - CONCLUSIONI DELLA RELAZIONE GEOTECNICA E PRESCRIZIONI

È stato ricostruito il modello geotecnico dei terreni interessati dal progetto di realizzazione Lavori di completamento opere di urbanizzazione zona P.I.P. in Comune di Decimomannu.

L'area è stata investigata mediante rilevamento diretto, interpretazione di fotografie aeree e cartografia tematica, al fine di ricostruirne l'assetto geologico-stratigrafico, geomorfologico e le condizioni idrogeologiche e geotecniche.

I rilievi hanno accertato che le opere in progetto interagiranno con litologie costituite dalle seguenti unità litotecniche:

Depositi continentali del Pliocene - conglomerati, arenarie e argille di sistema alluvionale in facies fluvio-deltizia, prevalentemente derivati dal rimaneggiamento di sedimenti miocenici e rocce del basamento paleozoico. "Formazione di Samassi" Auct.

In termini di fattibilità geotecnica, si ritiene che le scelte progettuali adottate siano idonee e abbondantemente cautelative in rapporto alla stabilità globale dell'insieme "opera-terreno".

Nel quadro complessivo di valutazione dell'idoneità del sito alla realizzazione delle opere in progetto, non ci saranno modifiche di particolare rilevanza al sistema geoambientale, né conseguenze negative sulla stabilità di insieme del tracciato.

Allo stato attuale delle conoscenze, non si evidenziano quindi limitazioni geoambientali alla fattibilità dei lavori.

PROGRAMMA DETTAGLIATO DELLE PROSPEZIONI GEOGNOSTICHE, DELLE PROVE IN SITO E

PROGRAMMA DETTAGLIATO DELLE PROSPEZIONI GEOGNOSTICHE, DELLE PROVE IN SITO E

DELLE ANALISI DI LABORATORIO E RELATIVO PREVENTIVO PARTICOLAREGGIATO

Considerati gli obiettivi del progetto e in funzione dei dati necessari per una adeguata ricostruzione geologica di dettaglio e per la caratterizzazione e la modellazione geotecnica del sottosuolo, è stata prevista una campagna geognostica consistente in 2 pozzetti geognostici, opportunamente localizzati nell'area di intervento. Durante l'esecuzione dei pozzetti è previsto l'isolamento e il prelievo di campioni da sottoporre a prove di laboratorio.

Di seguito si allega il preventivo dettagliato per le indagini e le prove previste.

PREVENTIVO PARTICOLAREGGIATO DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE IN SITU E DELLE PROVE DI LABORATORIO (AGGIORNATO A LUGLIO 2016)					
<i>PROVE IN SITU</i>					
	TIPO DI LAVORAZIONE	Unità di misura	Quantità	Importo unitario (€)	Importo totale (€)
1	Noleggio escavatore a benna mordente con operatore, per realizzazione di pozzetti geognostici, per una profondità di 3-4 m. .	ore.	2	100,00	200,00
2	(Realizzazione di sondaggi) Prelievo di campioni indisturbati nel corso dei sondaggi	n.	2	20,00	40,00
<i>PROVE DI LABORATORIO</i>					
3	Prova per la determinazione dell'Indice di Portanza CBR (California Bearing Ratio), compresa preparazione e saturazione per 96 ore	n.	2	100,00	200,00
TOTALE LAVORI					440,00
IVA					96,80
TOTALE COMPLESSIVO					536,80