



CONSORZIO di BONIFICA
in DESTRA del FIUME SELE

MINICENTRALE
TUSCIANO - BOSCARIELLO

PROGETTO DEFINITIVO

ELABORATO	Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni
F	

PROGETTAZIONE

Dott. ing. Vincenzo Napoli

**RESPONSABILE UNICO
DEL PROCEDIMENTO**

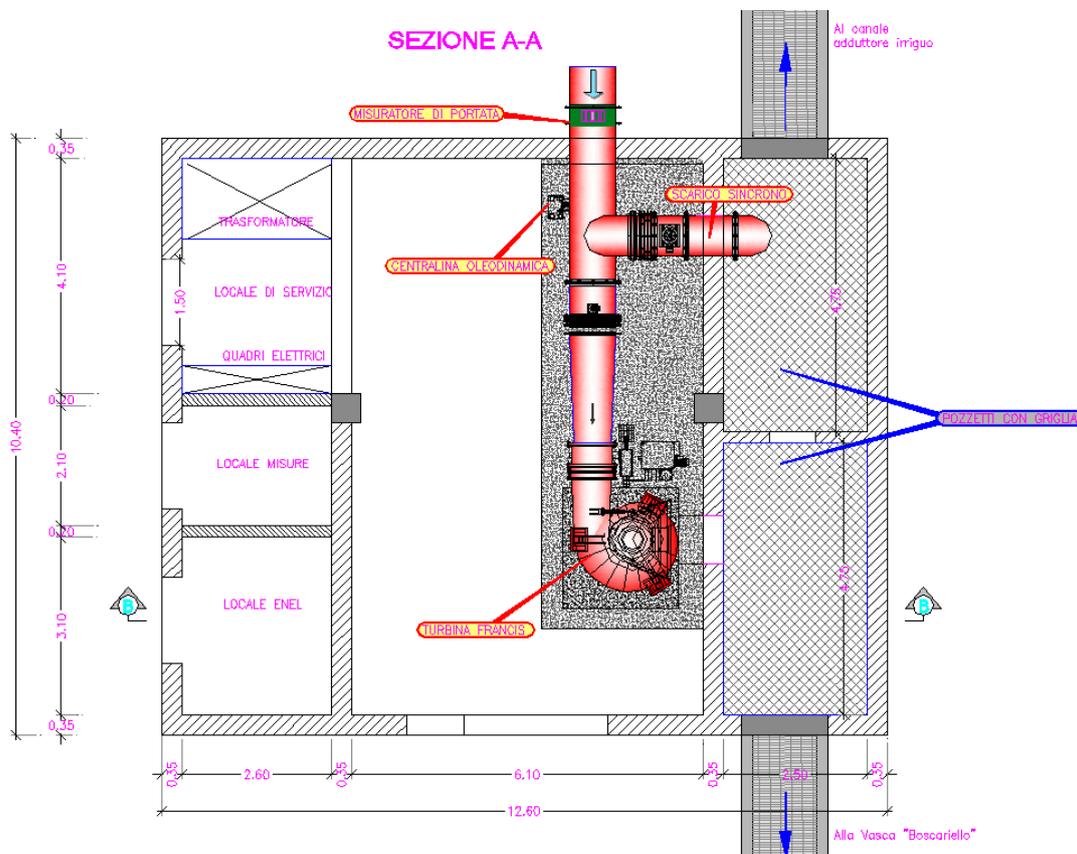
Dott. ing. Francesco Marotta

RELAZIONE GEOTECNICA E DI CALCOLO DELLE FONDAZIONI

1. PREMESSE

1.1 - Nella presente relazione si riportano le verifiche geotecniche (carico limite) della fondazione dell'edificio all'interno del quale sarà ubicata la centralina.

La struttura della minicentrale idroelettrica, posta a quota p.c. 2,50 m s.l.m., avrà forma rettangolare, dimensioni in pianta pari a 10,4 x 12,6 m, altezza massima fuori terra di 6,30 m e copertura realizzata con tetto a falda (v. Elaborato grafico 4).



La stessa è costituita da più ambienti, come appresso indicati:

- il *locale turbina*, ubicato sul lato est dell'edificio, la cui altezza è tale da consentire l'installazione di un carroponte per effettuare la posa in opera e la manutenzione delle apparecchiature installate;
- il *locale servizi*, adiacente al locale turbina e posto sul lato ovest dell'edificio, costituito dal locale ENEL, dal locale misure, dal trasformatore e dai quadri elettrici;
- il *manufatto di scarico*, adiacente al locale turbina, interrato e con quota fondo a -3,25 m rispetto al piano campagna.

1.2 - La progettazione degli interventi sarà tale da rispettare le norme vigenti, ed in particolare:

- **D.M. Ministero LL.PP. 11 marzo 1988** - Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- **Circolare Ministero LL.PP. 24 settembre 1988 n. 30483 - L 02-02-1974, n. 64 - art. 1 D.M. 11-03-1988** - Istruzioni riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- **Norme Tecniche per le Costruzioni** – G.U. n.29 del 04.02.2008.
- **EUROCODICE 7** - Progettazione geotecnica
UNI ENV 1997-1 :1997 Parte 1: Regole generali
- **EUROCODICE 8** - Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture
UNI ENV 1998-1-1:1997 Parte 1-1: Regole generali - Azioni sismiche e requisiti generali per le strutture
UNI ENV 1998-5:1998 - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOTECNICO DELL'AREA D'IMPOSTA DELLE OPERE

L'area di interesse ricade all'interno del Foglio n° 198 "Eboli" della Carta Geologica d'Italia ed è costituita, in maniera pressoché esclusiva, da depositi sciolti recenti di colmatazione relativi a processi morfodinamici connessi o con la dinamica fluviale dei principali corsi d'acqua che dissecano la Piana del Sele o con i processi di origine continentale che hanno, in egual misura, apportato grandi quantitativi di sedimenti sino all'attuale configurazione del territorio. Unicamente in corrispondenza dei rilievi "Telegrafo" e "I Serroni", rispettivamente in sinistra ed in destra del F. Tusciano, e localizzati in corrispondenza circa dell'esistente traversa idraulica, affiorano le breccie plio-pleistoceniche costituite da ciottoli e pietrisco di natura calcareo-dolomitica, più o meno stratificate e da scarsamente a debolmente cementate.

Più in particolare, procedendo dalle aree interne verso le zone costiere si assiste ad un progressivo passaggio da termini francamente fluviali a sedimenti palustri e di colmata, ovvero, da un punto di vista granulometrico da terreni prevalentemente sabbioso-ciottolosi a sabbie, fino ad argille palustri e depositi torbosi di colmata di acque stagnanti.

Ai fini della individuazione dei principali parametri di caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni presenti nell'area di interesse, si è fatto riferimento a quanto riportato nella Relazione geologica del Progetto "*Ristrutturazione della rete irrigua del Tusciano – Interconnessione Bacino del Sele*" – ammesso a finanziamento nel PSR Campania 2007 – 2013- Misura 1.25 – Sottomisura 1 – con Decreto Dirigenziale Giunta Regionale Comparto n. 786 del 17.12.2013 (Dpto 52 – Dir. Gen. 6), che riporta i valori medi di seguito elencati:

- $\gamma_n = 17\div 19 \text{ kN/m}^3$
- $c' = 10\div 20 \text{ kPa}$
- $\Phi' = 20^\circ\div 25^\circ$ (valore riferito ai terreni a grana fine).

3. CRITERI DI DIMENSIONAMENTO E DI VERIFICA GEOTECNICI

3.1 – Premessa

L'opera di progetto presenta dimensioni esterne 10,40 x 10,50 m ed è costituita, sostanzialmente, da n° 2 “corpi” tra loro connessi:

- edificio centralina, di dimensioni in pianta pari a 10,40 x 9,75 m, fondante su una piastra di base di spessore pari a 0,50 m e realizzato secondo uno schema a travi e pilastri;
- pozzetti laterali, ubicati sul lato est dell'edificio ed aventi dimensione complessiva in pianta pari a 10,40 x 3,20 m, con quota di estradosso della platea di base posta a -3,25 m al di sotto del piano campagna e setti laterali di spessore pari a 0,35 m.

Di seguito si riporta la verifica a carico limite della platea di fondazione della centralina.

3.2 – Verifica a carico limite delle fondazioni

1. Per il dimensionamento delle strutture in oggetto sono stati adottati i seguenti parametri geotecnici caratteristici per il terreno:

$$\gamma_k = 18 \text{ kN/m}^3 \quad \varphi_k' = 25^\circ \quad c_k' = 0 \text{ kPa}$$

Di seguito viene determinato il valore del carico limite della fondazione, con riferimento sia all'**Approccio 1** che **2** di normativa.

I coefficienti parziali da applicare alle azioni e alle resistenze dell'Approccio 1 – Combinazione 2 (A2 + M2 + R2), e dell'Approccio 2 (A1 + M1 + R3), sono ricavabili dalle tabelle di seguito riportate (vedi tabelle 6.2.I e 6.2.II e 6.5.I delle NTC).

Tabella 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni.

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	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 ⁽¹⁾	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

(1) Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. i carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti, si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

Tabella 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi_k'$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	c_k'	γ_c'	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ	γ_f	1,0	1,0

Il coefficiente globale “ γ_r ” da applicare resistenze (fattore riduttivo) vale “1,8” applicando l’Approccio 1 – Combinazione 2 e “2,3” applicando l’ Approccio 2.

2. Il valore del carico limite della fondazione è calcolato in funzione delle caratteristiche delle fondazioni e delle proprietà fisico-meccaniche del terreno.

La teoria della plasticità consente il calcolo rigoroso per il caso di fondazione superficiale di forma rettangolare allungata su un mezzo ideale in condizioni ideali (carico uniforme a risultante verticale e centrata, piano di posa e piano di campagna orizzontali, terreno omogeneo).

Nel caso in oggetto si possono ritenere accettabili le ipotesi di carico uniforme, di risultante verticale e centrata, di piano di posa e piano di campagna orizzontale.

Le ipotesi non verificate si porteranno in conto attraverso dei coefficienti d’influenza i quali sono funzione ciascuno di una delle condizioni suddette.

In base a quanto detto, la valutazione del carico limite del sistema terreno-fondazione è effettuata mediante l’applicazione della formula trinomia di Terzaghi, la cui espressione base nelle ipotesi note è la seguente:

$$q_{lim} = N_q \gamma D + N_c c + N \gamma B/2$$

Applicando i coefficienti parziali i parametri di resistenza del terreno nei due approcci considerati risultano:

<i>Terreni</i>	γ_n	c'	φ'	
	kN/m ³	kPa	°	
<i>Terreni in sito</i>	18.0	0	25	Parametri caratteristici
<i>Terreni in sito</i>	18.0	0	20.4	Approccio 1 – Comb.2
<i>Terreni in sito</i>	18.0	0	25	Approccio 2

La pressione massima sul terreno (v. Allegato 1 della Relazione di calcolo statico) risulta pari a circa 0,4 kg/cm²; come si evince la stessa è inferiore al carico ammissibile valutato con entrambi gli approcci di normativa.

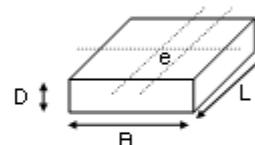
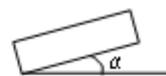
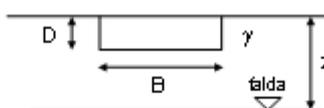
CALCOLO DEL CARICO LIMITE DELLE TRAVI DELLA CENTRALINA

VERIFICA INTERVENTO APPROCCIO 1 – COMBINAZIONE 2

Calcolo della Capacità Portante di una fondazione superficiale

1 - Caratteristiche e tipologia fondale:

B =	9,75	[m]
L =	10,40	[m]
D =	0,40	[m]
R =	0,00	[m]
e =	0,00	[m]
α =	0,00	[°]



2 - Caratteristiche geotecniche del terreno di fondazione:

γ =	1800,00	[kg / m ³]
ϕ =	20,4	[°]
δ =	14	[°]
c =	0,00	[kg / cm ²]
Kp =	2,070	
ca =	0,00	[kg / cm ²]

Presenza della falda: SI

Z = 30 [m]

Fattore di sicurezza = 1,8

3 - Metodo di calcolo proposto da **Terzaghi** (1943):

Tipo di Fondazione: **Nastriforme**

Fattori di forma: sc = 1 sq = 1 sy = 1

Nq =	7,439		Q =	6.009.055,77	[kg]	→ capacità portante
Nc =	17,69		Qu _{ult} =	5,93	[kg / cm ²]	
N γ =	6,143		Q _{amm} =	3,29	[kg / cm ²]	

4 - Metodo di calcolo proposto da **Meyerhof** (1963):

Fattori di forma sc = 1,388 sq = 1,194 sy = 1,194
 Fattori di profondità dc = 1,012 dq = 1,006 dy = 1,006
 Fattori di inclinazione ic = 1,000 iq = 1,000 iy = 1,000

Nq =	6,659		Q =	3.876.017,37	[kg]	→ capacità portante
Nc =	15,217		Qu _{ult} =	3,82	[kg / cm ²]	
N γ =	3,080		Q _{amm} =	2,12	[kg / cm ²]	

LEGENDA:

B = Larghezza della fondazione
 L = Lunghezza della fondazione
 D = Profondità piano di posa fondazione
 R = Raggio della fondazione
 Z = Quota falda dal p.c.
 e = Eccentricità in B
 α = Angolo d'inclinazione fondazione

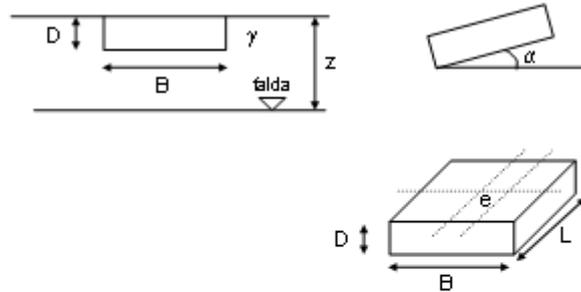
N = Sforzo normale
 T = Sforzo di taglio
 γ = Peso di volume del terreno
 ϕ = Angolo di attrito
 δ = Angolo di attrito terreno - fondazione
 c = Coesione
 Kp = Coeff. Spinta passiva
 ca = adesione lungo la base fondale

VERIFICA INTERVENTO APPROCCIO 2

Calcolo della Capacità Portante di una fondazione superficiale

1 - Caratteristiche e tipologia fondale:

B =	9,75	[m]
L =	10,40	[m]
D =	0,40	[m]
R =	0,00	[m]
e =	0,00	[m]
α =	0,00	[°]



2 - Caratteristiche geotecniche del terreno di fondazione:

γ =	1800,00	[kg / m ³]
ϕ =	25	[°]
δ =	17	[°]
c =	0,00	[kg / cm ²]
Kp =	2,464	
ca =	0,00	[kg / cm ²]

Presenza della falda: SI

Z = 30 [m]

Fattore di sicurezza = 2,3

3 - Metodo di calcolo proposto da **Terzaghi** (1943):

Tipo di Fondazione: **Nastriforme**

Fattori di forma:	sc = 1	sq = 1	sy = 1
Nq =	12,72	Q = 12.314.350,62 [kg]	→ capacità portante
Nc =	25,135	Quilt = 12,14 [kg / cm ²]	
N γ =	12,796	Qamm = 5,28 [kg / cm ²]	

4 - Metodo di calcolo proposto da **Meyerhof** (1963):

Fattori di forma	sc = 1,462	sq = 1,231	sy = 1,231
Fattori di profondità	dc = 1,013	dq = 1,006	d γ = 1,006
Fattori di inclinazione	ic = 1,000	iq = 1,000	i γ = 1,000
Nq =	10,662	Q = 8.422.502,13 [kg]	→ capacità portante
Nc =	20,721	Quilt = 8,31 [kg / cm ²]	
N γ =	6,766	Qamm = 3,61 [kg / cm ²]	

LEGENDA:

B = Larghezza della fondazione
 L = Lunghezza della fondazione
 D = Profondità piano di posa fondazione
 R = Raggio della fondazione
 Z = Quota falda dal p.c.
 e = Eccentricità in B
 α = Angolo d'inclinazione fondazione

N = Sforzo normale
 T = Sforzo di taglio
 γ = Peso di volum e del terreno
 ϕ = Angolo di attrito
 δ = Angolo di attrito terreno - fondazione
 c = Coesione
 Kp = Coeff. Spinta passiva
 ca = adesione lungo la base fondale