

Realizzazione di portali per l'installazione di un sistema contapersone ottico da realizzarsi ad Aquileia (UD)

MADS & ASSOCIATI



Progetto Esecutivo

marzo 2021

Gruppo di progettazione:

Progetto strutturale: ing. Salim Fathi
Collaborazione strutturale: ing. Umberto Ruspa

ordine degli architetti pianificatori paesaggisti e conservatori della provincia di trieste

giulia favi
albo sezione A
numero 784
architetto

Committente:

Fondazione Aquileia
via Patriarca Popone n.7
Aquileia 33051 - UD

Progettista strutturale:

ing. Salim Fathi



000485 -4 MAR 21
D.P.R. 380/2001 DEPOSITATO
L.R. 16/2009

REGIONE AUTONOMA
FRIULI VENEZIA GIULIA
SERVIZIO EDILIZIA
UDINE

scala:

codice elaborato:
2021007-ESE-RC.00

RELAZIONE DI CALCOLO E SULLE FONDAZIONI

RC

REV. N.	DATA	OGGETTO
0	02.03.2021	prima emissione

DIS.	VER.
UR	SF

ing. emiliano blasig
ing. salim fathi
ing. ermano simonati
arch. sergio vesselli

via imbriani 5 - trieste
tel. +39 040 7606092
info@mads.pro
www.mads.pro

Indice generale

1	PREMESSA.....	2
2	DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI.....	2
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	3
4	ANALISI DEI CARICHI.....	3
5	PARAMETRI SISMICI.....	4
6	PARAMETRI GEOTECNICI, GEOLOGICI DEL TERRENO.....	5
7	VERIFICHE.....	7
7.1	Montante Portale	7
7.2	Verifica GEO Plinto.....	8
7.3	Verifica STRUTTURALE Plinto.....	11

1 PREMESSA

La presente relazione viene redatta con riferimento al progetto di realizzazione di portali in acciaio per l'installazione di contapersone ottico da realizzarsi in Aquileia in corrispondenza di alcuni siti archeologici.

2 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI

L'intervento prevede la posa di tre portali in acciaio in corrispondenza degli accessi dei siti storici su cui installare un sistema di contapersone. I portali saranno fissati alla base su plinti in c.a. gettati opera.

I siti risultano essere ubicati in Via dei Patriarchi, Via Giulia Augusta e via XXIV Maggio.

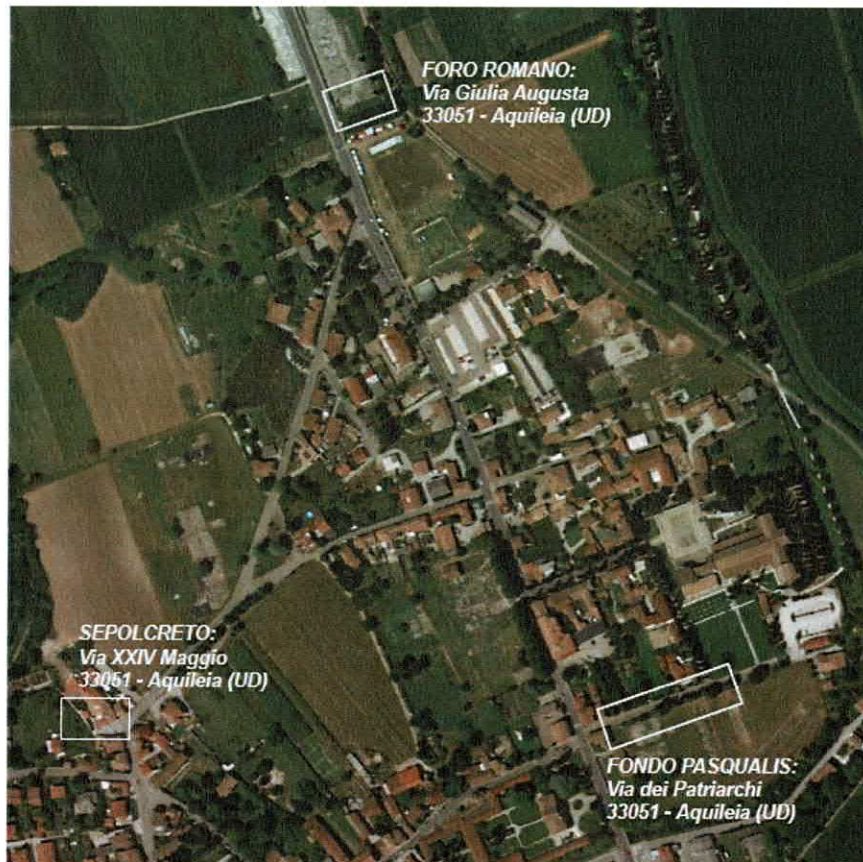


Immagine 01: Vista aerea delle aree di intervento

3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La progettazione degli interventi strutturali verrà effettuata con riferimento alle seguenti norme tecniche vigenti:

- D.M. 17 gennaio 2018 "Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni" (Norme Tecniche per le Costruzioni NTC 2018);
- Circolare Applicativa n. 07 del 7 febbraio 2019 "Istruzioni per l'applicazione delle "Norme Tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018".

4 ANALISI DEI CARICHI

Vento

Zona vento = 1

Velocità base della zona, $V_{b.o} = 25 \text{ m/s}$ (Tab. 3.3.I)

Altitudine base della zona, $A_o = 1000 \text{ m}$ (Tab. 3.3.I)

Altitudine del sito, $A_s = 5 \text{ m}$

Velocità di riferimento, $V_b = 25,00 \text{ m/s}$ ($V_b = V_{b.o}$ per $A_s \leq A_o$)

Periodo di ritorno, $T_r = 50$ anni

$C_r = 1$ per $T_r = 50$ anni

Velocità riferita al periodo di ritorno di progetto, $V_r = V_b C_r = 25,00 \text{ m/s}$

Classe di rugosità del terreno: D

[Aree prive di ostacoli]

Esposizione: Cat. II - Entroterra fino a 10 km dalla costa

($K_r = 0,20$; $Z_o = 0,31 \text{ m}$; $Z_{min} = 5 \text{ m}$)

Pressione cinetica di riferimento, $q_b = 39 \text{ daN/mq}$

Coefficiente di forma, $C_p = 1,00$

Coefficiente dinamico, $C_d = 1,00$

Coefficiente di esposizione, $C_e = 1,80$

Coefficiente di esposizione topografica, $C_t = 1,00$

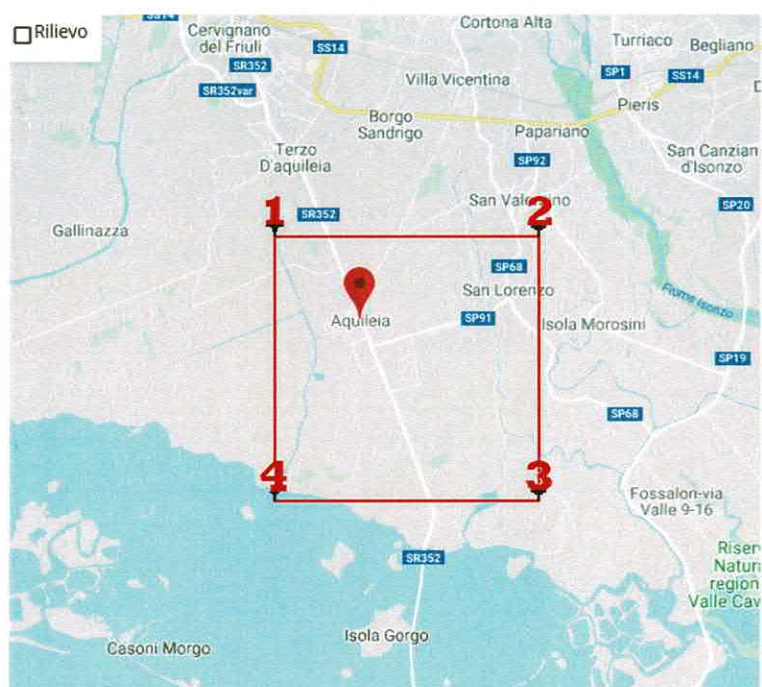
Altezza portale, $h = 3,0 \text{ m}$

Pressione del vento, $p = qb Ce Cp Cd = 70 \text{ daN/mq}$

5 PARAMETRI SISMICI

Sito di riferimento

Indirizzo: Aquileia
latitudine: 45,7690584578848
longitudine: 13,3696861199267



Parametri sismici

Classe d'uso: II
Vita nominale: 50 anni
Coefficiente c_u : 1

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %
Tr: 30 [anni]
ag: 0,033 g
Fo: 2,589
Tc*: 0,218 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento:	63	%
Tr:	50	[anni]
ag:	0,042	g
Fo:	2,552	
Tc*:	0,252	[s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento:	10	%
Tr:	475	[anni]
ag:	0,105	g
Fo:	2,556	
Tc*:	0,361	[s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento:	5	%
Tr:	975	[anni]
ag:	0,135	g
Fo:	2,590	
Tc*:	0,379	[s]

6 PARAMETRI GEOTECNICI, GEOLOGICI DEL TERRENO

Si riporta stralcio della relazione idrogeologica redatta dal Dott. Geol. Paolo Marsich redatta nel marzo 2021.

“Le risultanze del rilievo geologico di superficie ed i dati geologici assunti da bibliografie e dalle relazioni pregresse hanno evidenziato la presenza, in tutti i tre siti di interesse, di deposito sciolti da riporti fino alla profondità di almeno 1,5m. Al di sotto e fino alla profondità di circa 2,8m, la prova penetrometrica dinamica DPSH1 ha rilevato la presenza di un orizzonte costituito da sabbia e limo; a profondità comprese tra 2,8 m e 6,2 m di un orizzonte costituito da argille e limo; ed a profondità comprese tra 6,2 m e 10,2 m di nuovo di un orizzonte di sabbia e limo. La prova penetrometrica ha inoltre individuato la presenza di una falda idrica alla profondità di 4m, ma appare verosimile che questa possa risalire fino a 2 m dal piano campagna.”

Parametri geotecnici

da 0,0 m a 1,5m – materiali di riporto

- Angolo attrito $\phi_k=27^\circ$
- Coesione $c_k=0$ kPa
- Peso di volume $\gamma_k=18$ kN/m³
- Peso di volume saturo $\gamma_{sat,k}=20$ kN/m³

da 1,5 m a 2,8m – sabbia e limo

- Angolo attrito $\phi_k=27^\circ$
- Coesione $c_k=0$ kPa
- Peso di volume $\gamma_k=18$ kN/m³
- Peso di volume saturo $\gamma_{sat,k}=20$ kN/m³

da 2,8 m a 6,2m – argilla e limo

- Angolo attrito $\phi_k=0^\circ$
- Coesione non drenata $c_{u,k}=10-15$ kPa
- Peso di volume $\gamma_k=18$ kN/m³
- Peso di volume saturo $\gamma_{sat,k}=19$ kN/m³

La categoria del sottosuolo individuata è la C (Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180m/s e 360m/s).

La classe topografica è pari alla T1 (Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$).

7 VERIFICHE

Si riportano di seguito le verifiche principali degli elementi strutturali nella sola combinazione con vento essendo significativamente più rilevante rispetto a quella sismica.

Le verifiche sono riferite al portale più significativo che risulta essere quello del Fondo Pasqualis

7.1 Montante Portale

Si riporta di seguito la verifica maggiormente significativa del portale più sollecitato.

I portali saranno realizzati con profilati piegati a C con dimensioni 120x12x5mm, lo schema statico utilizzato è quello di una mensola sollecitata dal vento per e dalla reazione del traverso.

Dati generali:

L.calcolo = 3,0 m

L.traverso = 2,8 m

Dati profilo:

$W_{el} = 75,4 \text{ cm}^3$

$J = 452 \text{ cm}^3$

Acciaio: S275

Coef. Areodinamico profilo: 1,9

Il calcolo dell'azione sollecitante viene effettuata per mezzo dell'applicativo 1_Camp del prof. gelfi.

$$Q_{Ed} = q_k * y_Q$$

Dove q_k azione del vento pari a $p * c_{areo} = 70 * 1,9 = 133 \text{ daN/mq}$

$$Q_{Ed} = 133 * 1,5 = 199,5 \text{ daN/mq}$$

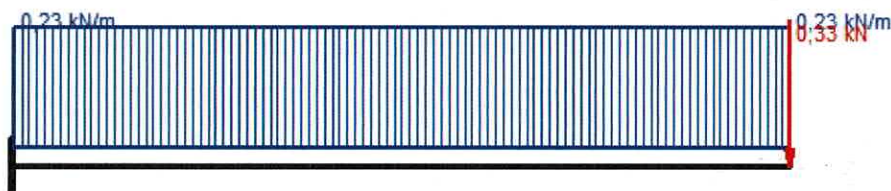
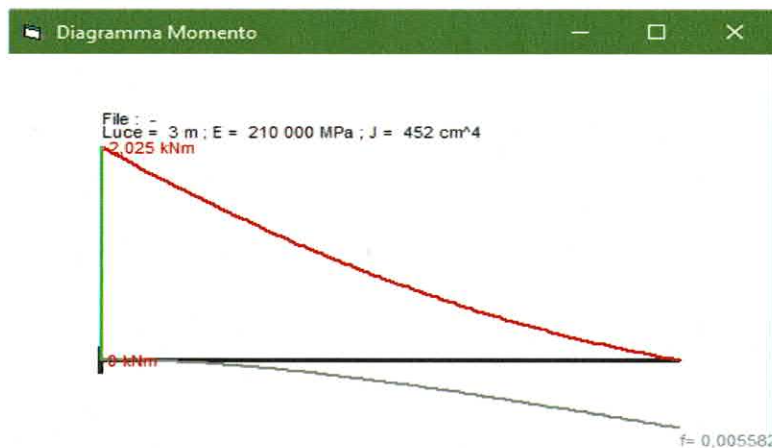


Figure 1: Carichi applicati

Il momento sollecitante risultante vale quindi.

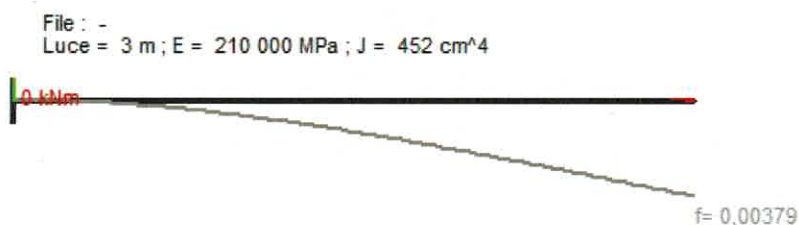


$$M_{Ed} = 2,02 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{Rd} = f_{yk} \cdot W_{el} / \gamma_s = 275 \cdot 75400 / 1,05 = 19.747.619 \text{ N}\cdot\text{mm} = 19,74 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$i = M_{Ed} / M_{Rd} = 0,1 < 1$$

Si riporta di seguito anche la massima deformazione del portale in condizione di esercizio.



La freccia attesa è di 3,8 mm pari a $L/790$.

7.2 Verifica GEO Plinto

La portata massima del terreno stesso è stata stimata per mezzo dell'espressione di Terzaghi, il calcolo della capacità portante dell'insieme fondazione-terreno viene eseguita con la formulazione di Terzaghi.

Carico limite:

$$q_{lim} = \gamma_1 N_q D i_q s_q + \gamma_2 N_v B'/2 i_v s_v + c N_c i_c s_c$$

dove:

D = profondità del piano di posa;

γ_1 e γ_2 = peso specifico degli strati di terreno sopra e sotto la fondazione;

B = larghezza della fondazione.

s_i = coef. Correttivi i forma della fondazione

i_i = coef. Correttivi inclinazione del carico

Tipo verifica: **GEO**

Approccio: **2**

Combinazione coefficienti parziali: **A1+M1+R3**

I coefficienti parziali per le azioni e per i parametri geotecnici del terreno sono stati desunti dalle seguenti tabelle:

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

	Effetto	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti G_1	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti $G_2^{(1)}$	Favorevole	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	γ_Q	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

arametri geotecnici di progetto:

$$\gamma = 1,8 \text{ t/m}^3$$

$$\Phi = 27^\circ$$

$$c = 0 \text{ t/m}^2$$

Tab. 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
Coazione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ_γ	γ_γ	1,0	1,0

I coef. γ_R per le verifiche agli stati limite di fondazioni superficiali sono:

Carico limite: $\gamma_R = 2,3$

Scorrimento: $\gamma_R = 1,1$

Ribaltamento $\gamma_R = 1,15$.

• VERIFICHE RIBALTAMENTO

RIBALTAMENTO

Pasqualis

Dati Geometrici Portale

Hportale 3 m
Lportale 2,8 m
hprofilo 0,12 m

Azione vento

Su Profilo 16,0 daN/ml
Rvento
Montante 22,3 daN

Gettato in opera	Peso	B	L	H	M_stabil	M_traverso	M_montanti	M_cancello	Mrib	i
	962,5	110	70	50	460,33	78,2	134,06	0	212,27	2,17

Foro Romano

Dati Geometrici Portale

Hportale 3 m
Lportale 2,6 m
hprofilo 0,12 m
Largh. Cancello 2,5 m
h cancello 1,5

Azione vento

Su Profilo 16,0 daN/ml
Rvento
Montante 20,7 daN/ml

Gettato in opera	Peso	B	L	H	M_stabil	M_traverso	M_montanti	M_cancello	Mrib	i
	962,5	110	70	50	460,33	72,6	95,76	59,0625	227,44	2,02

Sepolcrotto

Dati Geometrici Portale

Hportale 2,7 m
Lportale 1,5 m
hprofilo 0,12 m

Azione vento

Su Profilo 16,0 daN/ml
Rvento
Montante 12,0 daN/ml

Gettato in opera	Peso	B	L	H	M_stabil	M_traverso	M_montanti	M_cancello	Mrib	i
	675	90	60	50	264,13	38,3	79,72	0	118,02	2,24

- VERIFICHE SCORRIMENTO

SCORRIMENTO

Pasqualis		Peso	H	Vrd	Ved	i
Gettato in opera		962,5	50	426,5	78,2	5,45
Foro Romano		Peso	H	Vrd	Ved	i
Gettato in opera		962,5	50	445,8	72,6	6,14
Sepolcretto		Peso	H	Vrd	Ved	i
Gettato in opera		675	50	312,7	38,3	8,16

- VERIFICHE CAPACITA' PORTANTE

Pasqualis		Fattori di capacità portante						CAPACITA' PORTANTE			Coeff. Correttivi inclinazione carico			Coeff. Correttivi forma		
e		Nq	Ny	Nc	B' (cm)	m	H (cm)	ζq	ζγ	ζc	sq	sy	sc			
Gettato in opera	0,2	13,20	14,47	23,94	65,9	1,5	50,0	0,88	0,81	0,00	1,48	0,62	0			
Sepolcretto		Nq	Ny	Nc	B' (cm)	m	H (cm)	ζq	ζγ	ζc	sq	sy	sc			
Gettato in opera	0,2	13,20	14,47	23,94	55,0	1,5	50,0	0,92	0,87	0,00	1,47	0,63	0			
Foro Romano		Nq	Ny	Nc	B' (cm)	m	H (cm)	ζq	ζγ	ζc	sq	sy	sc			
Gettato in opera	0,2	13,20	14,47	23,94	62,7	1,5	50,0	0,89	0,82	0,00	1,46	0,64	0			

CAPACITA' PORTANTE

Pasqualis		Qlim (kg/cm ²)	Ed	Rd	i
Gettato in opera		1,99	962,5	3986,2	4,14
Sepolcretto		Qlim (kg/cm ²)	Ed	Rd	i
Gettato in opera		1,99	675,0	2862,1	4,24
Foro Romano		Qlim (kg/cm ²)	Ed	Rd	i
Gettato in opera		1,98	962,5	3772,2	3,92

7.3 Verifica STRUTTURALE Plinto

Per determinare l'armatura minima necessaria per assorbire le sollecitazioni indotte dall'iterazione suolo terreno, si utilizza lo come schema statico quello di una mensola incastrata in asse con il montante in acciaio e sollecitata dalla Qlim calcolato per il calcolo della capacità portante.

La lunghezza della mensola è pari a 55cm e si assume unitaria l'area di influenza.

$$M_{Ed} = Q_{lim} * i * L^2 / 2 = 1,99 * 100 * 55^2 / 2 = 300.987,5 \text{ daN*cm} = 30,1 \text{ kN*ml /ml.}$$

Per ogni metro lineare l'armatura minima necessaria per assorbire il momento sollecitante è pari a 1Φ12 /20.

Titolo : _____

N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	50

N°	As [cm²]	d [cm]
1	5,65	3
2	5,65	47

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipo flessione
 Retta Deviata

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N

L₀ 0 cm Col. modello

Precompresso

Materiali

B450C		C25/30	
ε _{su}	67,5 ‰	ε _{c2}	2 ‰
f _{yd}	391,3 N/mm²	ε _{cu}	3,5 ‰
E _s	200 000 N/mm²	f _{cd}	14,17
E _s /E _c	15	f _{cc} /f _{cd}	0,0
ε _{syd}	1,957 ‰	σ _{c,adm}	9,75
σ _{s,adm}	255 N/mm²	τ _{co}	0,6
		τ _{c1}	1,829

M_{xRd} 102,9 kN m

σ_c -14,17 N/mm²

σ_s 391,3 N/mm²

ε_c 3,5 ‰

ε_s 61,33 ‰

d 47 cm

x 2,538 x/d 0,05399

δ 0,7

Considerato tuttavia che l'armatura minima da garantire è pari a

$$A_{s,min} = 0,26 * f_{ctm} / f_{yk} * b * d$$

dove b lunghezza totale del plinto

d altezza utile depurata del copriferro c=3

$$A_{s,min} = 0,26 * 2,55 / 450 * 1100 * 470 = 7,67 \text{ cm}^2$$

I plinti saranno tutti armati con doppia maglia di Φ14 /20.

000485-4 MAR 21
 DPR 380/2001 DEPOSITATO
 L.R. 16/2009
 REGIONE AUTONOMA
 FRIULI VENEZIA GIULIA
 SERVIZIO EDILIZIA
 UDINE

Trieste, 02/03/2021.

Ing. Salim Fathi
 MADS & ASSOCIATI

