



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR)
Missione 2 "Rivoluzione verde e transizione ecologica"
Componente 4 "Tutela del territorio e della risorsa idrica"
Investimento 4.4 "Investimenti in fognatura e depurazione"
Razionalizzazione funzionale sistema fognario
Portigliola - Caprioli di Pisciotta e Camerota
CUP: F32E21000120006

PROGETTO ESECUTIVO

A - ELABORATI DESCRITTIVI

A2 - Relazioni specialistiche

<u>COD. ELABORATO</u> A2 03.1	Impianto di sollevamento " B' " – Relazione di calcolo delle strutture in c.a.
<u>ID FILE</u> A2 03.1 - Soll-B_Calcoli	
<u>SCALA</u> -	

RUP

ing. Giovanna Ferro

Progettista

CNC Ingegneri S.r.l.

Presidente del C.d.A.
Consac Gestioni Idriche S.p.A.

avv. Gennaro Maione

Direttore Generale
Consac Gestioni Idriche S.p.A.

ing. Maurizio Desiderio

Data
Marzo 2025
Revisione 0 - Emissione

IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO "B'" – RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE IN C.A.

INDICE

1. PREMESSA.....	2
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI.....	2
2.1. INQUADRAMENTO NORMATIVO	3
2.2. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	3
2.3. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI INTERESSATI DALLE OPERE	5
3. ASPETTI SISMICI.....	6
3.1. ACCELERAZIONE DI PROGETTO E PARAMETRI DI PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE.....	6
3.2. CATEGORIA DI SUOLO.....	7
3.3. CATEGORIA TOPOGRAFICA.....	8
4. IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO MINGARDO	9
4.1. DESCRIZIONE DELL' OPERA	9
4.2 . ANALISI DEI CARICHI.....	10
4.2.1 - PESO PROPRIO DELLA STRUTTURA.....	10
4.2.2 – CARICHI VARIABILI	10
4.2.3 - SPINTE DELLE TERRE IN CONDIZIONI STATICHE	10
4.2.4 - SCHEMI DI CALCOLO E MODELLAZIONE DELLE STRUTTURE	10
4.2.5 - VERIFICHE.....	13
5. GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITA' DEI RISULTATI	17
ALLEGATO 1 - Tabulati di calcolo Impianto.....	Errore. Il segnalibro non è definito.

IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO "B'" – RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE IN C.A.

1. PREMESSA

1.1 - I lavori previsti dal presente progetto riguardano gli interventi di “**Razionalizzazione funzionale sistema fognario Portigliola**”, nei comuni di Caprioli di Pisciotta e Camerota (SA).

L'intervento proposto nasce dall'esigenza di tutelare il territorio di considerevole pregio naturalistico e paesaggistico, facente parte del Parco Nazionale del Cilento, Vallo di Diano e Alburni e ricadente nei Comuni di Camerota e di Pisciotta. Tali aree sono connotate da una considerevole vocazione turistica nel periodo estivo e, pertanto, da significativi incrementi della popolazione e produzione di acque reflue urbane.

Nel contempo l'attuale sistema fognario della frazione Caprioli del Comune di Pisciotta presenta importanti carenze strutturali e risulta non adeguato alle esigenze territoriali sia per la limitata estensione, che lascia ampie zone sprovviste di recapito fognario, sia per i piccoli diametri utilizzati per la realizzazione delle attuali dorsali di collettamento. Il sovraccarico incidente su un'infrastruttura non adeguata rischia di comportare disservizi e malfunzionamenti di un anello importante del Servizio Idrico Integrato. La fascia costiera della frazione Marina del Comune di Camerota risulta, allo stato attuale, priva di una rete di collettamento e convogliamento delle acque reflue prodotte dagli stabilimenti balneari e dai villaggi ivi presenti. Ne consegue l'impellente necessità di implementare un sistema fognario che raccoglie tali reflui e li convoglia nell'esistente rete fognaria in quanto ne è stata verificata la capacità idraulica.

Il punto finale di recapito di entrambi gli interventi è l'impianto di trattamento delle acque reflue urbane sito in località Portigliola del Comune di Centola, di recente messo in esercizio e dotato di adeguata capacità nominale depurativa.

Il collettamento delle acque reflue lungo la fascia costiera ed il convogliamento presso il depuratore sito in località Portigliola del Comune di Centola garantisce lo smaltimento dei reflui e, pertanto, preserva l'area marina protetta limitrofa.

Come detto, inoltre, i reflui sono convogliati in un depuratore esistente, di recente messa in esercizio, che non richiede alcun intervento di nuova realizzazione essendo dimensionato anche per trattare le portate delle aree oggetto del presente intervento.

1.2 - Il presente elaborato, sulla scorta delle indicazioni inerenti l'assetto lito-stratigrafico dell'area desunte dalle relazioni geologica e geotecnica di progetto (v. Elab. B 01 e A2 01), riporta le risultanze delle verifiche strutturali relative all'impianto di sollevamento “B”.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

2.1. INQUADRAMENTO NORMATIVO

La presente viene redatta in ottemperanza a:

- **D.M. 17/01/2018** "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni"
- **Consiglio Superiore dei LL.PP. - nota 21/03/2018** "Prima applicazione del D.M.17.01.2018, riportante l'aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni, alle procedure autorizzative e di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale"
- **O.P.C.M. n°3274 del 20/03/2003 e s.m.i.**, contenente "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e normative tecniche per la costruzione in zona sismica";
- **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

2.2. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Si prevede l'impiego di materiali conformi a quanto previsto nel T.U. per le costruzioni D.M. 17/01/2018 Norme Tecniche per le Costruzioni.

ACCIAI PER ARMATURE

L'armatura sarà realizzata con acciai del tipo B450C caratterizzati dai seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e di rottura da utilizzare per il progetto ed il calcolo delle sezioni in c.a.:

Valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura da utilizzare nei calcoli:

$f_{v \text{ nom}}$	450 N/mm ²
$f_{t \text{ nom}}$	540 N/mm ²

Requisiti per acciaio B450C

$f_{yk} \geq 450.00$ MPa

tensione caratteristica di snervamento

$f_{yd} \geq 391.30$ MPa

tensione caratteristica di calcolo

$E_s = 210000$ MPa

modulo elastico

Stato limite ultimo SLU:

$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 450 / 1,15 = 391,30$ MPa

Stato limite di esercizio SLE:

$s_s = 0.80 f_{yk} = 360,0$ MPa

CARATTERISTICHE	REQUISITI	FRATTILE (%)
Tensione caratteristica di snervamento f_{yk}	$\geq f_{v\ nom}$	5.0
Tensione caratteristica di rottura f_{tk}	$\geq f_{t\ nom}$	5.0
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,15$	10.0
$(f_y/f_{ynom})_k$	$\leq 1,25$	10.0
Allungamento $(A_{gt})_k$	$\geq 7,5\ %$	10.0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90° e successivo raddrizzamento senza cricche:		
$\phi < 12\ mm$	4 ϕ	
$12 \leq \phi \leq 16\ mm$	5 ϕ	
per $16 < \phi \leq 25\ mm$	8 ϕ	
per $25 < \phi \leq 40\ mm$	10 ϕ	

L' acciaio sarà posto in opera senza presentare eccessive ossidazioni e corrosioni. e dovrà essere esente da scorie, saldature, soffiature o da qualsiasi altro difetto. Dovranno essere forniti i certificati di prova rilasciati da laboratorio autorizzato forniti dal produttore, nonché i certificati relativi alle prove di trazione su spezzoni di vario diametro effettuate da laboratorio autorizzato, nel numero richiesto dalla normativa vigente. Gli acciai in cantiere dovranno essere classificati a seconda del diametro, in modo da evitare qualsiasi possibile errore nella loro utilizzazione. Lo strato di superficie di tutti gli acciai sarà sempre esaminato prima dell'uso, per verificare la pulizia e l'assenza di macchie di grasso, terra, polvere, ecc. Tutte le armature dovranno essere protette durante lo stoccaggio contro la pioggia e l'umidità proveniente dal suolo. Le armature dovranno essere disposte con esattezza nelle posizioni previste dal progetto esecutivo e fissate con supporti atti a impedirne lo spostamento durante il getto del cls. E' vietato disporre le armature sui casseri, sollevandoli durante il getto per metterle a posto. Prima del getto occorrerà verificare se la posizione delle armature portanti è corrispondente al progetto esecutivo. A tal fine occorrerà avvertire sempre la direzione lavori con almeno 2 giorni di anticipo sui getti. La distanza minima delle barre di armatura dalla superficie dei casseri dovrà essere di almeno 3.0 cm salvo dove diversamente indicato.

CALCESTRUZZI

Per le strutture si impiegherà calcestruzzo avente le seguenti caratteristiche:

Gli inerti, naturali o di frantumazione, devono essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche limose e argillose, di gesso etc., in proporzioni nocive all'indurimento del conglomerato o alla conservazione delle armature.

L'acqua per gli impasti deve essere limpida e priva di sali dannosi.

classe di resistenza	C 28/35 (UNI EN 206-1) ($R_{ck} = 35\ N/mm^2$)
classe di esposizione	XA1 (UNI EN 206-1)
max rapporto a/c	0.55 (UNI 9858 – UNI 8981/5)
tipo e classe di cemento	CEM I 42.5 R (UNI EN 197-1)
dosaggio minimo	320 kg/m^3 (UNI EN 206-1)
dimensione max aggregati	31.5 mm (UNI 9858 - EN 12620 - 8520-2)
classe di consistenza	S4 (UNI EN 206-1)

Al di sotto delle strutture di fondazione sarà gettato uno strato di calcestruzzo, dello spessore minimo 10 cm, avente le seguenti caratteristiche:

classe di resistenza	C 12/15 (UNI EN 206-1) ($R_{ck} = 15 \text{ N/mm}^2$)
classe di esposizione	XC0 (UNI EN 206-1)

2.3. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI INTERESSATI DALLE OPERE

L'ambito di intervento, viene definito dalla dorsale collinare parallela alla costa, delimitata ad est dal F.me Lambro e ad ovest dal mare e dal tratto costiero a sud della foce del Mingardo. Da un punto di vista geologico il rilievo, nel tratto di Caprioli, è costituito dalle argilliti di Genesio (Argilliti, marne, siltiti, arenarie calcilutiti), mentre nell'area sud affiorano depositi marini sovrapposti al substrato carbonatico (Calcareni e calcilutiti). Le formazioni del substrato geologico relativo sono state disarticolate dalla tettonica quaternaria lungo lineamenti con asse N-S (valle del Lambro, Valle del Mingardo) ed E-W, definendo un sistema di dorsali a loro volta suddivise in rilievi isolati collegati da selle morfologiche.

Lungo la fascia costiera sono presenti sabbie medio fini e grossolane (spiagge recenti) così come, nel fondovalle del Lambro, affiorano depositi eterometrici ed eterogenei incoerenti, con spessore variabile, generalmente fino ad un massimo di pochi metri, costituiti prevalentemente da ciottoli, da sabbie grossolane e sabbie limose, talora da blocchi, ovvero le alluvioni attuali.

I primi, le sabbie, sono modellati dalla dinamica attuale delle correnti marine, mentre i secondi che costituiscono terrazzi poco più alti dell'alveo attuale, nell'ambito delle aree golenali e sono modellati dalla dinamica fluviale.

I terreni presenti nell'area d'imposto dell'impianto sono di natura granulare e agli stessi possono essere cautelativamente attribuiti i seguenti parametri geotecnici:

$$\gamma_{\text{sat}} = 18 \text{ kN/mc} \quad \varphi'_k = 30^\circ \quad c' = 0 \text{ kPa}$$

In corrispondenza del piano di appoggio della vasca si considera un valore della costante di sottofondo pari a $1,0 \text{ Kg/cm}^2$.

	Coltri detritiche di alterazione eluvio-colluviale, di spessore variabile, a prevalente componente limoso-argillosa e sabbiosa, con scheletro detritico eterometrico da minuto a grossolano, comprendono locali depositi torrentizi prevalentemente limoso-sabbiosi, anch'essi con scheletro detritico eterometrico, talora con inclusi detritici ciottolosi, a luoghi terrazzati. È possibile che comprendano anche depositi di paleofane. Dove le condizioni morfologiche e morfologiche del rilievo lo consentono, tali depositi si organizzano in con di direzione, prevalentemente accumulati per azione della gravità. Spessori variabili, generalmente di pochi metri.
	DEPOSITO DI SPIAGGIA RECENTE Ghiaie sabbiose e ciottolame eterometrico, sabbie medio fini non coinvolte dalla attuale dinamica litoranea, ad eccezione di eventi eccezionali da tempesta, e sabbie fini, ben cernite, accumulate per azione del vento, talora pedogenizzate, spesso parzialmente smantellate e antropizzate, passanti verso il basso a sabbie marine a laminazione parallela. In genere costituiscono cordoni dunari che si sviluppano immediatamente allo spallo della spiaggia attuale. Tali depositi sono talora rimaneggiati e coperti da terreni di riporto, strutture antropiche e da vegetazione. Spessore variabile, generalmente di pochi metri.
	DEPOSITO DI SPIAGGIA ANTICA Prevalenti sabbie medio fini e fini, ben cernite, accumulate per azione del vento, non coinvolte dalla attuale dinamica litoranea, talora pedogenizzate, spesso parzialmente smantellate, rimaneggiate, antropizzate e coperte da vegetazione, passanti verso il basso a sabbie marine a laminazione parallela. Spessore variabile, generalmente di pochi metri.
	SISTEMA DI CAPRIOLI - Deposito di versante costituito dall'alternanza di colluvioni, di spessore variabile, a prevalente componente limoso-argillosa e sabbiosa, con scheletro detritico eterometrico da minuto a grossolano, e depositi torrentizi prevalentemente limoso-sabbiosi, anch'essi con scheletro detritico eterometrico, talora con inclusi detritici ciottolosi, localmente cementati. Si intercala un livello piroclastico (p) di spessore fortemente variabile da centimetrico a metrico; alla base e al tetto di questo livello piroclastico è presente un orizzonte pedogenizzato rosso di spessore decimetrico. Potenza variabile, generalmente di pochi metri, talora maggiore di 10 m. In discordanza su tutte le unità più antiche.
	Deposito costituito prevalentemente da calcareniti e da sabbie a laminazione incrociata. Sottunità basale costituita da calcareniti medie e fini, con bioclasti, in strati sottili piano-paralleli nella parte inferiore e con laminazione incrociata nella parte superiore. Potenza variabile da circa 2 a circa 10 m. Sottunità superiore costituita da sabbie limose, a laminazione incrociata, giallastre e rossastre, di probabile origine eolica. Alla base è presente un paleosuolo rosso-bruno. Sono presenti gasteropodi polmonali.
	Depositi terrazzati affioranti lungo le parti più alte dei versanti, costituiti da alternanze di lenti di ghiaie embriate, anche grossolane, in matrice sabbiosa, e livelli sabbioso-siltici giallastri con lenti di microconglomerati. Strati di spessore variabile, da medi a banchi. Sono presenti livelli laminari limoso-argillosi grigi, fluvio-lacustri, generalmente di pochi metri. La potenza totale è di alcune decine di metri.
	ARGILLITI DI GENESIO - Prevalenti argilliti foliate generalmente scure, talora policrome, subordinate marne scure, talora silicizzate, e torbiditi con base costituita da siltiti, arenarie, rare calcareniti e areniti carbonatiche. In strati sottili e medi, talora spessi, silti e arenarie micacee, estremamente alterate, talora silicizzate o con lenti di selce scura. Intensa tettonizzazione con frequenti piani di frattura e cingaggio, frequenti vene di calcite intratrattate; localmente, pieghe mesoscopiche a cuspidi. Potenza affiorante variabile da poche decine fino ad alcune centinaia di metri.
	Calcilutiti e calcareniti colliche e bioclastiche, talora dolomitizzate, di colore grigio chiaro, massive o generalmente mal stratificate; più raramente in strati medi e spessi. A luoghi i calcari sono enolitici o, verso la base, stromatolitici. Localmente calcari dolomitici saccaroidi, mal stratificati o massivi e privi di strutture sedimentarie. Tra le microfane <i>Aeolisaccus dunningtoni</i> . Spessore circa 400 m.

3. ASPETTI SISMICI

3.1. ACCELERAZIONE DI PROGETTO E PARAMETRI DI PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

Le NTC-18 hanno introdotto un sisma di progetto non più per ogni comune (OPCM 3274 e s.m.i. e NTU-05, peraltro questa ultima abrogata), ma per ogni punto del territorio (punti di ancoraggi nodali di un reticolo di 4 km di lato) (**Fig. 1**). Sono stati, inoltre, introdotti gli Stati Limite sismici probabilistici. In sintesi, l'intensità della componente orizzontale del sisma viene trattata come un campo aleatorio (in ogni punto del territorio il sisma viene rappresentato da una variabile aleatoria).

Per la determinazione dei parametri iniziali di accelerazione su suolo libero, si è fatto ricorso al software *Spettri di risposta Ver. 1.0.3.* relativo alle NTC-08 che consente di ricavare gli spettri di risposta rappresentativi delle componenti delle azioni sismiche di progetto per il generico sito del territorio nazionale, tramite l'individuazione della relativa pericolosità sismica direttamente da coordinate geografiche.

Coordinate medie	
coordinate WGS 84	Lat. 40.073650 [°]; Long. 15.272472 [°]
coordinate ED 50	Lat. 40.0746581 [°]; Long. 15.273312 [°]

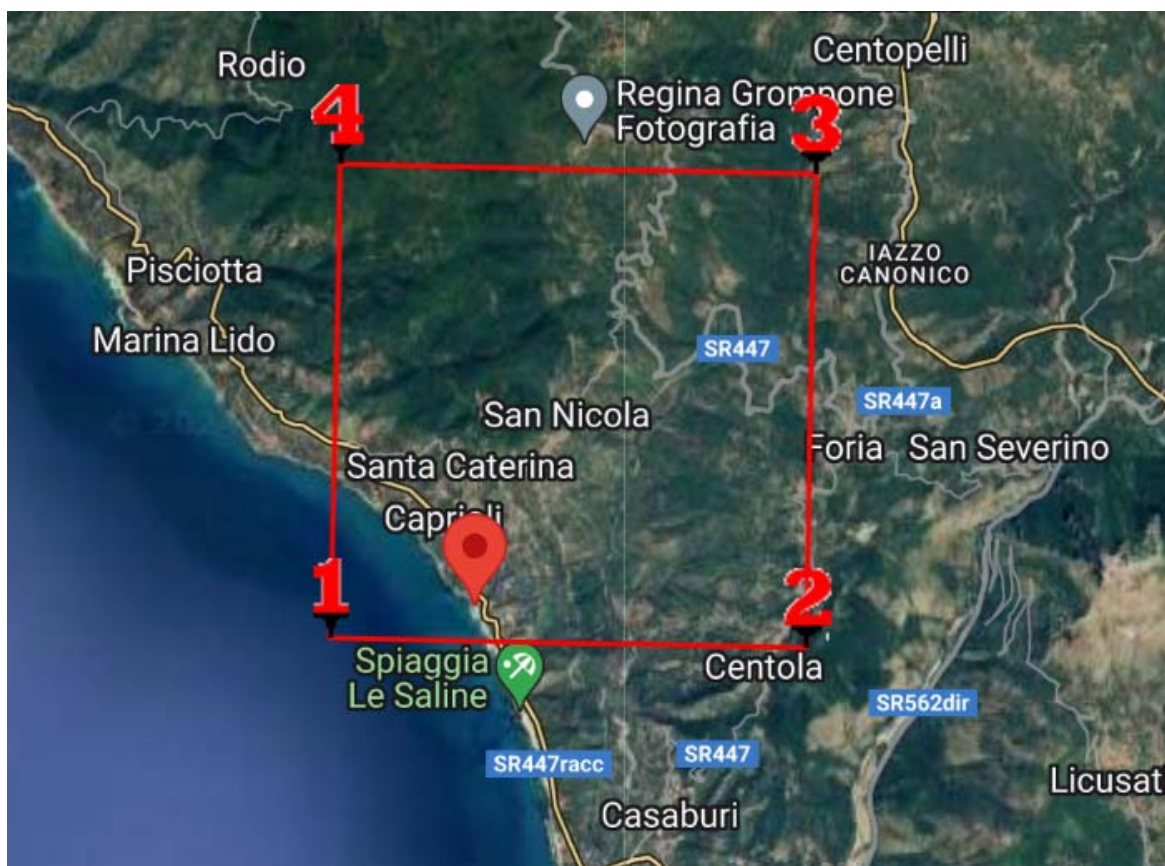


Fig. 1: punti di ancoraggio del reticolo

Tipi di costruzione		Vita Nominale V_N (in anni)
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva	≤ 10
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	≥ 50
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	≥ 100

➤ Classe d'uso C_U della struttura (§ 2.4.2 NTC-18): Classe II

Classe I:	Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.
Classe II:	Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.
Classe III:	Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.
Classe IV:	Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

➤ Vita di riferimento V_R della struttura (§ 2.4.3 NTC-18): $V_R = V_N \cdot C_U = 50$ anni

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1	1,5	2

➤ Tabella dei parametri delle azioni (§ 3.2.1. NTC-18) – Opera Definitiva

STATO LIMITE	Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R	T_R anni	a_g [g]	F_0 -	T_C^* [s]
SLO	81%	30	0.031	2.394	0.281
SLD	63%	50	0.038	2.482	0.322
SLV	10%	475	0.088	2.611	0.489
SLC	5%	975	0.109	2.704	0.526

3.2. CATEGORIA DI SUOLO

Ai sensi del D.M. 17/01/2018 (§ 3.2.2. NTC-18) le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione, costituendo l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle stesse.

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale, che è l'azione sismica quale emerge in "superficie" a seguito delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza, subite trasmettendosi dal substrato rigido, mediante specifiche analisi. In assenza di tali analisi, quale è il caso in esame, per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento. La definizione delle categorie di profilo stratigrafico del suolo di fondazione, è basata sulla velocità delle onde sismiche di taglio $V_{s,30}$, che costituisce un parametro correlato alla velocità delle onde di taglio V_s degli strati di terreno nei primi 30 m di sottosuolo al di sotto del piano di posa delle fondazioni; la $V_{s,30}$, che rappresenta una velocità equivalente, è espressa dalla seguente formula:

$$V_{s,30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{s,i}}} \quad (1)$$

Nel caso in esame, con riferimento ai litotipi presenti ed anche in relazione ai dati disponibili, ai terreni presenti si attribuisce la **Categoria C**.

3.3. CATEGORIA TOPOGRAFICA

Considerando la morfologia pianeggiante della zona si assume la categoria topografica T1.

➤ Tabella delle categorie topografiche (§ 3.2.2. NTC-18)

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

4. IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO MINGARDO

4.1. DESCRIZIONE DELL' OPERA

La nuova vasca di progetto è a pianta rettangolare, di dimensioni esterne pari a 3,00 x 2,40 m. L' altezza, misurata dall' estradosso della fondazione all' intradosso della soletta di copertura, risulta pari a 3,44 m; la platea di fondazione ha spessore pari a 30 cm, analogamente alle pareti in elevazione ed alla soletta di copertura.

Lo schema planimetrico della struttura e la sezione trasversale è di seguito riportata (v. **Figura 2**).

IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO B' (AREA CAPRIOLI)

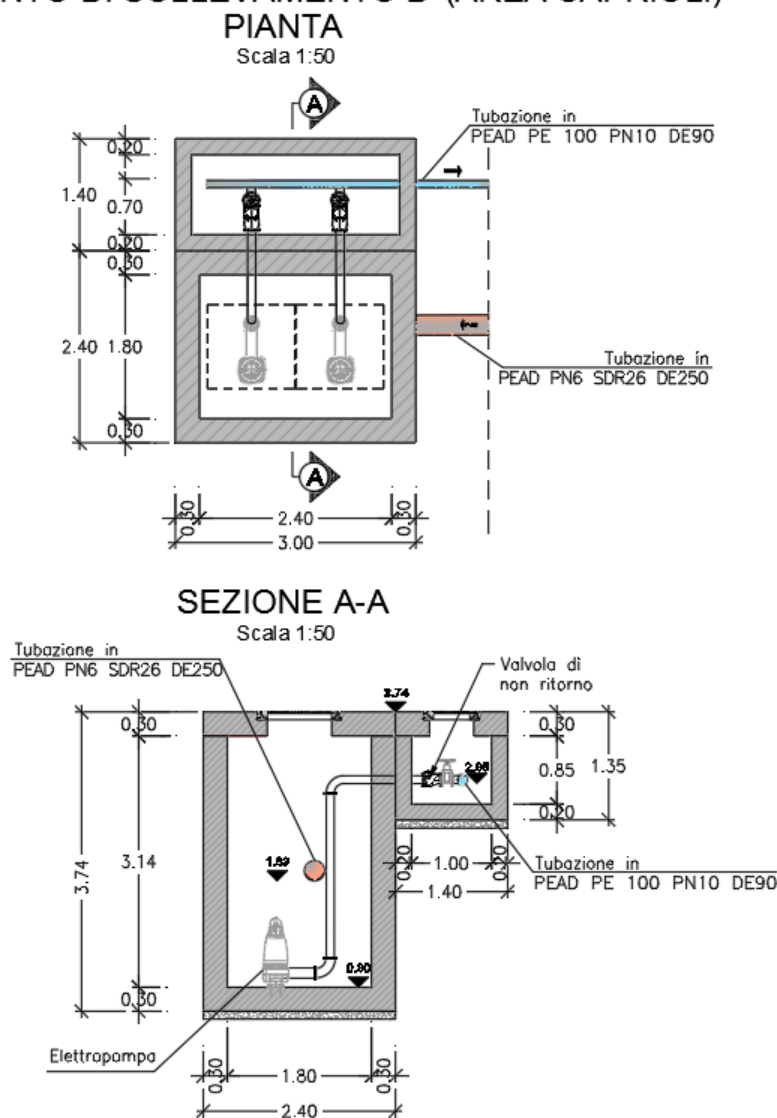


Figura 2 – Impianto di sollevamento

4.2 . ANALISI DEI CARICHI

4.2.1 - PESO PROPRIO DELLA STRUTTURA

Avendo utilizzato nel seguito una procedura agli elementi finiti, per il calcolo delle sollecitazioni, delle deformazioni e dello stato tensionale, il peso proprio strutturale è stato valutato automaticamente e tenuto in conto semplicemente fornendo nei dati di input le corrette dimensioni degli elementi strutturali e la relativa densità di peso:

calcestruzzo armato:

2500 kg/m³

4.2.2 – CARICHI VARIABILI

L' opera sarà realizzata a margine di una strada esistente e, pertanto, essa non è direttamente interessata dal transito di automezzi.

In ogni caso si considera sulla soletta di copertura del manufatto un carico distribuito di 2 t/mq.

In relazione alla tipologia e alle dimensioni delle opere si ritengono trascurabili gli effetti dovuti al vento (opera interrata) e al ritiro del calcestruzzo e alle variazioni termiche.

4.2.3 - SPINTE DELLE TERRE IN CONDIZIONI STATICHE

Per la spinta del terrapieno si accetta usualmente l'ipotesi di Coulomb e di distribuzione triangolare con risultante orizzontale.

Date inoltre le caratteristiche di deformabilità della struttura, la spinta del terreno è stata valutata mediante il coefficiente a riposo k_0 :

$$S = k_0 \cdot g_t \cdot H$$

$$k_0=1 - \text{sen } \varphi_k'=0,5.$$

Il programma di calcolo utilizzato, **CDS Win**, prevede l’inserimento delle caratteristiche del terreno (peso dell’ unità di volume, coesione, angolo di attrito ecc...) determinando, poi, la spinta triangolare agente sulle pareti. Il valore della spinta viene posto in relazione al coefficiente di spinta attiva k_a , determinato direttamente dal programma mediante la formula di Coulomb.

Di conseguenza, per ottenere un valore di spinta proporzionale al coefficiente di spinta a riposo, si attribuisce al terreno spingente sui piedritti un valore dell' angolo di attrito φ^* ricavato dalla relazione:

$$tg^2(45^\circ - \frac{\varphi^*}{2}) = 1 - sen \varphi_k$$

quindi

$\varphi^*=20^\circ$

L'angolo d' attrito terreno-opera viene posto cautelativamente pari a 0° .

4.2.4 - SCHEMI DI CALCOLO E MODELLAZIONE DELLE STRUTTURE

Il calcolo delle strutture è stato condotto utilizzando un programma di calcolo agli elementi finiti **C.D.S. WIN**

I metodi di calcolo adottati per il calcolo sono i seguenti:

- 1) Per i carichi statici: METODO DELLE DEFORMAZIONI;
- 2) Per i carichi sismici: metodo dell'ANALISI MODALE o dell'ANALISI SISMICA STATICA EQUIVALENTE.

Per lo svolgimento del calcolo si è accettata l'ipotesi che, in corrispondenza dei piani sismici, i solai e/o piastre siano infinitamente rigidi nel loro piano e che le masse ai fini del calcolo delle forze di piano siano concentrate alle loro quote.

Il calcolo degli spostamenti e delle caratteristiche viene effettuato con il metodo degli elementi finiti (F.E.M.).

Possono essere inseriti due tipi di elementi:

- 1) Elemento monodimensionale asta (*beam*) che unisce due nodi aventi ciascuno 6 gradi di libertà.

Per maggiore precisione di calcolo, viene tenuta in conto anche la deformabilità a taglio e quella assiale di questi elementi. Queste aste, inoltre, non sono considerate flessibili da nodo a nodo ma hanno sulla parte iniziale e finale due tratti infinitamente rigidi formati dalla parte di trave inglobata nello spessore del pilastro; questi tratti rigidi forniscono al nodo una dimensione reale.

2) L'elemento bidimensionale shell (*quad*) che unisce quattro nodi nello spazio. Il suo comportamento è duplice, funziona da lastra per i carichi agenti sul suo piano, da piastra per i carichi ortogonali.

Assemblate tutte le matrici di rigidezza degli elementi in quella della struttura spaziale, la risoluzione del sistema viene perseguita tramite il *metodo di Cholesky*.

Ai fini della risoluzione della struttura, gli spostamenti X e Y e le rotazioni attorno l'asse verticale Z di tutti i nodi che giacciono su di un impalcato dichiarato rigido sono mutuamente vincolati.

L'analisi sismica statica è stata svolta imponendo, come da normativa, un sistema di forze orizzontali parallele alle direzioni ipotizzate come ingresso del sisma. Tali forze che sono calcolate mediante l'espressione:

$$F_i = S_d(T_1) \times W \times \frac{L}{g} \times \frac{z_i \times W_i}{\sum z_j \times W_j}$$

dove:

F_i è la forza da applicare al nodo i

$S_d(T_1)$ è l'ordinata dello spettro di risposta di progetto

W è il peso sismico complessivo della costruzione

L è un coefficiente pari a 0,85 se l'edificio ha meno di tre piani e se $T_1 < T_c$, pari ad 1,0 negli altri casi

g è l'accelerazione di gravità

W_i e W_j sono i pesi delle masse sismiche ai nodi i e j

z_i e z_j sono le altezze dei nodi i e j rispetto alle fondazioni

Tali forze sono applicate in corrispondenza dei baricentri delle masse di piano.

Le forze orizzontali così calcolate vengono ripartite fra gli elementi irrigidenti (pilastri e pareti di taglio), ipotizzando i solai dei piani sismici infinitamente rigidi assialmente.

I valori delle sollecitazioni sismiche sono combinate linearmente (in somma e in differenza) con quelle per carichi statici e con il 30% di quelle del sisma ortogonale per ottenere le sollecitazioni di verifica. Gli angoli delle direzioni di ingresso dei sismi sono valutati rispetto all'asse X del sistema di riferimento globale.

L'impianto di sollevamento viene modellato mediante elementi bidimensionali shell ('quad') che uniscono i quattro fili fissi:

PIASTRE A QUOTA 0,0

Piastra n° 1 – fondazione (fili 1-2-5-6)

PIASTRE A QUOTA 3,44

Piastra n° 1 – elevazione (fili 1-2-5-6)

I setti laterali sono stati modellati mediante elementi bidimensionali.

Lo schema dei fili fissi e delle quote di riferimento è riportato nella figura che segue.

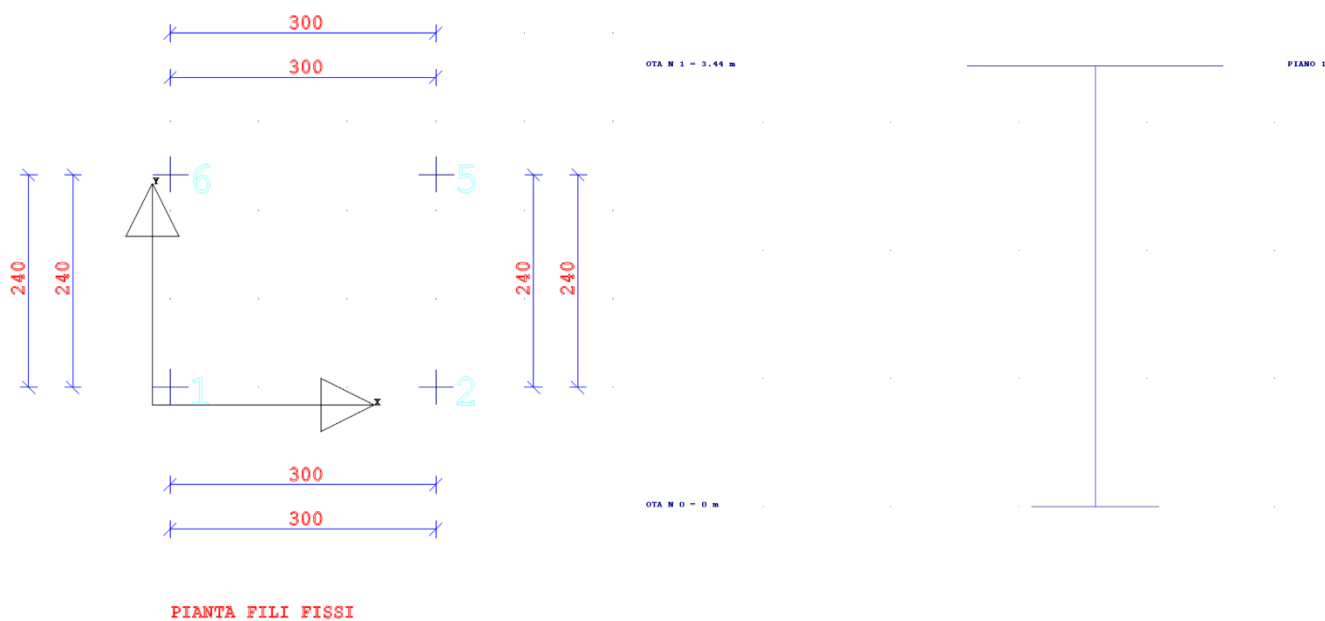


Figura 3 – Schema fili fissi struttura

I carichi agenti sui setti laterali sono riportati nella figura che segue:

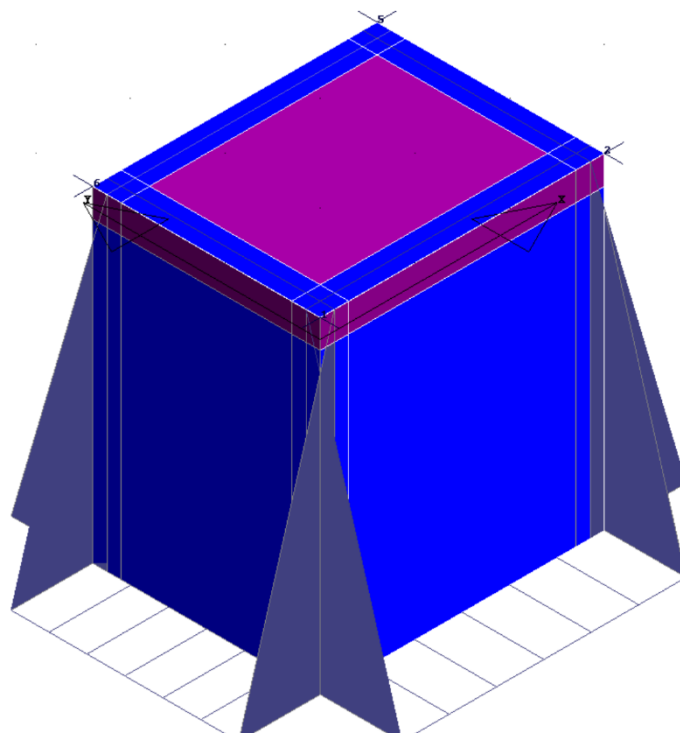


Figura 4 – Modello agli elementi finiti della struttura con carichi agenti sui setti laterali

4.2.5 - VERIFICHE

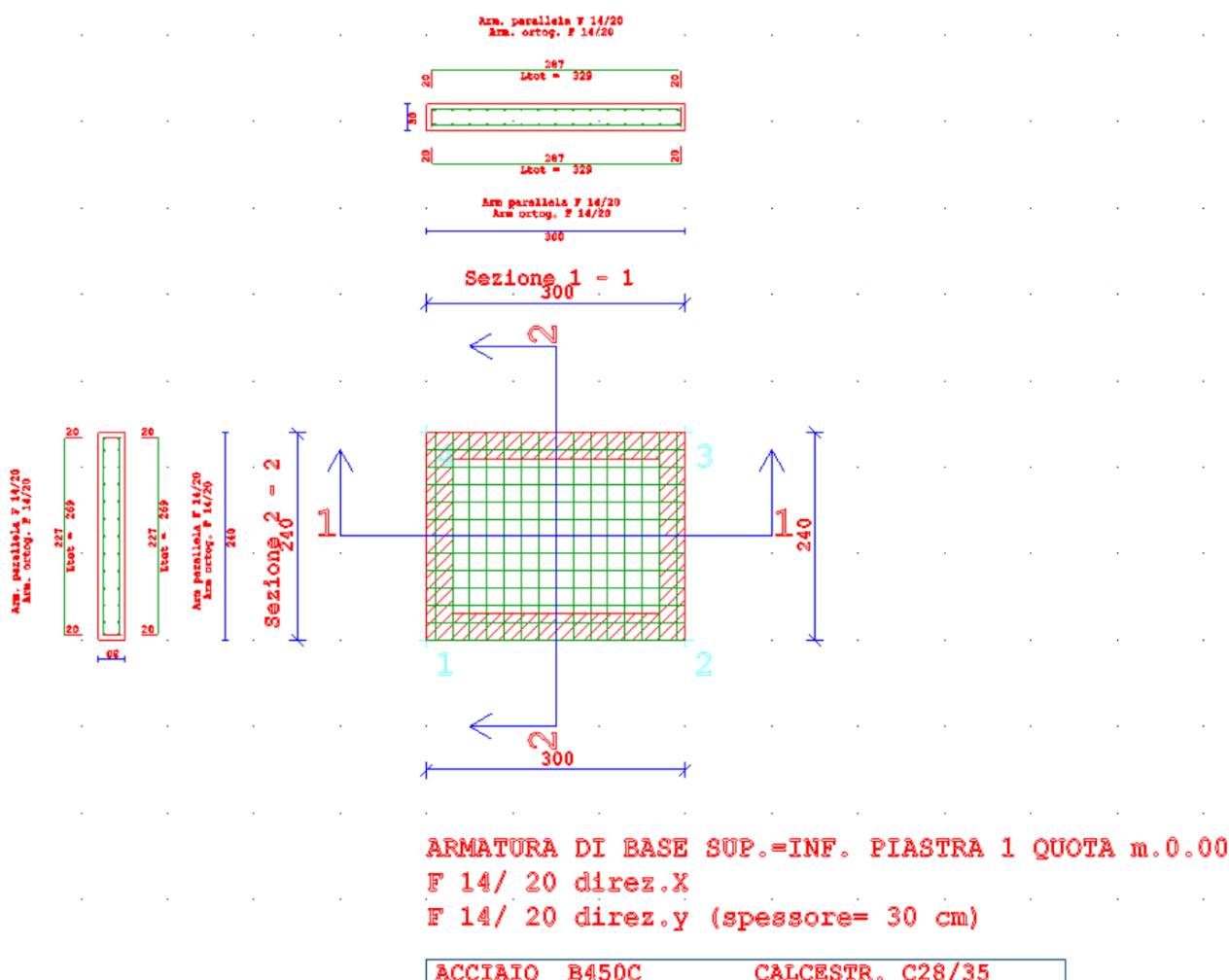
La struttura è stata calcolata tenendo conto delle seguenti combinazioni:

- SLE, in cui sia le azioni che i parametri geotecnici compaiono con il valore caratteristico;
- SLU, in cui sia alle azioni che ai parametri geotecnici sono stati applicati i coefficienti parziali previsti dalla combinazione A2+M2+R1 (azioni amplificate e parametri ridotti);
- SISMICA, in cui le azioni compaiono con il valore caratteristico e i parametri geotecnici sono ridotti secondo i coefficienti M2.

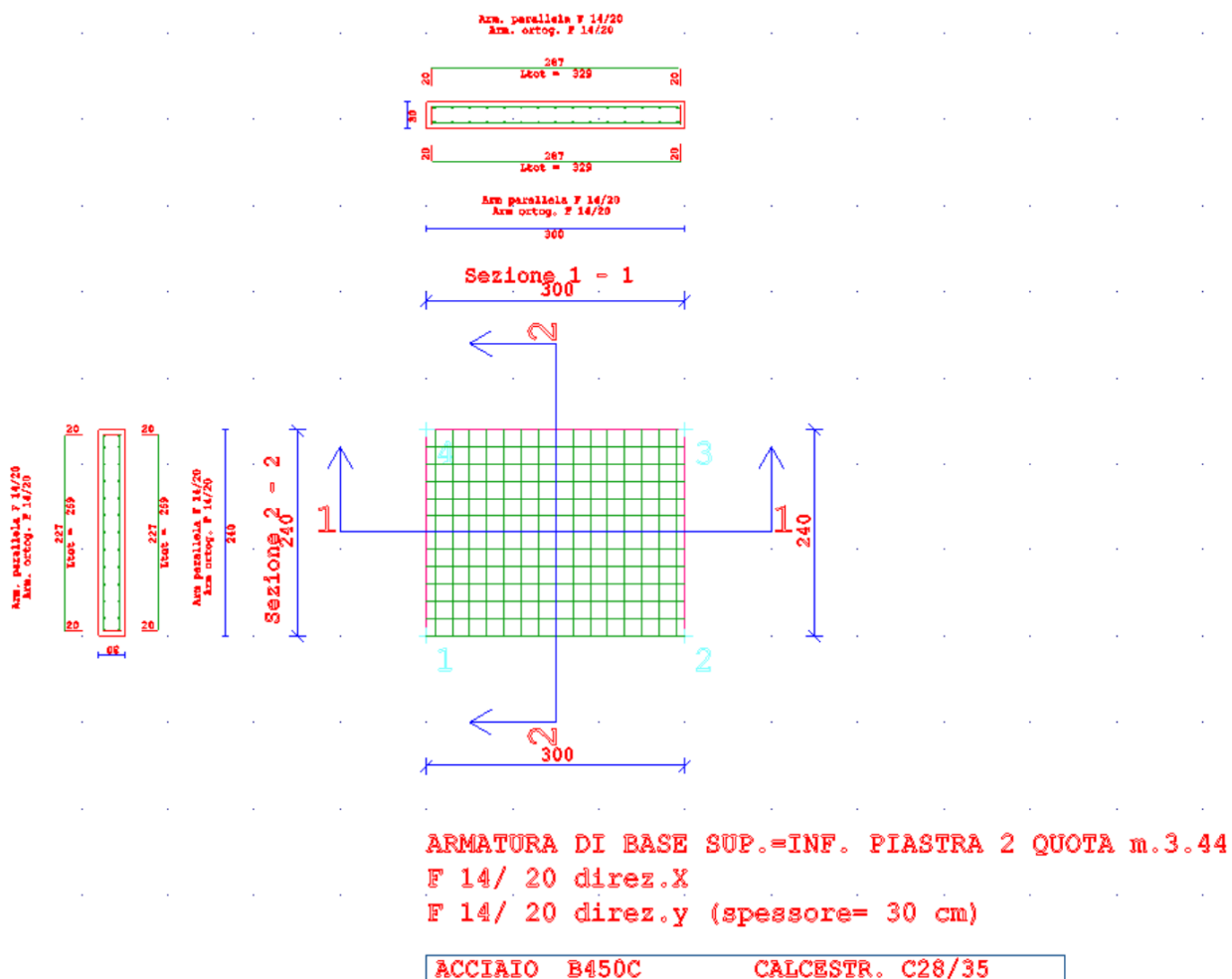
I dati di input e le elaborazioni di calcolo sono riportati nell' **Elaborata A3 02.2.**

Dallo stesso evince che per l' opera in oggetto sarà armata mediante doppia maglia $\Phi 14/20''$ trasversalmente e orizzontalmente, sia nelle piastre di fondazione ed in elevazione che nei setti.

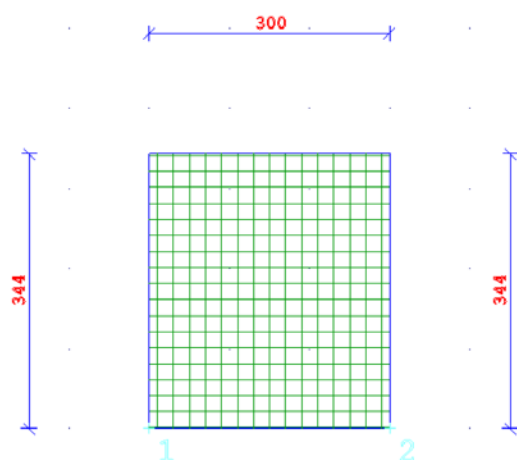
ARMATURE PIASTRE DI BASE E SUPERIORE



Razionalizzazione funzionale sistema fognario Portigliola - Caprioli di Pisciotta e Camerota
CUP: F32E21000120006



ARMATURE SETTI LATERALI

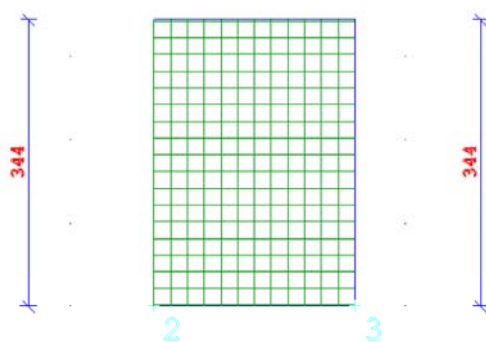


300

ARMATURA DI BASE SUP.=INF. SETTO 1 QUOTA m.0.00- 3.44
F 14/ 20 direz.X
F 14/ 20 direz.y (spessore= 30 cm)
Sui bordi prevedere risolto ferri (l= 20 cm)

ACCIAIO B450C CALCESTR. C28/35

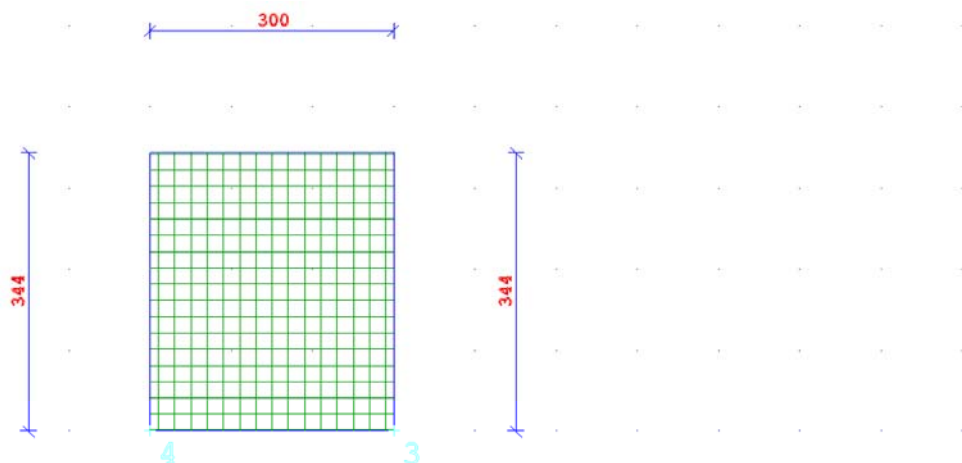
240



240

ARMATURA DI BASE SUP.=INF. SETTO 2 QUOTA m.0.00- 3.44
F 14/ 20 direz.X
F 14/ 20 direz.y (spessore= 30 cm)
Sui bordi prevedere risolto ferri (l= 20 cm)

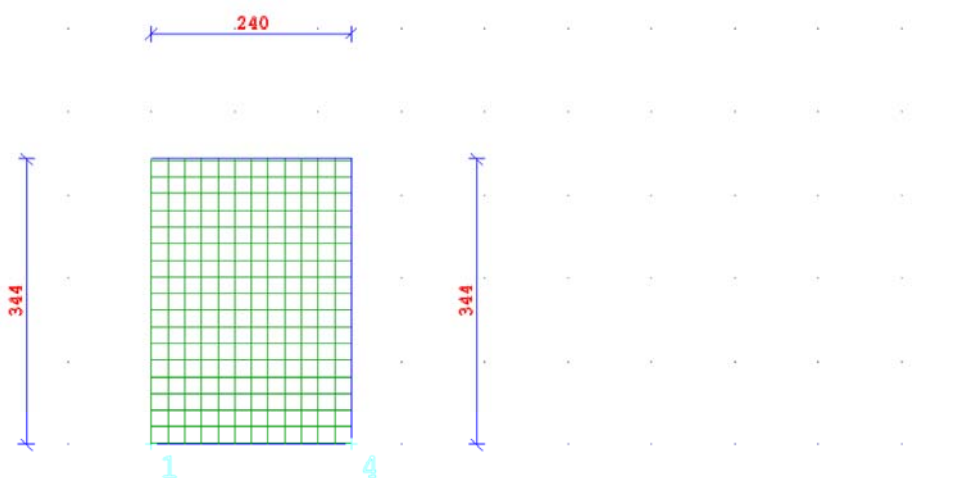
ACCIAIO B450C CALCESTR. C28/35



300

ARMATURA DI BASE SUP.=INF. SETTO 3 QUOTA m.0.00- 3.44
F 14/ 20 direz.X
F 14/ 20 direz.y (spessore= 30 cm)
Sui bordi prevedere risvolto ferri (l= 20 cm)

ACCIAIO B450C CALCESTR. C28/35



240

ARMATURA DI BASE SUP.=INF. SETTO 4 QUOTA m.0.00- 3.44
F 14/ 20 direz.X
F 14/ 20 direz.y (spessore= 30 cm)
Sui bordi prevedere risvolto ferri (l= 20 cm)

ACCIAIO B450C CALCESTR. C28/35

Nei disegni esecutivi, in corrispondenza dei chiusini di posizionamento delle pompe e di ispezione oltre che dei fori è necessario prevedere delle apposite armature integrative, con raffittimento dell'armatura principale ed interdistanza tra i ferri ridotta a 10 cm.
Per maggiori dettagli si rimanda alla tavola grafica E 02.2.

5. GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITA' DEI RISULTATI

CONCLUSIONI E DICHIARAZIONI SECONDO NTC 2018 (PUNTO 10.2)

Tipo di analisi svolta

Le analisi e le verifiche sono state condotte con il metodo degli stati limite (SLU ed SLE) utilizzando i coefficienti parziali della normativa di cui al DM 17.01.2018.

Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

L'analisi strutturale è stata condotta con l'ausilio dell'elaboratore tramite i programmi di calcolo di seguito riportati:

Impianto di sollevamento

Programma di calcolo CDSWin – Strutture - STS S.r.l. – Lic. N° 38485

Affidabilità dei codici di calcolo

La documentazione fornita dai produttori del software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego. La società produttrice ha verificato l'affidabilità e la robustezza dei codici di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

Modalità di presentazione dei risultati

Le relazioni e relativi fascicoli di calcolo contengono, oltre alle descrizioni delle metodologie di calcolo, alle azioni e combinazioni di calcolo considerate, i dati di input ed output sono esposti in maniera tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità.

Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a specifici controlli da parte dei tecnici firmatari dei calcoli. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali.

Per quanto concerne le strutture, sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

In base a quanto sopra, si asserisce che le elaborazioni sono corrette ed idonee ai casi specifici e, pertanto, i risultati di calcolo sono da ritenersi validi ed accettabili.

Raccomandazioni per il collaudo

La struttura a collaudo dovrà essere conforme alle tolleranze dimensionali prescritte nella specifica relazione e negli associati grafici (carpenterie, sezioni, armature e particolari), inoltre relativamente alle prestazioni attese esse dovranno essere quelle di cui al § 9 del D.M. 17.01.2018.

Ai fini della verifica delle prestazioni il collaudatore farà riferimento ai valori di tensioni, deformazioni e spostamenti desumibili dai fascicoli dei calcoli specifici.