AMMINISTRAZIONE PROVINCIALE DELL'AQUILA

- UFFICIO TECNICO -
SETTORE VIABILITA' - LOGISTICA E PROTEZIONE CIVILE

S.P. 20 "MARRUVIANA" - LAVORI DI ADEGUAMENTO ED AMPLIAMENTO TRATTO COMUNE DI SAN BENEDETTO DEI MARSI / INCROCIO CINTARELLA



PROGETTO DEFINITIVO

Il Progettista

Ing. Giuseppe Pace

eta consult s.r.l.
servizi di ingegneria
strada statale 17 KM 43+200
L'AQUILA (AQ)

Il Responsabile del Procedimento

Ing. Angela Ghizzoni

Visto Il Dirigente

Ing. Nicolino D'Amico

OPERA

RELAZIONI TECNICHE

ALLEGATO

RT 08

TAVOLA

RELAZIONE DI CALCOLO PONTE SUL CANALE VIA CINTARELLA

SCALA

DATA

Ottobre 2022

Aggiornamenti		
Mod.	Data	
Rev. 0		
Rev. 1		

PREMESSA

La presente relazione di calcolo riguarda la realizzazione di un ponte sul canale denominato via Cintarella. Tale opera fa parte del Progetto "S.P. 20 Marruviana – Lavori di adeguamento e ampliamento tratto Comune di San Benedetto Dei Marsi – Incrocio Cintarella".

DESCRIZIONE DEL CONTESTO EDILIZIO E DELLE CARATTERISTICHE GEOLOGICHE, MORFOLOGICHE E IDROGEOLOGICHE DEL SITO OGGETTO DI INTERVENTO E CON L'INDICAZIONE, PER ENTRAMBE LE TEMATICHE, DI EVENTUALI PROBLEMATICHE RISCONTRATE E DELLE SOLUZIONI IPOTIZZATE, TENUTO CONTO ANCHE DELLE INDICAZIONI DEGLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE TERRITORIALE, URBANISTICA E DI BACINO;

L'opera sarà collocata sul canale Cintarella a sostegno di una rotatoria che sarà realizzata sull'incrocio stradale avente le seguenti coordinate: **42°00'04.8"N 13°36'08.2"E (**42.001340, 13.602285)

Dal punto di vista geologico è emerso quanto segue:

- Dal punto di vista del pericolo idrogeologico (frane e alluvioni), l'area nella quale verrà inserito l'intervento di cui in oggetto, risulta, in generale, sicura e stabile; tuttavia non si possono escludere i rischi legati all'alluvionamento ed eventuali problemi legati alla circolazione delle acque (sifonamenti, erosioni, ecc.)
- Secondo la carta delle Microzone omogenee in prospettiva sismica (primo livello), l'area ricade in un'area stabile suscettibile di amplificazione locale con potenziale rischio di liquefazione;
- Per i dati inerenti le Vs si far riferimento alla prova DH allegata in cui in sintesi risulta il seguente modello: da 0a 4 m Vs 65 m/s da 4 m a 13 m Vs 140 m/s da 13 a 35 m Vs 160 m/s, il sito ricade in categoria sismica semplificata **D**
- Non risultano presenti evidenze o indizi conoscitivi di cavità sotterranee o sinkholes nell'area di intervento (da database ISPRA), tuttavia tale fenomenologia non è escludibile nell'area fucense interna (Ciotoli e al. 2007).
- Il rischio di liquefazione dei terreni per il sito in oggetto risulta probabile nei due fori indagati per fattori granulometrici; la presenza di lenti e/o strati sabbiosi tra i due fori

indagati e lo studio delle prove granulometriche e l'analisi dei dati CPT lo rende altamente probabile.

- Alla luce dei risultati delle prove di laboratorio (rif prove edometriche), si ritiene che la zona sia soggetta a cedimenti sia primari che secondari di importanza non trascurabile.
- È nota la presenza di falda acquifera prossima al piano campagna intorno a -1.50 m dal pc, con probabili sovrapressioni idrostatiche in profondità.
- Nella prova HVSR si osserva un picco importante di frequenza di risonanza F0 molto basso che evidenzia elevati spessori della copertura sedimentaria su bed rock sismico di diverse centinaia di metri.

B) DESCRIZIONE GENERALE DELLA STRUTTURA, SIA IN ELEVAZIONE CHE IN FONDAZIONE, E DELLA TIPOLOGIA DI INTERVENTO, CON INDICAZIONE DELLE DESTINAZIONI D'USO PREVISTE PER LA COSTRUZIONE, DETTAGLIATE PER OGNI LIVELLO ENTRO E FUORI TERRA, E DEI VINCOLI IMPOSTI DAL PROGETTO ARCHITETTONICO;

Il progetto prevede la sostituzione di un'intersezione a raso con una rotatoria che collega il nuovo tracciato stradale ampliato rispetto al vecchio tracciato. Vista la presenza del canale Cintarella all'interno della nuova rotatoria occorre prolungare il ponte esistente con un nuovo ponte.

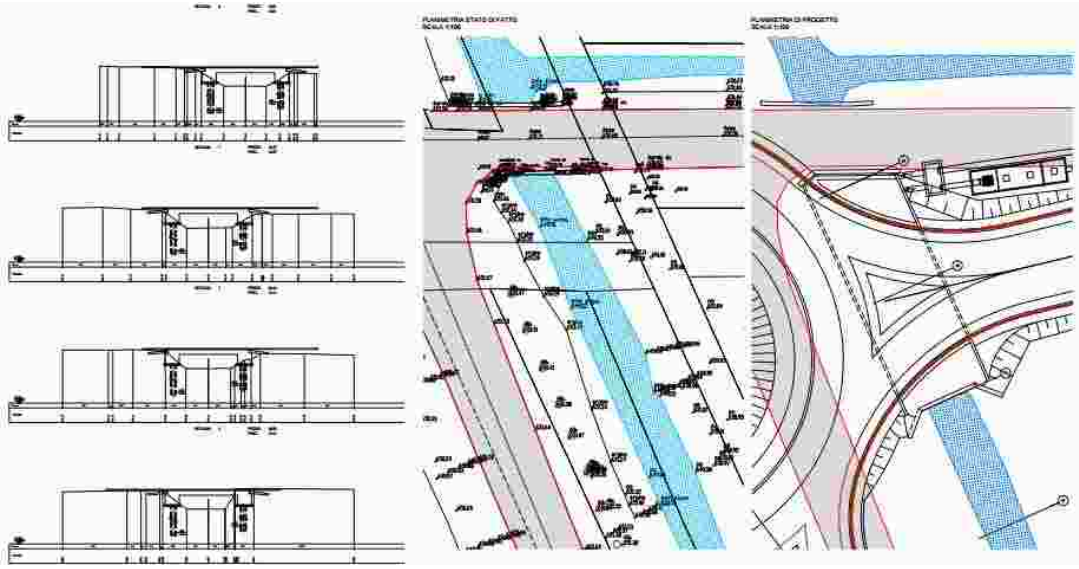


Figura 1 – Planimetria Ante e Post Operam del tracciato stradale

Per il nuovo ponte sono previste le seguenti opere:

1. Realizzazione di 30 pali battuti del diametro ⌀60 cm posti ad interasse 1,80 m e con una profondità di 28 m;
2. Sulla testa dei pali sarà realizzata una trave di coronamento di dimensioni pari a 140 per 150 cm circa;
3. Sulle travi di coronamento sarà realizzato una soletta di 50 cm.

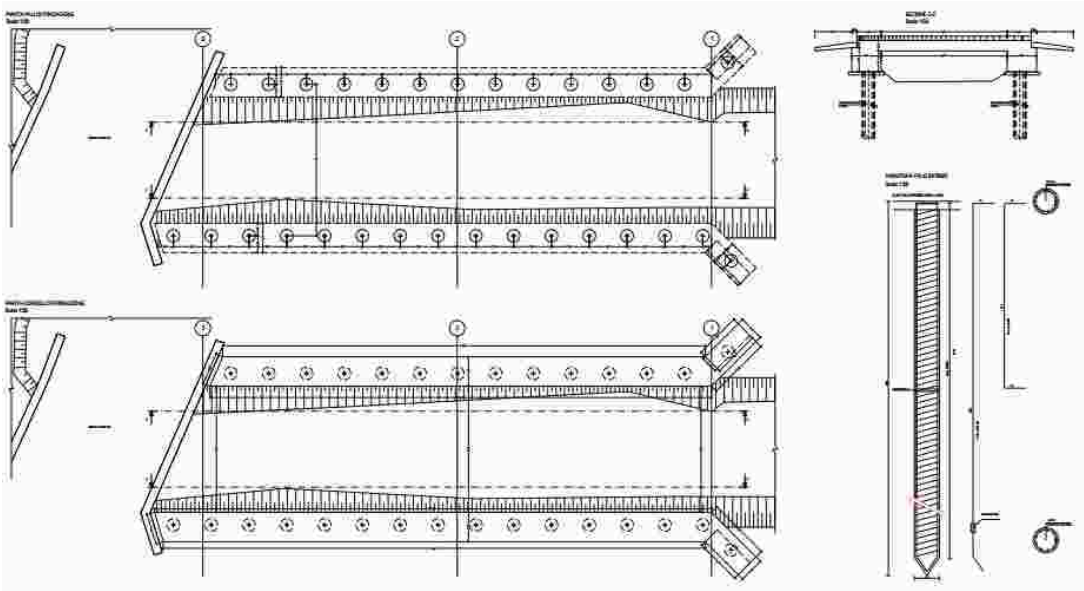


Figura 2 – Pianta fondazione del nuovo ponte;

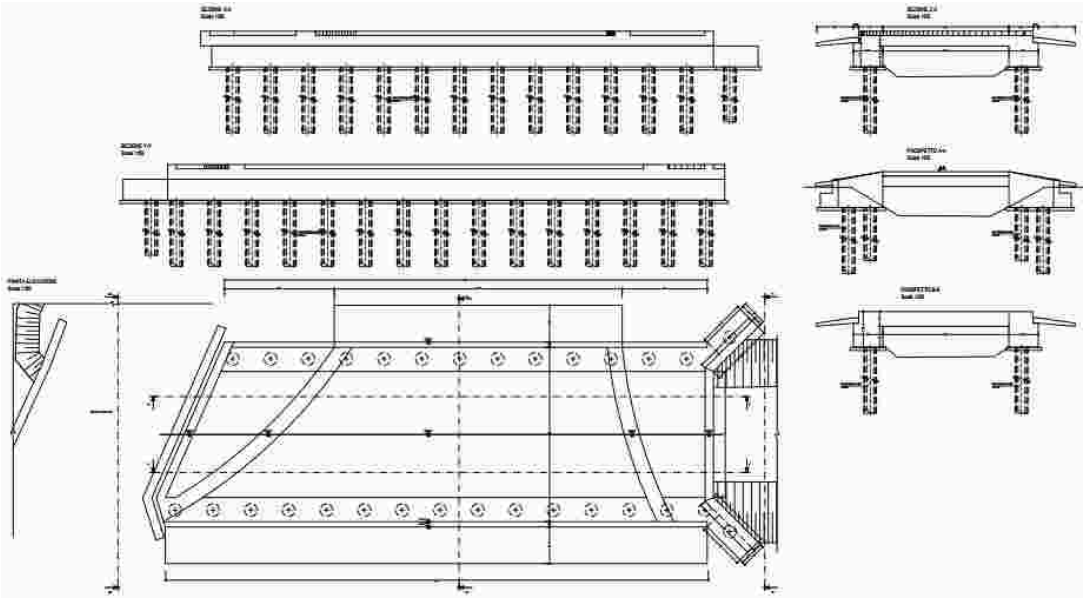


Figura 3 – Pianta dell'impalcato stradale

La notevole lunghezza dei pali si è resa necessaria per limitare i cedimenti a lungo termine e il problema della liquefazione, risolvibile solo andando ad intestare i pali ad una profondità di circa 28 m.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO PER IL CALCOLO

I calcoli sono condotti nel pieno rispetto della normativa vigente e, in particolare, la normativa cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo, verifica e progettazione è costituita dalle Norme Tecniche per le Costruzioni, emanate con il D.M. 17/01/2018, nonché la Circolare del Ministero Infrastrutture e Trasporti del 21 gennaio 2019, n. 7 "Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento normativo.

MATERIALI PER LE STRUTTURE

a) CRITERI DI PROGETTO

IDENTIF.		CARATTERISTICHE DEL MATERIALE							DURABILITA'			CARATTER.COSTRUTTIVE					FLAG	
Crit N.ro	Elem.	% Rig Tors.	% Rig Fless	Classe CLS	Classe Acciaio	Mod. El kg/cmq	Pois son	Gamma kg/mc	Tipo Ambiente	Tipo Armatura	Toll. Copr.	Copr staf	Copr ferr	Fi min	Fi st	Lun sta	Li h.	App esi
1	ELEV.	10	100	C28/35	B450C	323082	0,20	2500	XD3/XS3	POCO SENS.	1,00	6,5	8,0	14	8	60	0	0

CRITERI DI PROGETTO

CRITERI PER IL CALCOLO AGLI STATI LIMITE ULTIMI E DI ESERCIZIO

Cri Nro	Tipo Elem	fck	fcd	rcd	fyk	ftk	fyd	Ey	ec0	ecu	eyu	At/ Ac	Mt/ Mtu	Wra mm	Wfr mm	Wpe mm	σcRar	σcPer	σfRar	Spo Rar	Spo Fre	Spo Per	Coe Vis	euk
		---------- kg/cmq ---- ---------															--- kg/cmq ---							
1	ELEV.	280,0	158,0	158,0	4500	4500	3913	2100000	0,20	0,35	1,00	50	10		0,2	0,2	168,0	126,0	3600				2,0	0,08

MATERIALI SHELL IN C.A.

IDENT	%	CARATTERISTICHE					DURABILITA'			COPRIFERRO	
Mat. N.ro	Rig Fls	Classe CLS	Classe Acciaio	Mod. E kg/cmq	Pois-son	Gamma kg/mc	Tipo Ambiente	Tipo Armatura	Toll. Copr.	Setti (cm)	Piastre (cm)
1	100	C28/35	B450C	323082	0,20	2500	XD3/XS3	POCO SENS.	1,00	6,5	6,5

CARATTERISTICHE MATERIALI

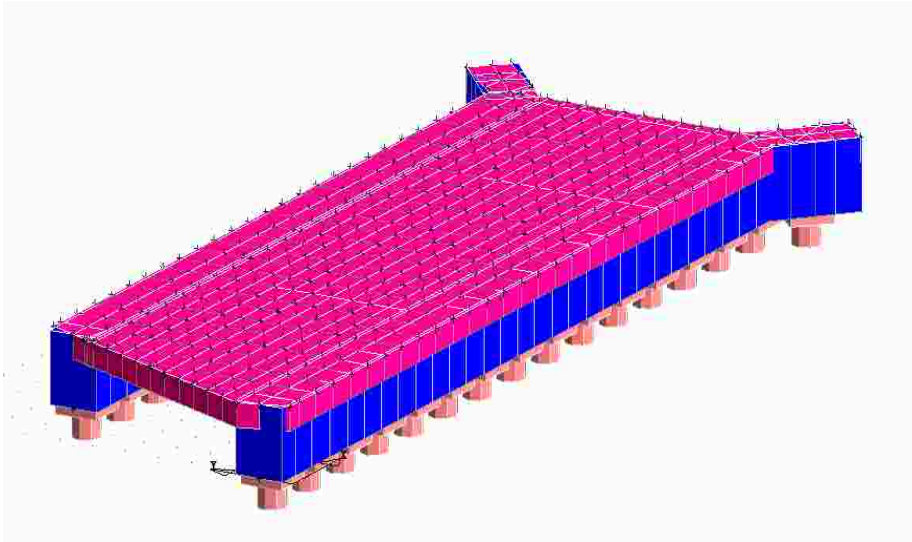
CARATTERISTICHE DEL CEMENTO ARMATO

CARATTERISTICHE MATERIALE DEI PALI

Classe Calcestruzzo	C25/30		Classe Acciaio	B450C	
Modulo Elastico CLS	314758	kg/cmq	Modulo Elastico Acc	2100000	kg/cmq
Coeff. di Poisson	0,2		Tipo Armatura	POCO SENSIBILI	
Resist.Car. CLS 'fck'	250,0	kg/cmq	Tipo Ambiente	ORDINAR. XC2/XC3	
Resist. Calcolo 'fcd'	141,0	kg/cmq	Resist.Car.Acc 'fyk'	4500,0	kg/cmq
Tens. Max. CLS 'rcd'	141,0	kg/cmq	Tens. Rott.Acc 'ftk'	4500,0	kg/cmq
Def.Lim.El. CLS 'eco'	0,20	%	Resist. Calcolo'fyd'	3913,0	kg/cmq
Def.Lim.Ult CLS 'ecu'	0,35	%	Def.Lim.Ult.Acc'eyu'	1,00	%
Fessura Max.Comb.Rare		mm	Sigma CLS Comb.Rare	150,0	kg/cmq
Fessura Max.Comb.Perm	0,3	mm	Sigma CLS Comb.Perm	112,0	kg/cmq
Fessura Max.Comb.Freq	0,4	mm	Sigma Acc Comb.Rare	3600,0	kg/cmq
Peso Spec.CLS Armato	2500	kg/mc			

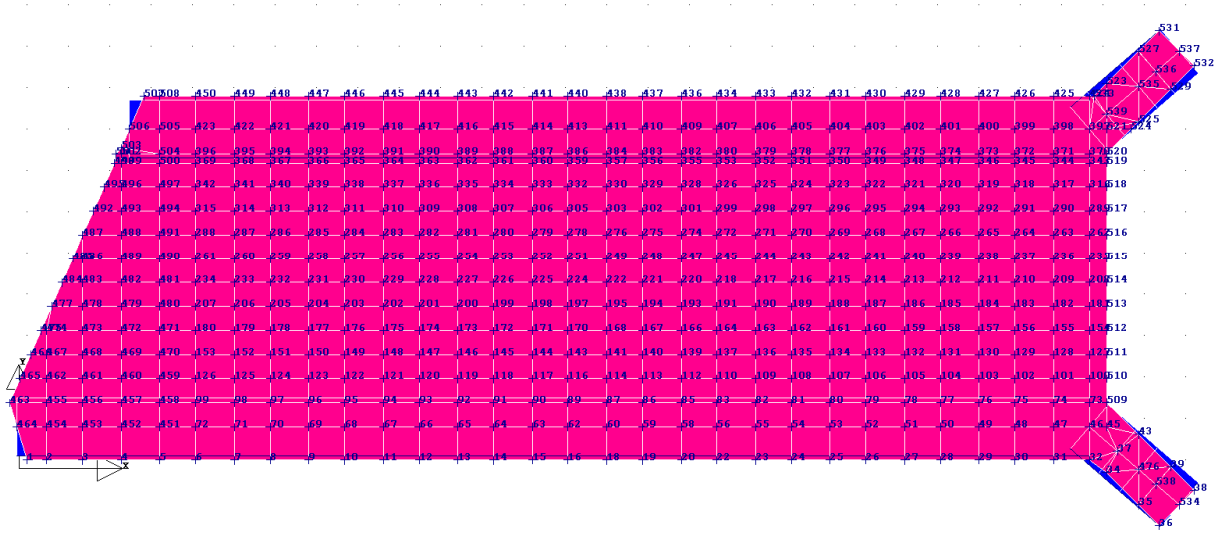
ILLUSTRAZIONE DEI CRITERI DI PROGETTAZIONE

Il modello del ponte è stato realizzato con elementi piastre, shell e elementi beam con molle laterali e di punta.

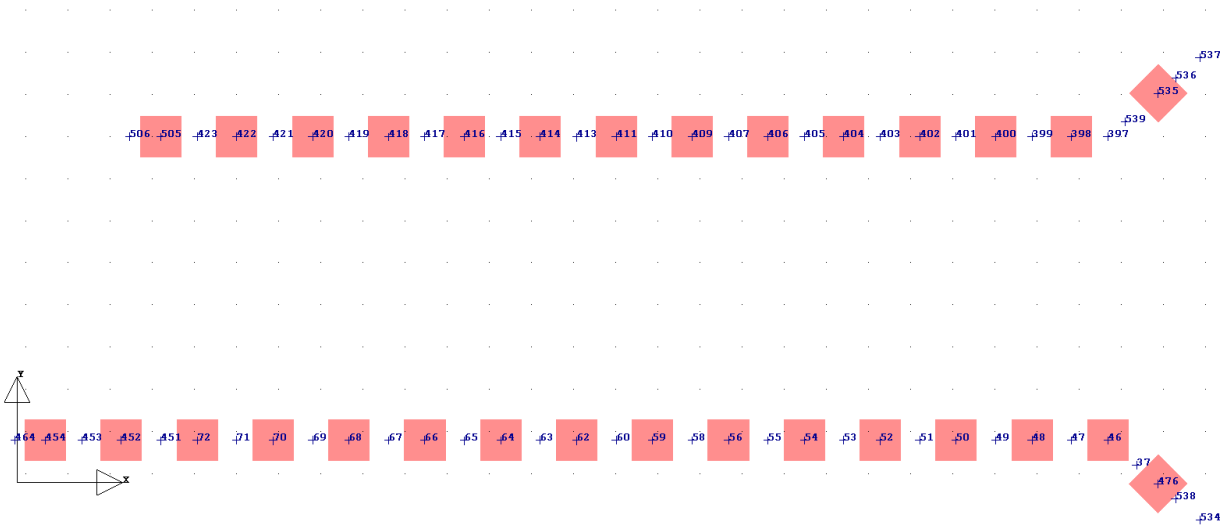


Modello del ponte

A seguire una pianta con i fili fissi



Pianta fili fissi



Pianta fili fissi pali

I pali sono stati schematizzati mediante un modello di asta con molle assiali distribuite + molla concentrata in punta. Per dimensionare queste molle è necessario assegnare un valore di costante di Winkler laterale, per le molle assiali, ed un valore di costante di Winkler di punta, per la molla verticale. Questi due valori sono assegnati in corrispondenza dei dati successivamente richiesti a tale scopo. Per il calcolo di questi valori, nel caso non fossero ottenuti direttamente da analisi geotecniche sul terreno, possono essere adottate le seguenti formule:

$$Kw_{ass} = \frac{q_{lat}}{D} \cdot \frac{1000}{2} \qquad Kw_{punta} = \frac{q_{punta}}{D} \cdot \frac{1000}{3}$$

dove "D" è il diametro del palo, qlat e qpunta sono rispettivamente la portanza laterale e di punta del palo per unità di superficie (vedasi "Analisi non lineare del cedimento di un palo singolo", estratto da "Rivista Italiana di Geotecnica" di Castelli, Maugeri e Motta).

$$q_{lat} = \frac{Q_{lat}}{\pi \cdot D \cdot L} \qquad q_{punta} = \frac{Q_{punta}}{\pi \cdot \frac{D^2}{4}}$$

I due valori della portanza Qlat e Qpunta possono essere calcolati esternamente al programma, con formule di utilizzo comune, oppure può essere utilizzato il programma

CDPWin per ottenerle. Infatti se si effettua un primo calcolo dei plinti selezionando lo schema 1 (palo incastrato alla punta), nelle stampe del programma verranno forniti anche i valori delle due portanze cercate. A questo punto può essere ripetuto il calcolo dopo aver selezionato lo schema 3 ed aver inserito il valore di KwAss e KwPunta. Questa schematizzazione considererà la zattera del plinto infinitamente rigida.

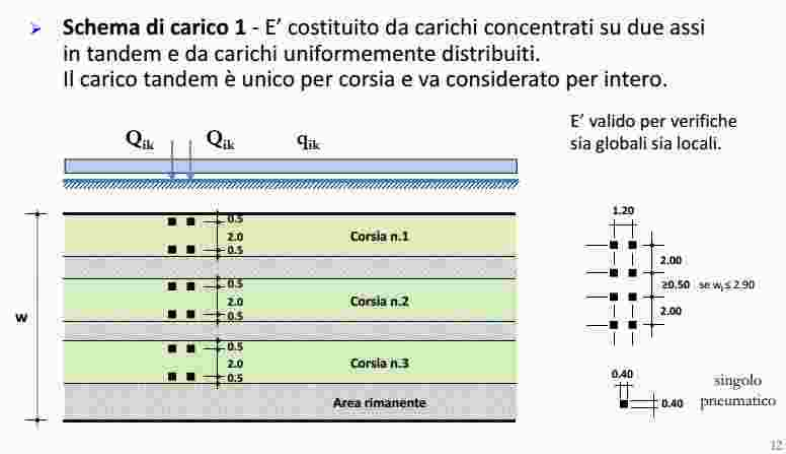
AZIONI DI PROGETTO

- NEVE

DATI GENERALI DI STRUTTURA			
DATI DI CALCOLO PER AZIONE NEVE			
Zona Geografica	II	Coefficiente Termico	1,00
Altitudine sito s.l.m. (m)	678	Coefficiente di forma	0,80
Tipo di Esposizione	Normale	Coefficiente di esposizione	1,00
Carico di riferimento kg/mq	253	Carico neve di calcolo kg/mq	202,00
Il calcolo della neve e' effettuato in base al punto 3.4 del D.M. 2018 e relative modifiche e integrazioni riportate nella Circolare del 21/01/2019			

- AZIONE VARIABILE DA TRAFFICO

Le azioni variabili da traffico, presenti sulla soletta del ponte, sono calcolate secondo



quanto prescritto al paragrafo §5.1.3.3.3 – NTC18. In particolare, si considerano gli effetti del traffico generati da tre corsie di traffico e tre carichi tandem.

- CARICHI PERMANENTI

Il carico permanente agente sul ponte è costituito dal pacchetto stradale che sviluppa un carico di 200 kg/m^2.

- SPINTE DEL TERRENO

La spinta statica del terreno è stata determinata attraverso le formule classiche della geotecnica.

COMBINAZIONI DI CARICO

Le azioni statiche e le azioni sismiche sono state combinate tra di loro attraverso le combinazioni previste dalla normativa tecnica NTC 08. Le combinazioni sono le seguenti:

- Combinazione fondamentale impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G_1} \cdot G_1 + \gamma_{G_2} \cdot G_2 + \gamma_{Q_1} \cdot Q_1 + \gamma_{Q_2} \cdot \Psi_{02} \cdot Q_2 \dots\dots\dots$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica:

$$E + G_1 + G_2 + \Psi_{21} \cdot Q_1 + \Psi_{22} \cdot Q_2 \dots\dots\dots$$

TIPO DI ANALISI SVOLTA

- analisi lineare dinamica (numero di modi considerati e relative masse partecipanti);

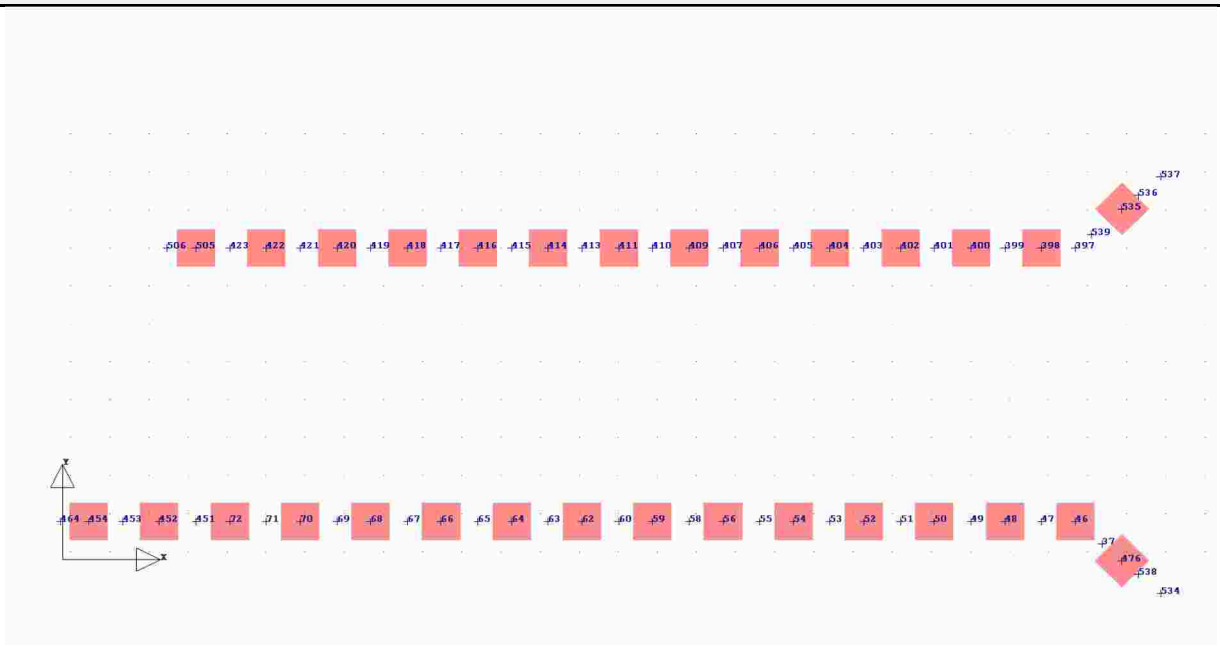
h) indicazione motivata del metodo di analisi seguito per l'esecuzione della stessa: analisi lineare o non lineare (precisazione del fattore Θ = P . d/V . h), analisi statica o dinamica (periodo $T_1 < 2.5T_C$ o T_D, regolarità in altezza). Nel dettaglio deve essere esplicitato se trattasi di:

- analisi lineare statica;
- analisi lineare dinamica (numero di modi considerati e relative masse partecipanti);
- analisi non lineare statica (distribuzioni di carico adottate e rapporti di sovra resistenza $\bullet_U/\bullet_1$);
- analisi non lineare dinamica (accelerogrammi adottati);
- altro.

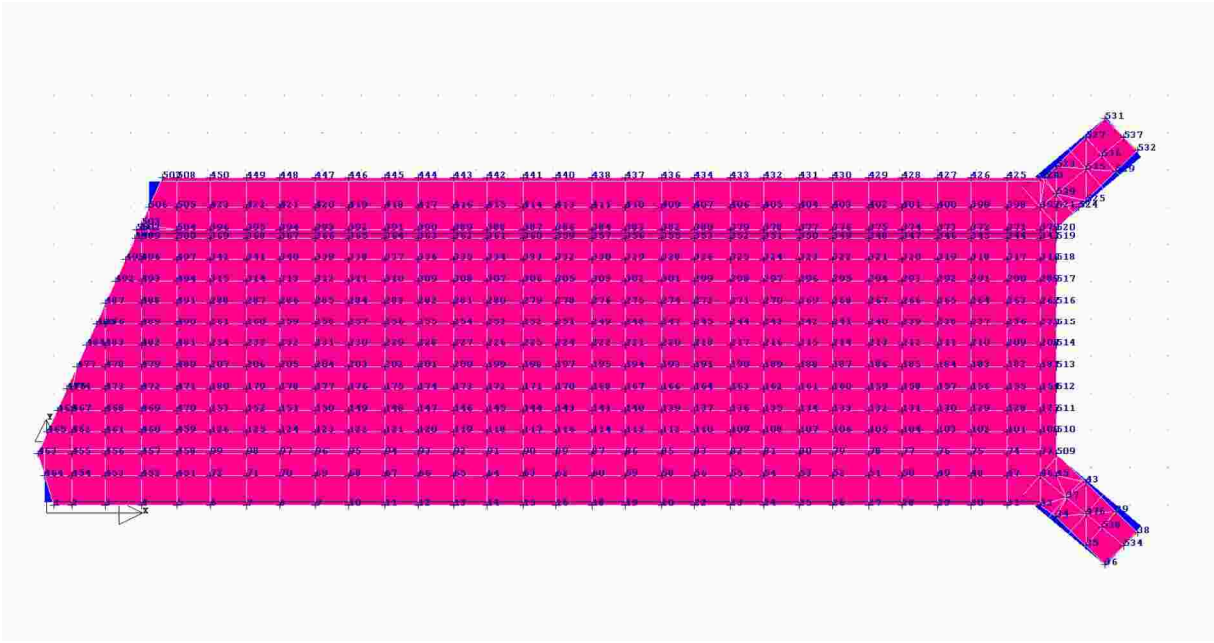
SINTESI GRAFICA DEI RISULTATI DELLA SOVRASTRUTTURA

RAPPRESENTAZIONI GRAFICHE OUTPUT STRUTTURA

RAPPRESENTAZIONI GRAFICHE OUTPUT STRUTTURA



FILI FISSI PALI

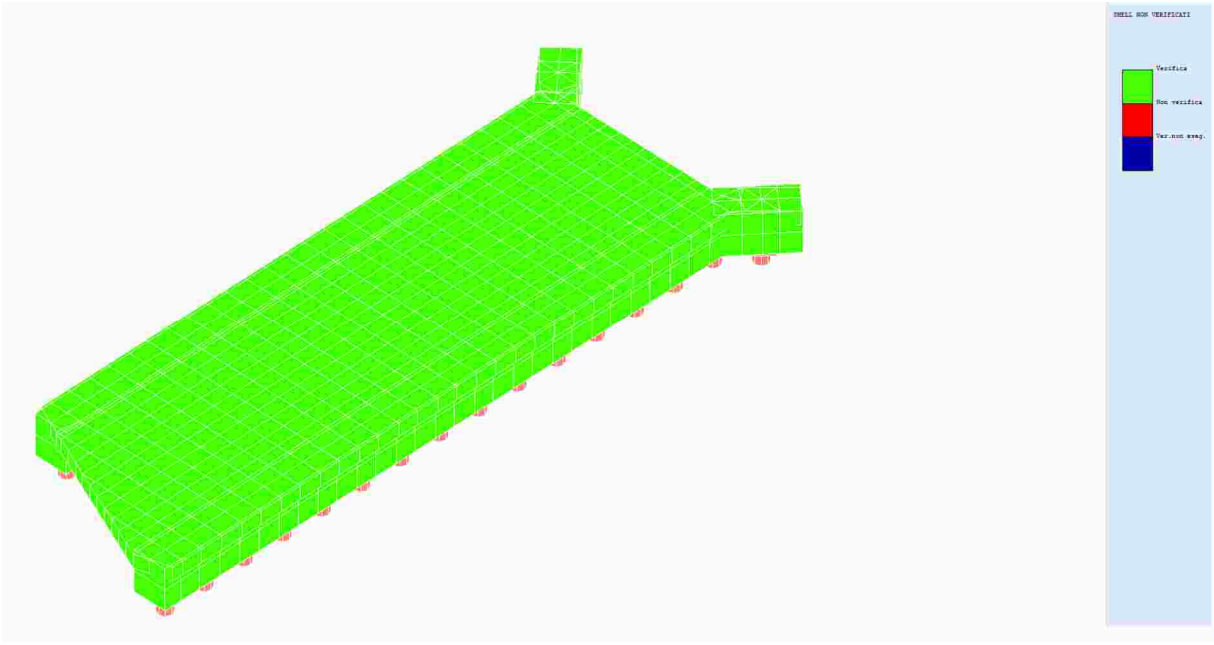


FILI FISSI

RAPPRESENTAZIONI GRAFICHE OUTPUT STRUTTURA

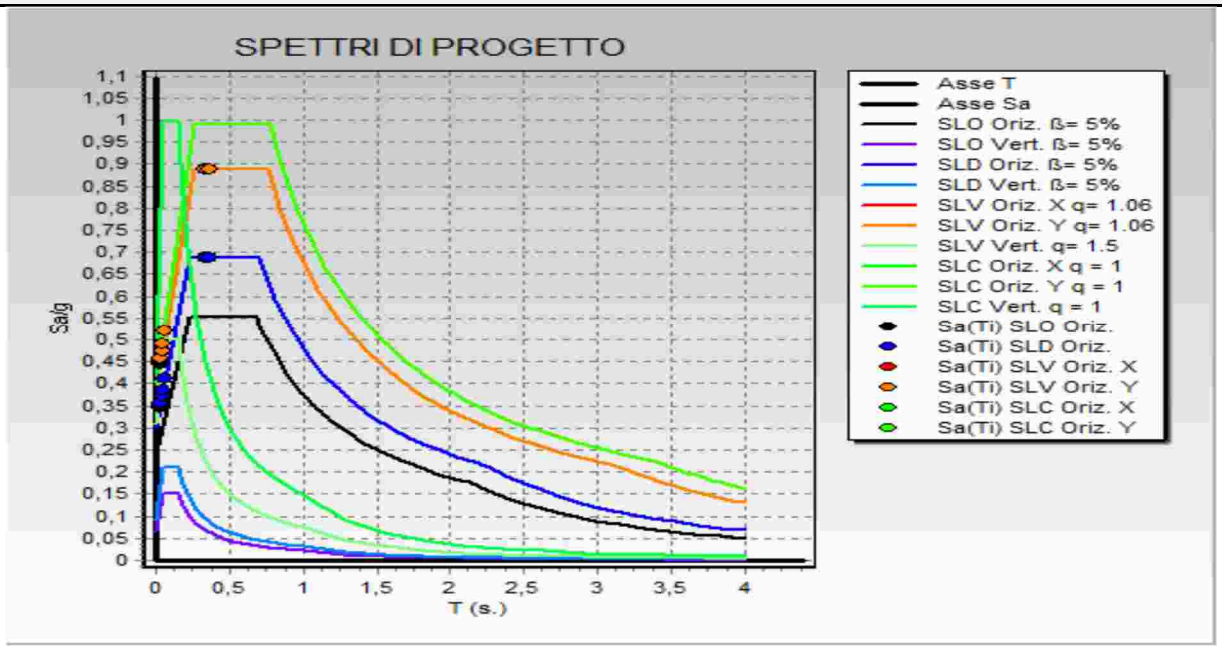


PIANTA FILI

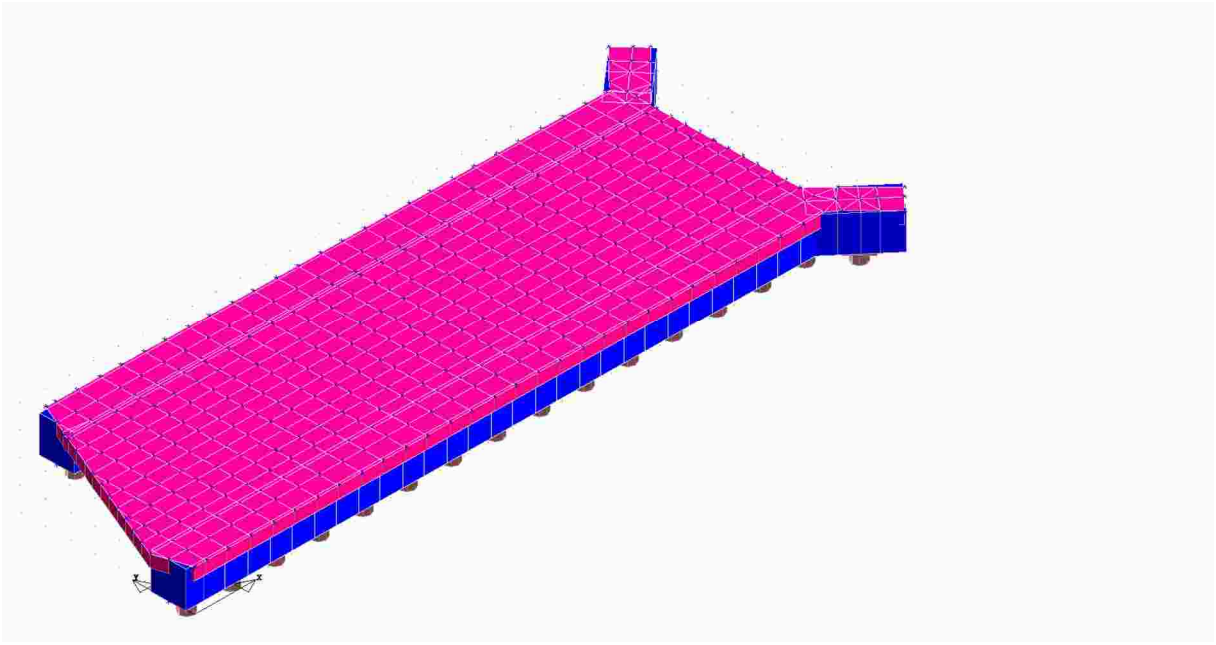


SHELL NON VERIFICATI

RAPPRESENTAZIONI GRAFICHE OUTPUT STRUTTURA



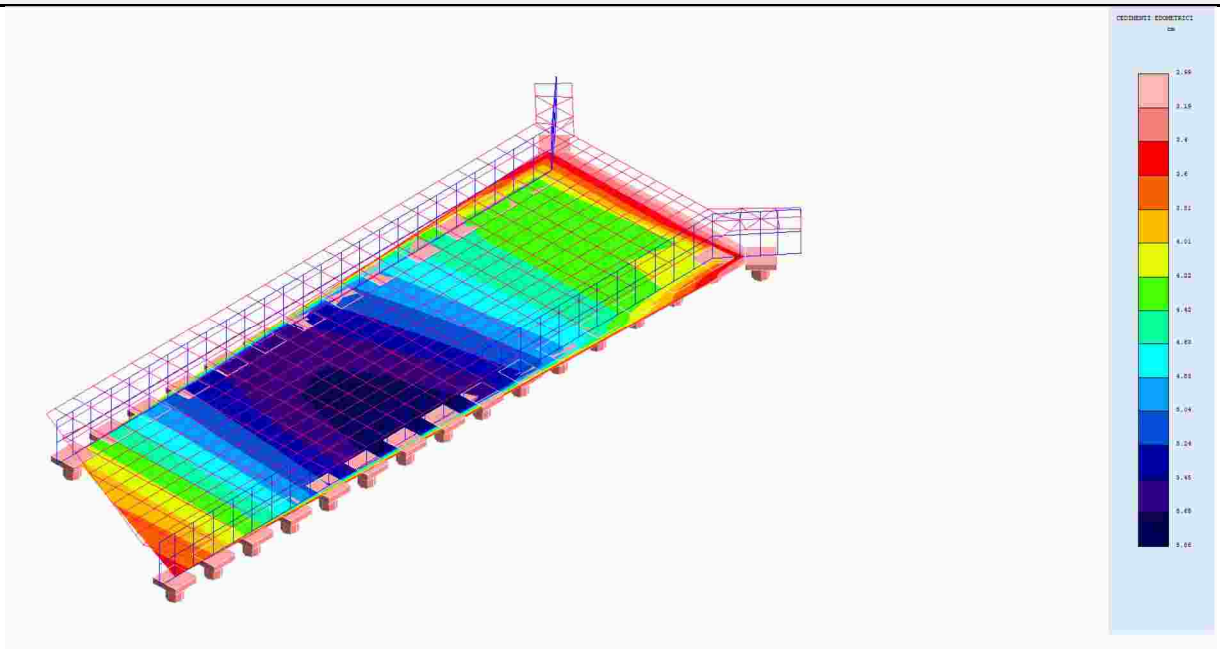
SPETTRI DI PROGETTO



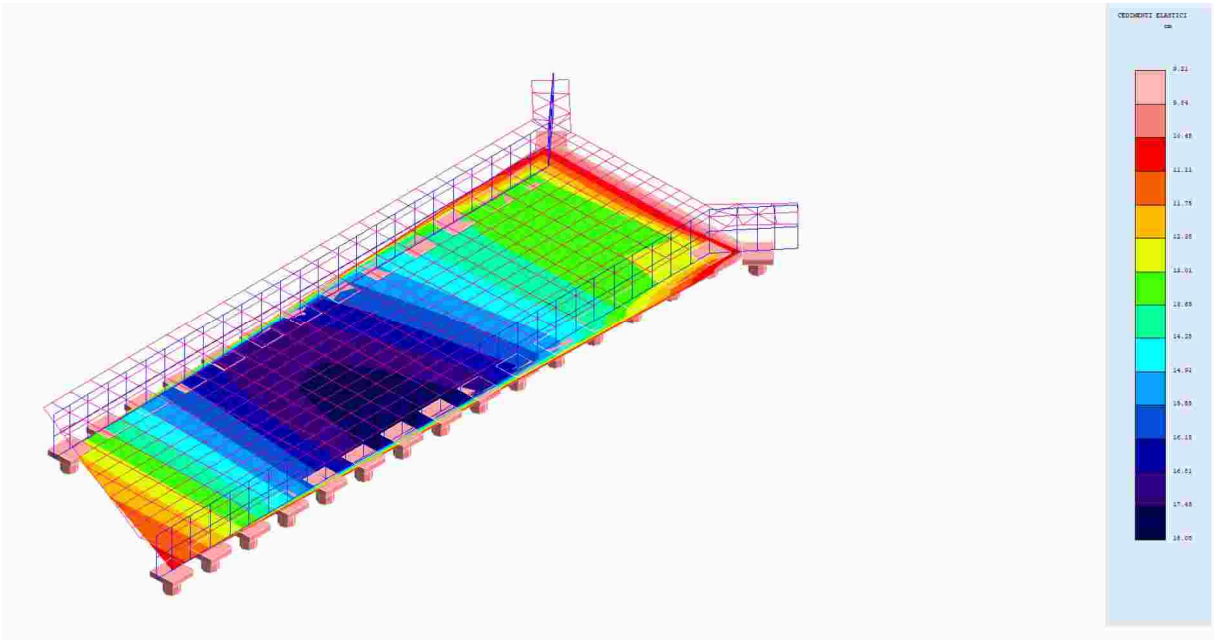
VISTA 3D

SINTESI GRAFICA DELLE VERIFICHE GEOTECNICHE

RAPPRESENTAZIONI GRAFICHE OUTPUT STRUTTURA

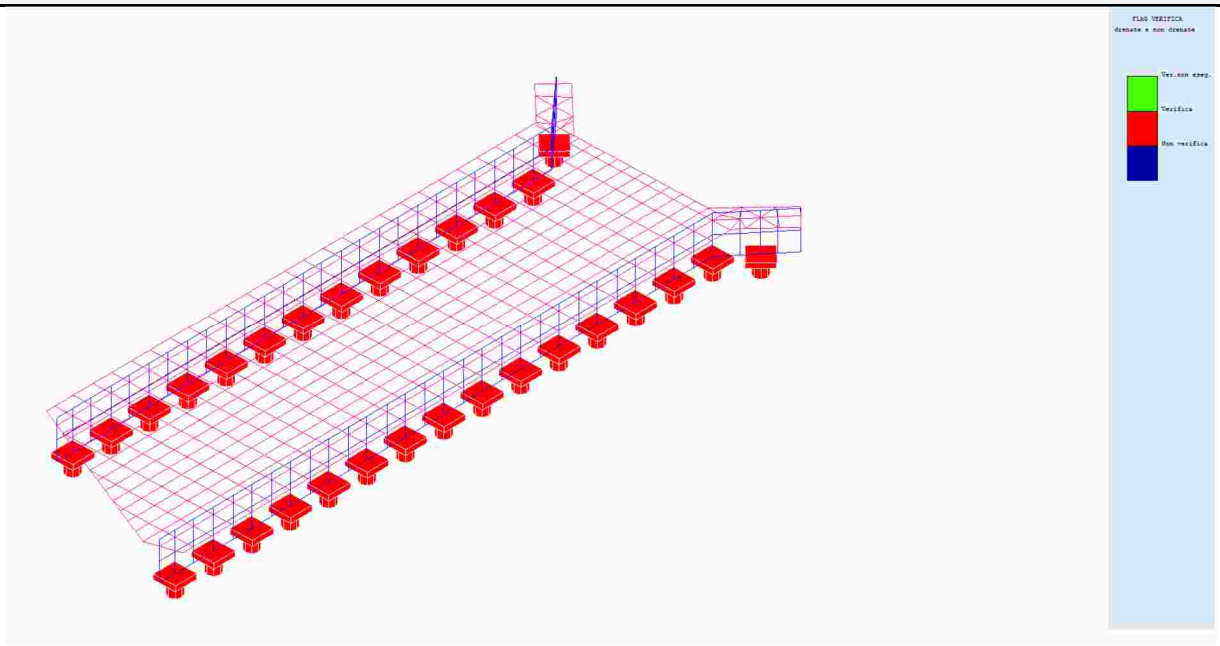


CEDIMENTI EDOMETRICI CM CONDIZ.N. 0



CEDIMENTI ELASTICI CM CONDIZ.N. 0

RAPPRESENTAZIONI GRAFICHE OUTPUT STRUTTURA



FLAG VERIFICA DRENATE E NON DRENATE