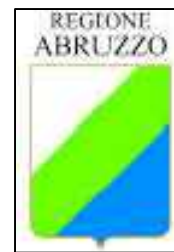




REGIONE ABRUZZO

PROVINCIA CHIETI



ORTONA- SAN VITO CHIETINO-ROCCA SAN GIOVANNI-FOSSACESIA-TORINO DI SANGRO-CASALBORDINO-VASTO

REGIONE ABRUZZO PAR FAS - FAS 2007-2013 Obiettivo Specifico IV.2 - Obiettivo Operativo IV.2.2 - Linea di Azione IV.2.2.a Bando di Gara a Procedura aperta Direttiva 2004/18/CE. Lavori per la realizzazione della via Verde della Costa dei Trabocchi del Comune di Ortona, San Vito Chietino, Rocca San Giovanni, Fossacesia, Torino di Sangro, Casalbordino, Vasto.

CUP D91B1300049002

CIG 63262781C2



***“La macchina pareva vivere d’armonia propria,
avere un’aria ed un’effigie di corpo d’anima”***
Gabriele d’Annunzio

PROGETTO ESECUTIVO

COD.	DESCRIZIONE	SCALA	DATA
B.5	RELAZIONE SULLE STRUTTURE		APRILE 2017

PROGETTISTI INCARICATI:

Arch. BANDINI PAOLO (Mandatario)
 Ing. FARINA LUIGI
 Ing. PIETROMARTIRE LORENZO
 Geol. CAVALLUCCI SILVIO
 Ing. TUCCI ALESSANDRO-GEINA SRL
 Geom. D'AMBROSIO ORAZIO
 Arch. ZAVARELLA ANTONIO
 Ing. GALANO ALESSANDRO

IMPRESE CONCORRENTI:

CO.GE.PRI. SRL (Mandataria)
 DI PERSIO COSTRUZIONI SRL
 TENAGLIA SRL
 STRADE E AMBIENTE SRL
 EUROIMPIANTI SRL

Settembre 2017 Adeguamento per validazione in riferimento al Rapporto Tecnico NCm_06

Il responsabile del procedimento: Arch. Valerio A. Ursini

SOMMARIO

1. PREMESSA	2
2. OPERE D'ARTE MAGGIORI ESISTENTI.....	4
2.1 Tronco 1	4
2.2 Tronco 2	9
2.3 Tronchi 3 e 4	10
2.4 Tronco 7	11
3. OPERE D'ARTE MINORI ESISTENTI	12
4. DESCRIZIONE DELLE OPERE D'ARTE DI PROGETTO	13
4.1 Opere di contenimento in c.a.	13
4.2 Opere flessibili	14
4.3 Edifici servizi	14
5. ANALISI DEI CARICHI E MODALITA' DI CALCOLO STRUTTURALE.....	16
5.1 Plinti pali di illuminazione.....	16
5.2 Fondazioni icone ciclabili, comunali e parapetti	17
5.3 Edifici servizi	18
5.4 Pergolato.....	18
6. SINTESI DEI RISULTATI	20
6.1 Edificio servizi Ortona	20
6.2 Edificio servizi Tipo 1	21
6.3 Edificio servizi Tipo 2	22
6.4 Muro in c.a. Ortona	23
6.5 Parapetto	24
6.6 Pergolato.....	25

ALLEGATI

1. VERIFICA PIASTRA DI BASE E TIRAFONDI ICONE CICLABILI
2. VERIFICA PIASTRA DI BASE E TIRAFONDI ICONE COMUNALI
3. VERIFICA PIASTRA DI BASE E TIRAFONDI ICONE PARAPETTI

1. PREMESSA

La relazione tecnica che segue, a supporto del progetto esecutivo relativo alla realizzazione della pista ciclabile denominata via Verde della Costa dei Trabocchi, si pone come obiettivo quello di inquadrare le lavorazioni necessarie alla realizzazione delle opere strutturali previste e di fornire sufficienti indicazioni sulle modalità di calcolo e dimensionamento delle stesse. Sono oltremodo riportate anche le descrizioni relative alle opere di consolidamento e agli interventi di ripristino su alcuni dei manufatti esistenti presenti sul tracciato.

Data la particolare estensione dell'infrastruttura e l'oggetto dell'appalto, che vede in primo piano la realizzazione di un percorso ciclabile su di un tracciato esistente, e non il potenziamento dei manufatti a servizio dell'ex tracciato ferroviario, le considerazioni sulle strutture ed opere d'arte saranno limitate a considerare gli aspetti costruttivi delle poche strutture da realizzare e a fare brevi considerazioni sulle opere esistenti e sugli interventi di ripristino limitati all'esecuzione di spurghi e ripristino di parapetti.

Nell'area di progetto è stato possibile individuare diverse tipologie di opere e manufatti strutturali. Nella fattispecie, le opere strutturali censite sono state distinte in:

- OPERE D'ARTE MAGGIORI – PONTI E GALLERIE;
- OPERE D'ARTE MINORI – MURI DI CONTENIMENTO;
- ATTRAVERSAMENTI, SOTTOPASSI, TOMBINI E GABBIONATE.

Nell'elaborato **G.1/7 - Planimetria. Profilo e sezioni tipologiche di progetto**, sono state individuate le sezioni tipologiche ricorrenti lungo il tracciato della ciclabile anche relativamente ai ponti ai ponti e alle gallerie.

Per quanto concerne le opere d'arte minori: tombini, sottopassi, muri di contenimento, gabbionate, etc; considerato il numero e l'eterogeneità, è stato ritenuto non applicabile, un grado di dettaglio significativo o quanto meno tipologico. Va comunque sottolineato che, al fine di censire tutti i manufatti, durante le fasi di rilievo sono stati battuti punti sufficienti ad ottenere una cartografia di dettaglio in cui riportare per esteso tali opere (**cfr. Elab. C.1/7 Tracciato ciclabile su rilievo planoaltimetrico**).

Quest'ultimo aspetto è stato necessario, inoltre, anche al fine di ottimizzare i costi relativi all'installazione delle opere di protezione fisse in prossimità di tali manufatti.

Nelle pagine che seguono saranno descritte le lavorazioni previste per il consolidamento strutturale delle opere d'arte maggiori distinguendo per tronchi le tipologie identificate lungo il tracciato.

Considerazioni a parte saranno sviluppate per le opere d'arte da realizzare ex novo e complementari all'esecuzione della pista ciclabile quali:

- Realizzazione di una rampa di accesso in terre armate;
- Realizzazione di una gabbionata in terramesh-system per la stabilizzazione del versante tra la galleria 1 e la galleria 2 del primo tronco;
- Cordoli per l'installazione dei parapetti in acciaio corten.
- Muri di contenimento per la realizzazione delle opere architettoniche nell'accesso di Ortona;
- Edifici servizi in c.a.

Per gli esecutivi strutturali e le relazioni di calcolo specialistiche si faccia riferimento agli **elaborati H**.

2. OPERE D'ARTE MAGGIORI ESISTENTI

Per opere d'arte maggiori si intendono, come anticipato in premessa, tutti i manufatti strutturali di importanza strategica quali ponti e gallerie. Nella fattispecie, mentre i primi sono distribuiti in maniera organica lungo il tracciato e rinvenibili in tutti i tronchi fatta eccezione per il tronco quinto e sesto, le altre si collocano nel primo, secondo e settimo tronco.

Sia i ponti che le gallerie sono stati realizzati, a seconda dell'epoca e del caso, con materiali differenti e sostanzialmente riconducibili a murature e cemento armato.

Di seguito, si riporta, per ciascun tronco, la descrizione dello stato attuale e gli eventuali interventi di riqualificazione e consolidamento previsti.

2.1 Tronco 1

In considerazione della morfologia dei luoghi e dell'orografia del territorio, come descritto peraltro negli elaborati specialistici relativi alla geologia ed all'idrologia, l'area che interessa il primo tronco risulta caratterizzata da una difficile accessibilità, tanto da comportare, in epoca di esecuzione del tracciato ferroviario, la realizzazione di opere infrastrutturali complesse come grandi gallerie e ponti.

Nello specifico, lungo lo sviluppo del primo tronco è possibile riscontrare la presenza di due gallerie artificiali in cemento armato dalla km.ca 0+474 a 0+578 e dalla km.ca 0+724 a 0+834. Geometricamente, le strutture sono costituite da un imbocco avente raggio pari a 4.50 m. con uno sviluppo della sezione orizzontale variabile a seconda dello stato dei cordoli e muretti interni ma complessivamente pari a circa 6.30 m. Lo sviluppo in altezza della calotta è di circa 6.50 m mentre lo sviluppo longitudinale è rispettivamente pari a 104 m. e 110 m. Di seguito si riporta un dettaglio della galleria ricostruito mediante rilievo laser-scanner.

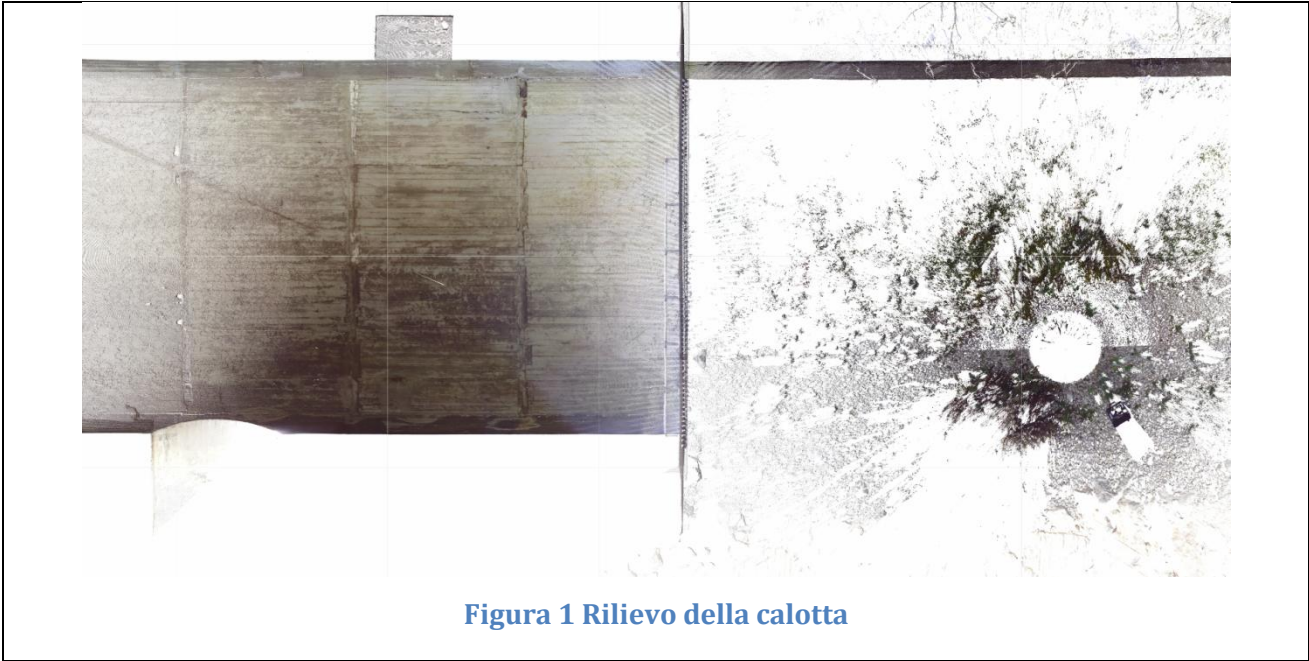


Figura 1 Rilievo della calotta

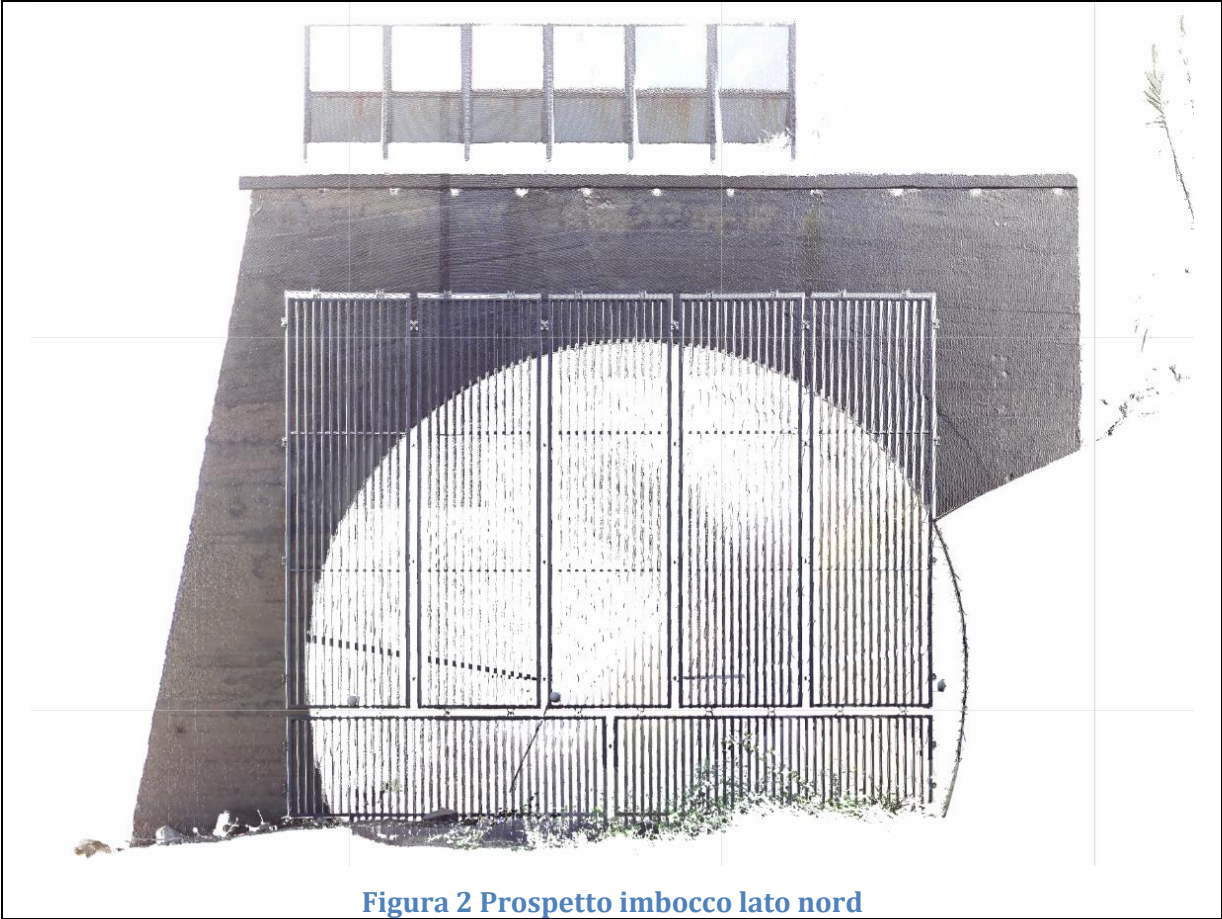


Figura 2 Prospetto imbocco lato nord



Figura 3 Profilo logidudinale

Entrambe le strutture sono caratterizzate dalla presenza di aperture localizzate con un passo costante ed in numero pari a 12 lato mare.

Strutturalmente gli elementi portanti sono da considerarsi in buono stato. Gli unici problemi sono riconducibili ad aspetti prettamente estetici legati alla degradazione della copertina del calcestruzzo che ad opera degli agenti atmosferici e della salsedine è stata compromessa. Nonostante, l'individuazione di tale criticità l'alterazione del copriferro non è stata intaccata, tantoché, dai sopralluoghi effettuati e dalla documentazione fotografica allegata al progetto preliminare, non si evidenziano elementi metallici corrosi. Un altro aspetto, è quello relativo al crollo, in alcune parti, dei muretti di delimitazione del tacciato in ballast sul lato mare e il cedimento localizzato di parti del cavidotto in C.A. della vecchia linea elettrica.

Per ovviare a tali problematiche, è stato deciso:

- di operare un ripristino dei muretti di contenimento del ballast in modo da rendere possibile la posa del terreno stabilizzato e del successivo strato di nero sull'intera superficie della galleria, anche in relazione alle condizioni di sicurezza e fruibilità dell'infrastruttura;
- Riparare localmente il cavidotto, in modo che funga da seduta di ristoro;
- Realizzare un rotolavaggio delle superfici interne e successiva verniciatura mediante l'applicazione di uno strato di vernice epossilica pura.

Proseguendo verso sud dalla Km.ca 1+189 alla Km.ca 1+708, si incontra la prima galleria artificiale del tracciato, la più lunga per estensione, realizzata in muratura. La ricostruzione

geometrica della sezione è stata effettuata mediante un rilievo laser-scanner con punto di restituzione appena all'esterno dell'imbocco nord. La galleria risulta avere un raggio pari a circa 4.50 m. con uno sviluppo della sezione orizzontale di circa 8.00 m. Lo sviluppo in altezza della calotta è di circa 6.20 m mentre lo sviluppo longitudinale è pari a 519 m. Di seguito si riporta un dettaglio della galleria ricostruito mediante rilievo laser-scanner.



Figura 4 Rilievo della calotta



Figura 5 Prospetto imbocco lato nord

Strutturalmente la galleria non presenta alcun problema di staticità e nelle murature non si evidenziano particolari quadri fessurativi che possano far pensare ad un cedimento degli elementi portanti.

Al fine di preservare l'utilizzo e la fruizione dell'opera è stato deciso di realizzare diverse soluzioni di consolidamento e riqualificazione architettonica quali:

- Scarnitura locale delle vecchie malte e pulitura dei giunti lungo l'intero sviluppo del tracciato e sull'intera sezione;
- Operare un consolidamento mediante tecnica di cucì e scuci sulle zone in cui le murature risultano compromesse per una profondità di circa 30 cm., cercando di operare una tamponatura dove le infiltrazioni d'acqua hanno creato problemi di incrostazioni;
- Rivestire, nelle parti dove non possibile l'intervento locale di impermeabilizzazione, mediante il ripristino di malte e mattoni, la superficie della galleria con un ARMCO metallico.

Tutte le soluzioni sopra descritte, sono finalizzate sia a valorizzare sotto l'aspetto architettonico le infrastrutture che a definire uno stato di conservazione dell'opera tale da rendere accessibile gli ambienti a pubblici fruitori.

Oltre all'individuazione delle gallerie precedentemente descritte lungo il tracciato del primo tronco, si individua la presenza di sistematiche e ripetute opere di attraversamento di modeste dimensioni realizzate, a seconda del periodo di costruzione, in materiali che variano dal C.A. alla muratura.

Nello specifico, all'uscita della galleria Moro si attraversa il primo ponte ferroviario realizzato in cemento armato caratterizzato da una larghezza della soletta carrabile pari a circa 4.00 m. di seguito si riporta una sezione della ricostruzione dell'infrastruttura.

Complessivamente l'interno impalcato del ponte non risulta avere problemi strutturali se non legati all'alterazione del coprifermo e al parziale danneggiamento dei cordoli dove sono inghisati i parapatti ormai completamente ossidati.

Il progetto prevede la messa in sicurezza del ponte mediante il rifacimento della copertina dell'impalcato e la demolizione e ricostruzione dei cordoli in C.A. Una volta realizzati i cordoli, delle dimensioni coincidenti con quelle degli esistenti, saranno installate le nuove barriere in acciaio corten.

Oltre a tali lavorazioni, al fine di aumentare la sicurezza dei pedoni e dei ciclisti, è prevista la demolizioni di vecchi muretti in muratura che costituivano, probabilmente, i muri andatori di un più vecchio ponte in muratura. A sostituzione di tali strutture fatiscenti, è prevista

l'installazione e la realizzazione di un cordolo con parapetto come da schede progettuali allegate.

Contrariamente, da un'indagine visiva accurata, è emersa una problematica diffusa sia sulle pile del ponte che sugli appoggi dello stesso, con chiari segni di cedimenti strutturali ed alterazione delle armature metalliche. In considerazione delle somme a disposizione non è stato possibile progettare interventi risolutivi capaci a mettere in sicurezza l'attraversamento, pertanto si rimanda ad uno specifico studio la valutazione della sicurezza anche in considerazione delle azioni sismiche.

Oltre al ponte Moro, prima di arrivare presso la ex Stazione di S. Vito Marina, il tracciato ciclabile transita su altri attraversamenti realizzati tutti in muratura e contraddistinti da una buona conservazione. Per tali strutture, è stato deciso, anche per massimizzare l'inserimento dell'opera in un contesto ambientale e caratteristico, di non operare alcuna modifica sostanziale se non quelle strettamente necessarie all'aumento degli standard di sicurezza, realizzando sui parapetti in muratura esistenti cordoli in cemento armato su cui installare le ringhiere di protezione.

2.2 Tronco 2

Il tronco 2, simile per orografia e morfologia al primo, risulta uno dei più caratteristici dell'ex tracciato ferroviario, anche dal punto di vista degli elementi architettonico-strutturali, l'area, infatti, risulta insediata da strutture che risalgono agli inizi del secolo se non addirittura antecedenti. In particolare, procedendo verso Fossacesia, oltre le gallerie in muratura sono presenti tutti attraversamenti ferroviari in muratura caratterizzati da un'ottimo stato di conservazione e, solo localmente, danneggiati da fenomeni legati agli agenti atmosferici o alla salsedine.

Sostanzialmente per tali infrastrutture, così come per il tronco precedente, non si prevedono particolari interventi strutturali, fatta eccezione che per la realizzazione dei cordoli su cui installare i parapetti previsti in progetto.

Anche le strutture di attraversamento in sotterraneo godono di un ottimo stato di conservazione, pur essendo localmente possibile riscontrare la presenza di danni alle malte ed infiltrazioni di acqua. Pertanto, è stato deciso di operare un consolidamento locale sia delle murelle, dove ammalorate, che della calotta. Interventi maggiori sono previsti per la riqualificazione architettonica delle stesse, specialmente finalizzati alla scarnitura delle malte e alla ripresa dei vecchi giunti.

Il numero delle gallerie presenti in tale lotto è pari a 3:

- La prima della lunghezza di 217 m.;
- La seconda della lunghezza di 189 m.;
- La terza di della lunghezza di 93 m.

La sezione delle gallerie risulta la medesima per tutte, ed è stata ricostruita mediante un rilievo strutturale di dettaglio, data l'impossibilità di giungere in prossimità degli imbocchi con una strumentazione laser-scanner come nel caso del primo tronco. Al fine di conoscere lo stato di conservazione degli elementi strutturali portanti è stato effettuato uno studio bibliografico necessario a definire la tecnica di costruzione delle gallerie, previsto per i tracciati ferroviari, alla fine dell'800.

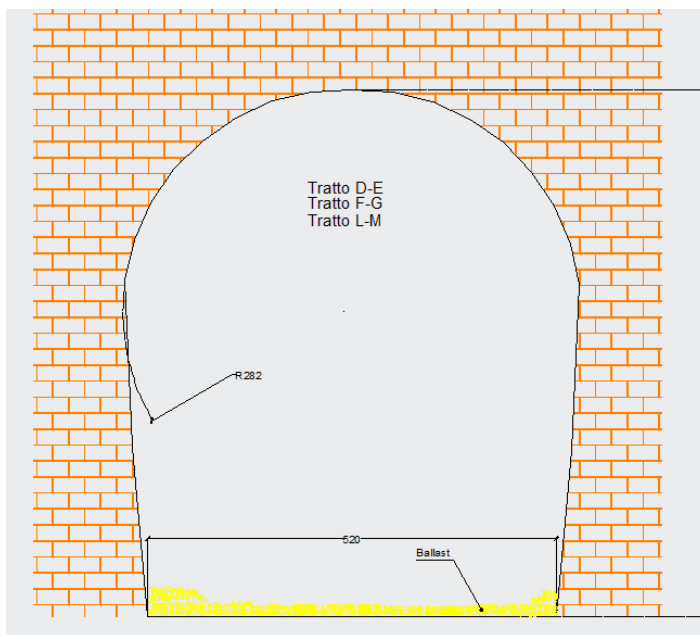


Figura 6 Sezione rappresentativa dello stato di fatto

2.3 Tronchi 3 e 4

I tronchi 3 e 4 risultano sostanzialmente differenti dai primi due sia in considerazione della topografia sia in relazione alle opere strutturali presenti. Infatti, lungo lo sviluppo longitudinale dell'ex tracciato ferroviario, in questi tratti, si incontrano pochissimi manufatti se non quelle necessarie alla realizzazione di attraversamenti e sottopassi. Nel complesso, la sede della pista ciclabile sarà realizzata sull'esistente rilevato ferroviario e solamente in parte sulla viabilità esistente.

Le opere strutturali previste e gli interventi di riqualificazione da attuare sono pertanto riduttivi e consistenti nel solo ripristino dei cordoli sui ponti e tombini esistenti.

2.4 Tronco 7

Dopo l'attraversamento della zona industriale di Vasto, la pista ciclabile si immette nuovamente, in loc.tà Vignola, sulla sede dell'ex tracciato ferroviario, per terminare nell'area dell'ex casello di Vasto. Quest'ultimo tronco risulta simile ai primi due sia per topografia che per tipologie di opere d'arte.

Nella fattispecie, è possibile riscontrare la presenza di gallerie, muri di contenimento, ponti, sottopassi e tombini. Dai rilievi eseguiti e dalla consultazione delle vecchie cartografie del tracciato ferroviario, emerge la presenza di tre gallerie di lunghezza variabile:

- Da nodo G ad H – lunghezza 222 m.
- Da nodo P ad Q – lunghezza 143 m.;
- Da nodo T a U – lunghezza 163 m.

Così come per le gallerie del tronco 2, anche per queste, è stato possibile ricostruire la sezione tipologica per mezzo del solo rilievo strutturale in quanto l'accessibilità alle aree risulta ancora impossibilitato dalla fitta vegetazione. Di seguito si riporta la sezione tipologica di riferimento.

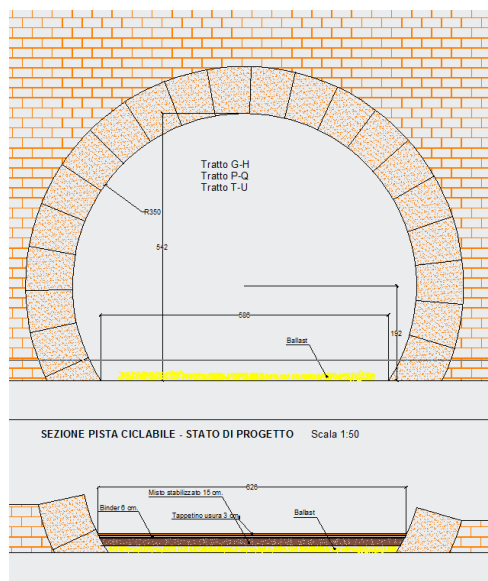


Figura 7 Sezione rappresentativa dello stato di fatto e di progetto della sede stradale

Per le considerazioni di cui sopra non è stato possibile fare considerazioni specifiche sullo stato di fatto dei manufatti. Si rimanda alla fase di esecuzione lavori un'accurata ispezione tesa a valutare la staticità degli elementi portanti delle murelle e delle calotte.

3. OPERE D'ARTE MINORI ESISTENTI

Come descritto in premessa, oltre alle opere d'arte maggiori, sono presenti lungo il tracciato, sottopassi, tombini e muri di contenimento.

Per tali strutture, il progetto non prevede alcuna tipologia di intervento se non quella necessaria alla sistemazione dei cordoli esistenti sui tombini o sui sottopassi, al fine di permettere l'installazione dei parapetti.

4. DESCRIZIONE DELLE OPERE D'ARTE DI PROGETTO

Le opere previste e da realizzare ex novo, sono riconducibili a:

- Opere di contenimento in c.a.;
- Opere flessibili necessarie al consolidamento di scarpate e alla realizzazione di una rampa di accesso;
- Opere d'arte per posa in opera di elementi di arredo urbano;
- Edifici servizi.

4.1 Opere di contenimento in c.a.

Il progetto della pista ciclabile oltre alla realizzazione del nastro ciclopedonale prevede la riqualificazione ambientale di alcune aree che oggi sono per la maggior parte utilizzate come aree parcheggio dai frontisti e dalle amministrazioni comunali locali.

Nella fattispecie, il progetto prevede la riqualificazione di 13 accessi di cui il principale è sicuramente quello di Ortona anche in considerazione che dal porto di Ortona ha inizio lo sviluppo del tracciato ciclabile. Le opere architettoniche previste per valorizzare gli spazi e riqualificare tale accesso prevedono, contestualmente alla realizzazione di filtri arborei ed arredi urbani, l'installazione di fontane radenti da realizzare nella parte alta dell'ex rilevato ferroviario.

Al fine di contenere le spinte litostatiche sul rilevato derivanti dai carichi della fontana e dell'edificio servizi è stato pensato di realizzare un muro in c.a. di altezza pari a 3,80 m. con uno sviluppo complessivo di 16,60 m.

Il paramento verticale del muro presenta uno spessore di 40 cm. ed una fondazione di lunghezza di 2,40 m. ed altezza pari a 50 cm.

L'intera struttura è stata concepita per essere realizzata con calcestruzzo di classe C25/30 opportunamente trattato per gli ambienti aggressivi di esposizione XS3. L'acciaio per l'armatura lenta sarà realizzato con ferro tipo B450C.

Al fine di recepire quanto osservato dalla Soprintendenza ai beni ambientali, in sede di conferenza di servizio, tenutasi nel corso dell'approvazione del progetto definitivo, è previsto il rivestimento del paramento verticale con pannelli di pietra listata.

4.2 Opere flessibili

Come da progetto definitivo al fine di contrastare un movimento gravitativo in corrispondenza della Km.ca 0+950, è stata concepita la realizzazione di un'opera di contenimento flessibile. Inizialmente, nel progetto definitivo, era previsto di realizzare tale manufatto con una gabbionata a più ordini, ma, conseguentemente alle osservazioni avanzate dalla Soprintendenza nel corso dell'approvazione del Progetto Definitivo, è stato deciso di optare per la realizzazione di un sistema di contrasto che potesse avere caratteristiche di mitigazione dell'impatto visivo. A tal proposito è stato deciso di realizzare il manufatto con elementi tipo terra system, i quali prevedono la possibilità di realizzare, nella parte frontale della rete una tasca dove alloggiare terreno vegetale e talee vive.

Lo sviluppo complessivo dell'opera è di circa 58 m. lineari e l'ordine di terra system da realizzare è pari a 4,00. Complessivamente l'altezza della struttura è di 4,00 m.

Per i dettagli costruttivi si può fare riferimento ai disegni allegati (**cf. H.2.b**).

Oltre alla realizzazione del sistema di contrasto in terra system al fine di realizzare la rampa di accesso principale alla ciclabile, in corrispondenza dell'accesso di Ortona, è prevista l'esecuzione di un rilevato in terre armate verdi, da realizzarsi in aderenza all'esistente rilevato dell'ex ferrovia.

Quest'ultima struttura ha uno sviluppo in pianta di circa 90 m. e presenta un dislivello tra la sezione di partenza e quella di arrivo di circa 3,20 m.

La realizzazione del rilevato dovrà essere eseguita per strati non superiori ai 30 cm. ed utilizzando materiale di riempimento arido di classe A1a/b.

La struttura di rinforzo è costituita da reti elettrosaldate a doppia torsione della lunghezza variabile al crescere dell'altezza del rilevato. In particolare, è prevista la posa di elementi di lunghezza di 4,00 m. per gli strati più profondi e di 3,00 per gli elementi più superficiali.

Per i dettagli costruttivi si può fare riferimento ai disegni allegati (**cf. H.3.b**).

4.3 Edifici servizi

Al fine di servire l'infrastruttura con una categoria di servizi universali, nel progetto, sono stati inseriti, nei punti di accesso principali, edifici servizi con lo scopo di ospitare, oltre ai servizi igienici per portatori di handicap e non, anche locali destinati alla messa in esercizio di attività ricreative o di servizi connessi alla manutenzione ordinaria delle bici.

Gli edifici presentano un disegno architettonico vario e non uniforme a seconda del tratto in cui ci si trova. Al fine di verificare l'esatta geometria delle strutture si faccia riferimento ai disegni architettonici e strutturali allegati.

Tutte le strutture saranno realizzate con elementi prefabbricati, fatta eccezione che per le opere di fondazione e per alcuni elementi architettonici da realizzare in opera.

5. ANALISI DEI CARICHI E MODALITA' DI CALCOLO STRUTTURALE

5.1 Plinti pali di illuminazione

Il dimensionamento dei plinti di fondazione necessari alla posa delle strutture di sostegno dei corpi illuminanti è stato eseguito in accordo alle prescrizioni tecniche riportate nelle schede tecniche specifiche delle quali si riporta uno stralcio.



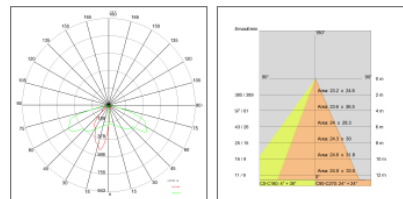
ESTERNI
Paline e Border
ELLE

ELLE XL LED COD: E4102-LBN

Destinazione d'uso:
esterni, led
Installazione:
A Pavimento/Terra
Corpo / struttura:
Corpo in pressofusione di alluminio EN AB-47100
Verniciatura:
Verniciatura in polveri di poliestere con trattamento speciale per esterni (sabbatura, decappaggio, n.3 lavaggi, fluorozirconatura, fondo in polveri epossidiche e finitura di superficie in polvere di poliestere).

Colore:
Brown
Riflettore ottica:
Lente LED in metacrilato
Equipaggiamento:
Guarnizioni in gomma siliconica
Vetro / schermo:
Vetro chiaro serigrafato temprato
Pressacavo:
Passacavo in gomma siliconica PG11
Alimentatore:
alimentatore integrato per diodi LED, uscita stabilizzata 500mA dc

Tensione: 220-240V 50/60Hz
Fascio: Asimmetrico 40 gradi
Classe isolamento: Classe 1
Peso: 30 kg
Grado IP: IP65
Filo incandescente: 850 °C
Lampada inclusa: SI
Tipo LED: Power LED
Potenza complessiva: 52 W
Flusso apparecchio: 2996.1 lm
Durata nominale: 50000 ore
Temperatura di colore: 4000K
Indice resa cromatica: 80



Da quanto riportato nello stralcio della scheda tecnica allegata è possibile definire il peso dei corpi illuminanti pari a 30 kg, da applicarsi come carico permanente sul nodo sommitale del palo.

Oltre a definire il carico permanente gravante sulla struttura, è stata valutata l'azione variabile più gravosa agente sulla struttura portate, che nel caso in esame, è riconducibile all'azione del vento distribuita uniformemente su tutto il fusto del palo. Tale azione, in considerazione dell'esposizione e delle coordinate geografiche rappresentative di tutta la linea di costa, è stata definita pari a circa 0.912 kN/m² ad una quota di 3.50 m. s.l.m. Pertanto, considerando un carico uniformemente distribuito sull'intera faccia del palo, di ingombro pari a 0,20x3,50 m. il carico è stato determinato pari a 0.183 nella parte sommitale e 0.172 in corrispondenza dell'incastro.

Gli esecutivi strutturali e le prescrizioni sui materiali relativi all'esecuzione dei plinti sono riportati nell'**elab. H.1.b Esecutivi plinto palo di illuminazione**.

Le modellazioni sono state condotte avvalendosi del codice di calcolo implementato nel Software della 2SI ProSap.

5.2 Fondazioni icone ciclabili, comunali e parapetti

Relativamente al dimensionamento delle fondazioni delle icone ciclabili si sono prese in considerazione le azioni derivanti oltre che dal peso proprio delle strutture in acciaio (i pannelli in acciaio corten delle icone appunto), anche le sollecitazioni derivanti dall'effetto vela che si instaura a causa della componente del vento sul paramento in elevazione. Nel determinare l'azione del vento, si sono fatte le medesime semplificazioni effettuate per il dimensionamento dei plinti dei pali di illuminazione, determinando una componente orizzontale di circa $0,86 \text{ kN/m}^2$. Pertanto, considerando un carico uniformemente distribuito sull'intera faccia del pannello, di ingombro pari a $2,00$ di altezza per metro lineare, il carico orizzontale è stato determinato pari a $1,72 \text{ kN/m}$, applicato ad un terzo dell'altezza del pannello.

Per quanto concerne il modello geotecnico adottato nel calcolo, in considerazione del fatto che le fondazioni delle icone dovranno realizzarsi a ridosso del rilevato ferroviario, nelle simulazioni compare un unico strato litotecnico riconducibile a quello del rilevato stesso (cfr. Relazione geotecnica e relazione di calcolo specialistica).

Le medesime considerazioni sono state eseguite per il dimensionamento delle fondazioni delle icone comunali, per le quali, l'analisi dei carichi, essendo l'altezza del paramento in elevazione pari a $2,50 \text{ m}$., ha determinato una componente di spinta maggiore e pari a $2,15 \text{ kN/m}$.

Il dimensionamento delle fondazioni è stato eseguito con l'ausilio del programma di calcolo della GEOSTRU MP.

Per quanto concerne il dimensionamento dei cordoli di fondazione dei parapetti e del sistema di ancoraggio degli stessi si è fatto riferimento a quanto riportato nella tabella 3.1.II del D.M. del 14/01/2008 in cui sono riportati i valori delle azioni orizzontali da considerare in ambienti suscettibili di affollamento. Nel caso specifico, facendo riferimento ad una categoria C2 è stato assunto un carico uniformemente distribuito pari a 3 kN/m^2 da ripartire sul corrimano.

Le modellazioni sono state condotte avvalendosi del codice di calcolo implementato nel Software della 2SI ProSap.

5.3 Edifici servizi

Il calcolo e la verifica degli edifici servizi, in considerazione della tipologia costruttiva adottate, ha previsto diverse semplificazioni sia sulla geometria degli elementi strutturali che sulle condizioni di carico adottate.

Come descritto in precedenza e riportato nella specifica relazione sulle opere architettoniche, sono tre le tipologie di edifici progettati:

1. La prima tipologia prevede la realizzazione di un box prefabbricato poggiato su di una platea di fondazione con una mensola di copertura a sbalzo sorretta da una trave trasversale e da un pilastro;
2. La seconda del tutto simile alla prima ma con una riduzione dello sbalzo in copertura;
3. La terza di più semplice realizzazione non prevede alcuno sbalzo e risulta avere dimensioni ridotte rispetto alle due precedenti.

Tutte le tipologie prevedono la realizzazione di un sistema di fondazione in c.a. gettato in opera e la successiva posa di un sistema di setti e gusci prefabbricati.

Per le azioni gravanti sulle strutture si faccia riferimento alle specialistiche relazioni di calcolo tenendo presente che:

1. In fondazione sono state modellate le azioni derivanti dal carico della folla, dalle tramezzature e dove pertinente dall'azione idrostatica;
2. In copertura, è stata modellata un'azione variabile per eventuali manutenzioni e l'azione della neve;
3. I parametri dell'azione sismica sono riportati nelle relazioni di calcolo.

Per le verifiche degli elementi prefabbricati, cautelativamente, è stato considerato il solo contributo delle sole armature a doppia direzione di filo 5 e maglia 15x15, tralasciando il contributo dei tralicci, delle armature di ripresa dei farri per la realizzazione dello sbalzo e i raffittimenti nei nodi.

5.4 Pergolato

La struttura in acciaio è inserita all'intero del contesto urbano del comune di Fossacesia al fine di riqualificare una parte del tracciato altresì caratterizzata da un paesaggio con caratteristiche tipiche di aree urbane periferiche.

La struttura risulta costituita da portali in acciaio corten con interasse di 5.00 m. e pilastri con profilo scatolare 200x200x4 di altezza pari a 3,5 m. e travi di connessione trasversali di profilo IPE 180 di lunghezza pari a 5,0 m. Il sistema di fondazione è realizzato da plinti in c.a. gettato in

opera di dimensioni 100x100x50 cm. con doppia connessione mediante travi di sezione 30x50 cm.

I carichi a cui è soggetta la struttura sono da ricondurre:

1. All'azione della neve stimata per 100 daN/m²;
2. All'azione permanente del carico del brise-soleil, stimato per 20 daN/m²;

Per i dettagli costruttivi si faccia riferimento agli **elaborati H.9.a e H.9.b.**

6. SINTESI DEI RISULTATI

Nel capitolo che segue si riporta una sintesi dei risultati delle modellazioni numeriche eseguite per il dimensionamento degli edifici servizi, del muro in c.a., del parapetto e del pergolato mediante screenshot grafici che sintetizzano il modello geometrico delle strutture, lo stato deformativo max e le azioni derivanti dalle combinazioni più svantaggiose.

6.1 Edificio servizi Ortona

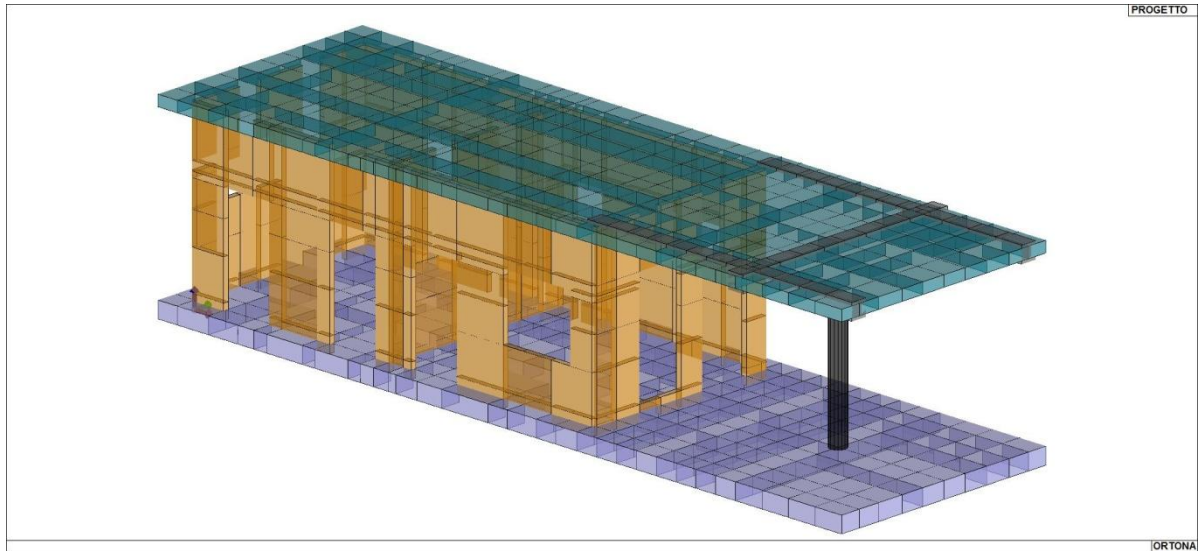


Figura 8 Modello geometrico di calcolo

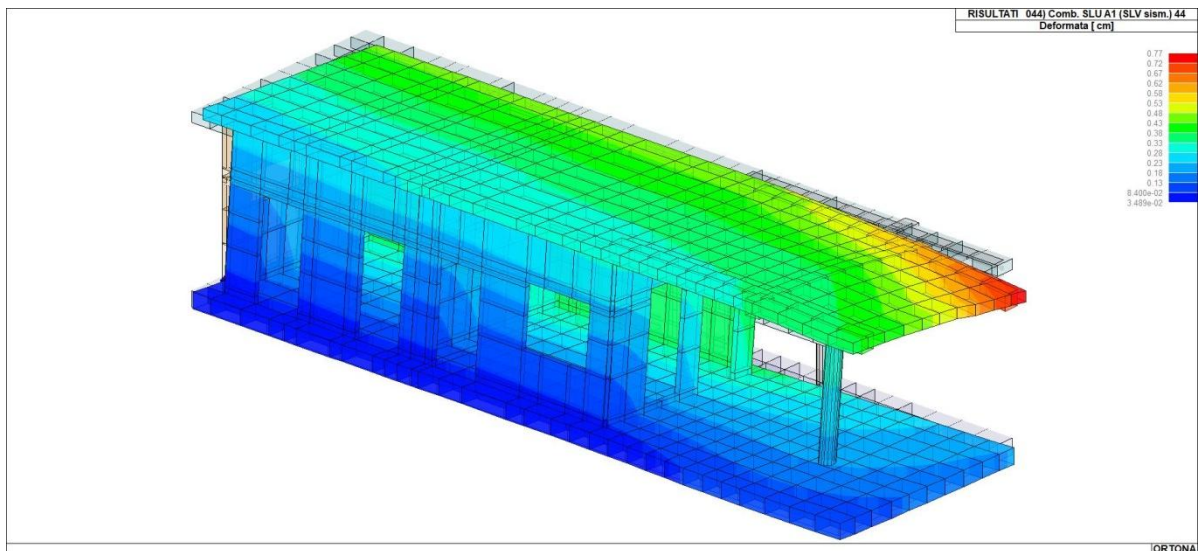


Figura 9 Stato di massima deformazione in combinazione sismica

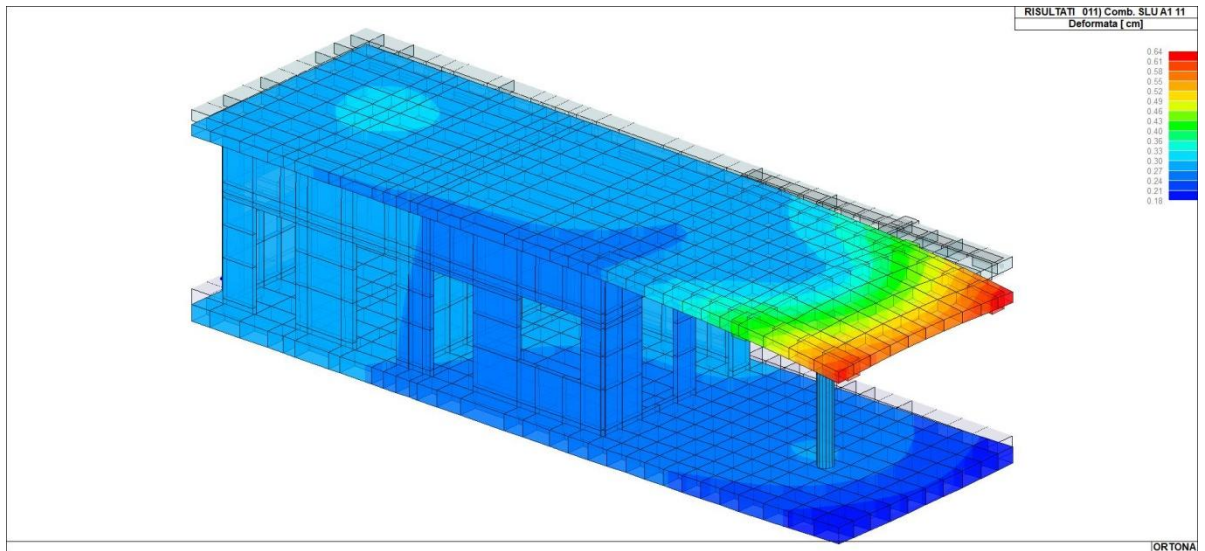


Figura 10 Stato di massima deformazione in combinazione statica agli SLU

6.2 Edificio servizi Tipo 1

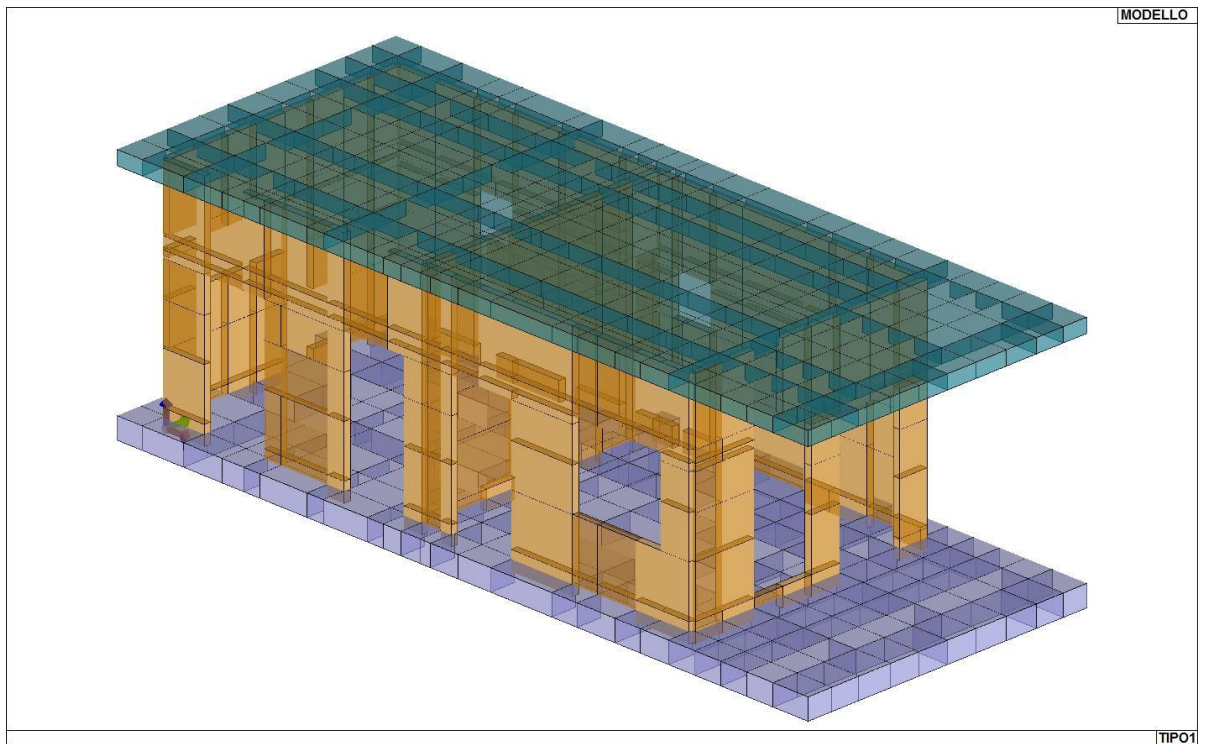


Figura 11 Modello geometrico di calcolo

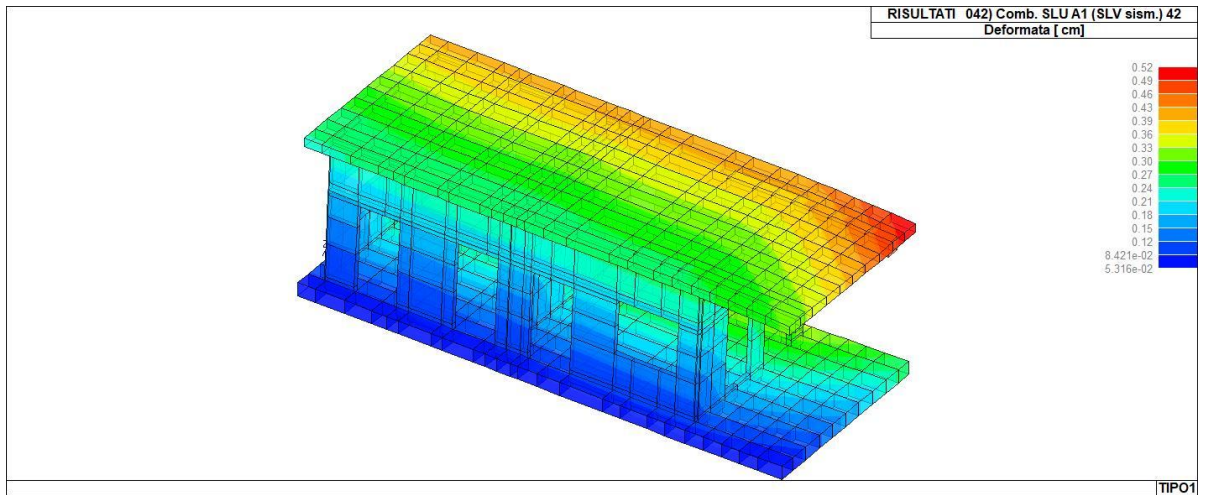


Figura 12 Stato di massima deformazione in combinazione sismica

6.3 Edificio servizi Tipo 2

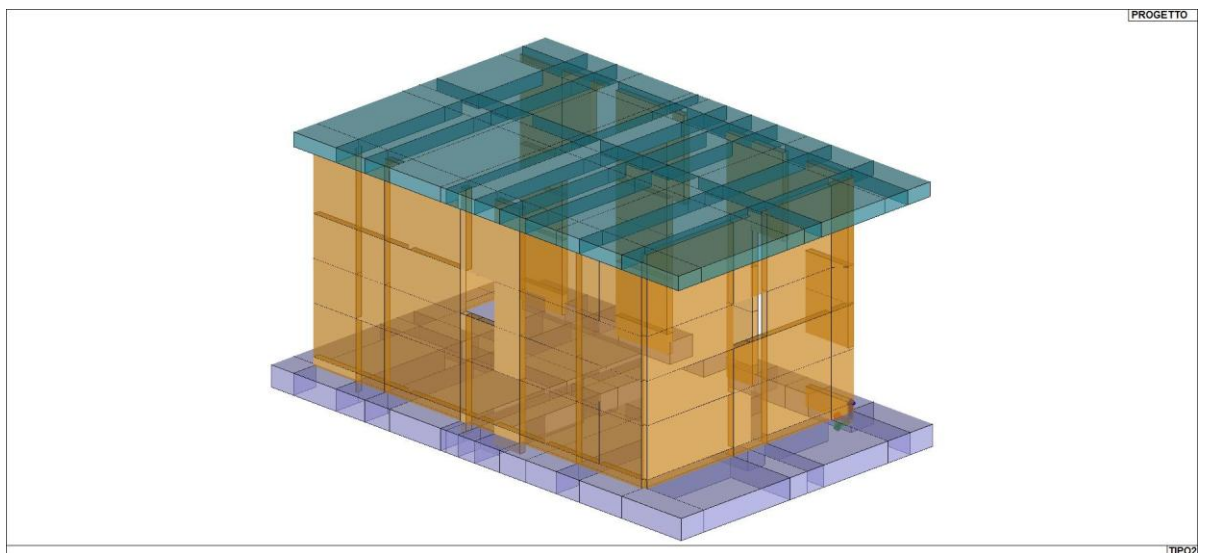


Figura 13 Modello geometrico di calcolo

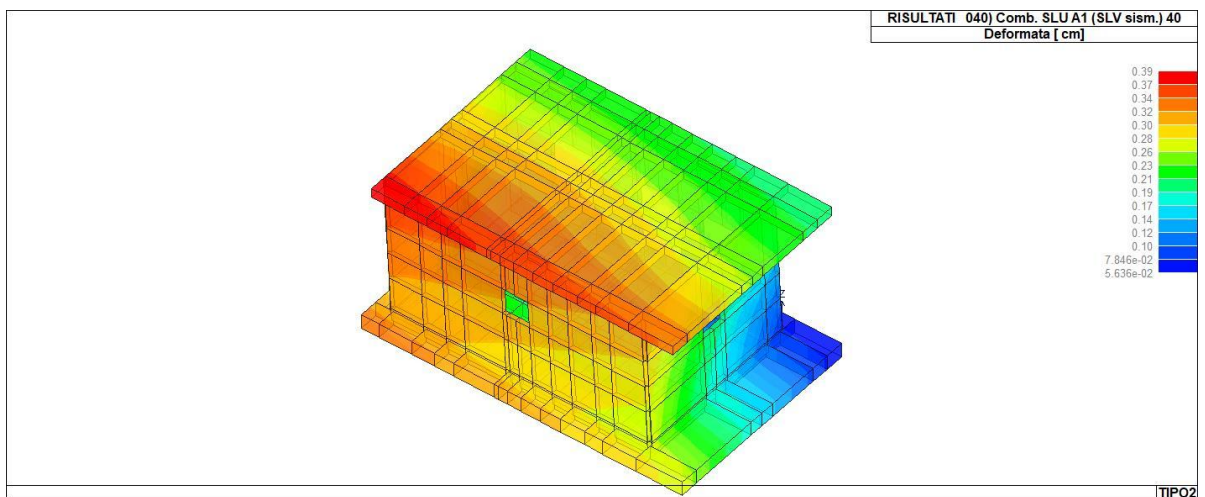


Figura 14 Stato di massima deformazione in combinazione sismica

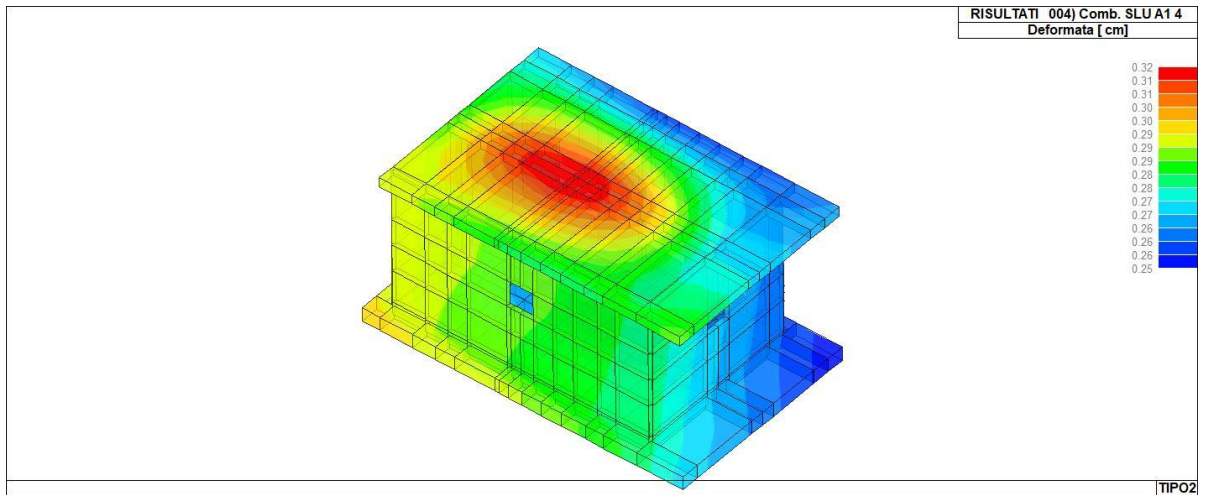


Figura 15 Stato di massima deformazione in combinazione statica agli SLU

6.4 Muro in c.a. Ortona

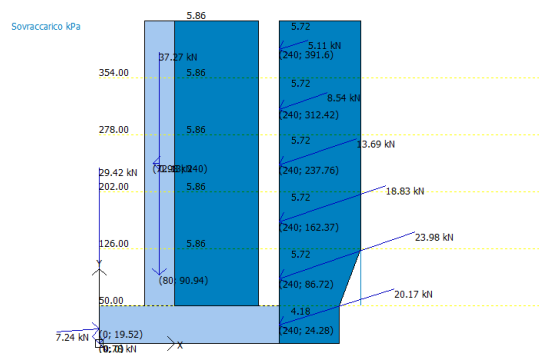


Figura 16 Schema di carico del muro di contenimento

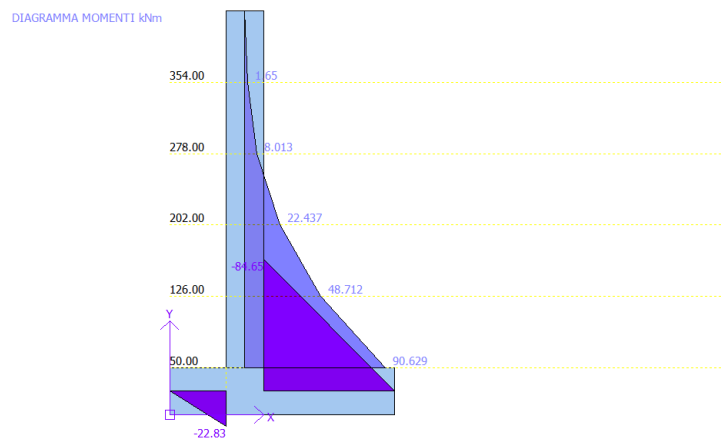


Figura 17 Diagramma del momento flettente in combinazione sismica

6.5 Parapetto

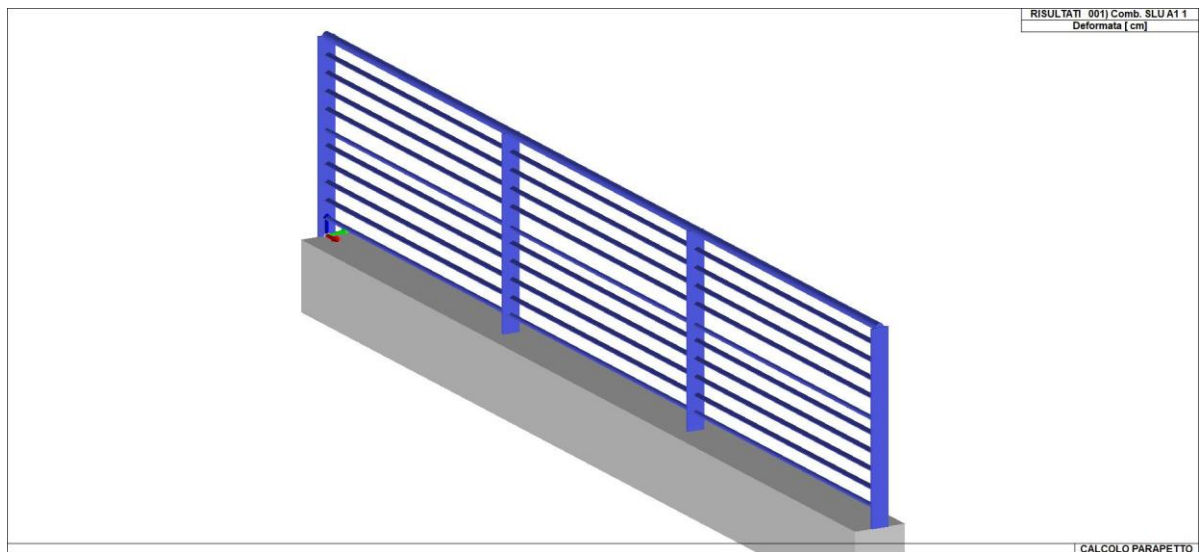


Figura 18 Modello di calcolo

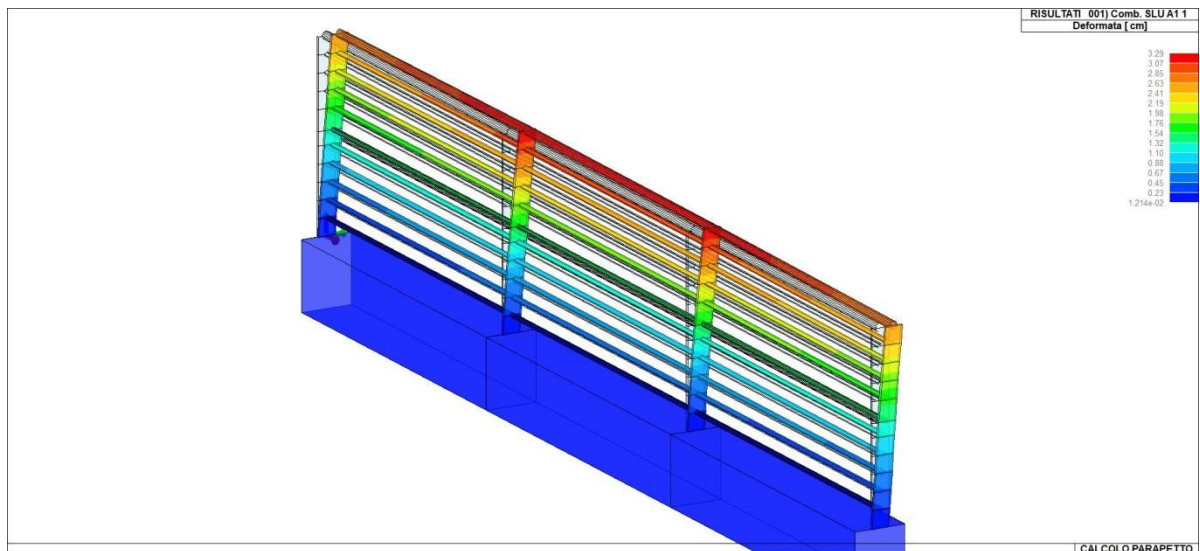


Figura 19 Deformata solida

6.6 Pergolato

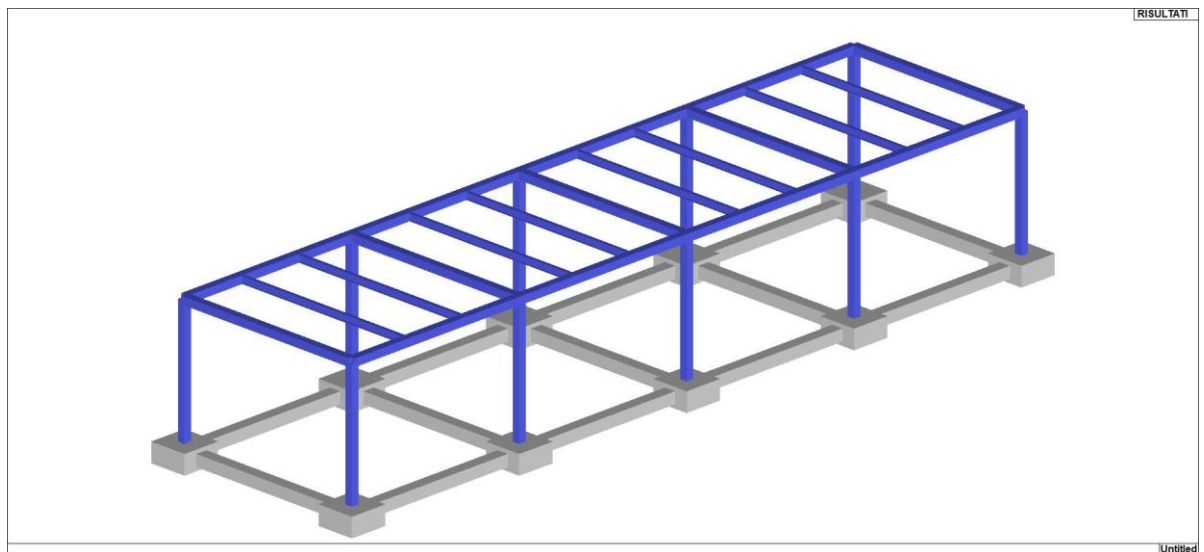


Figura 20 Modello di calcolo

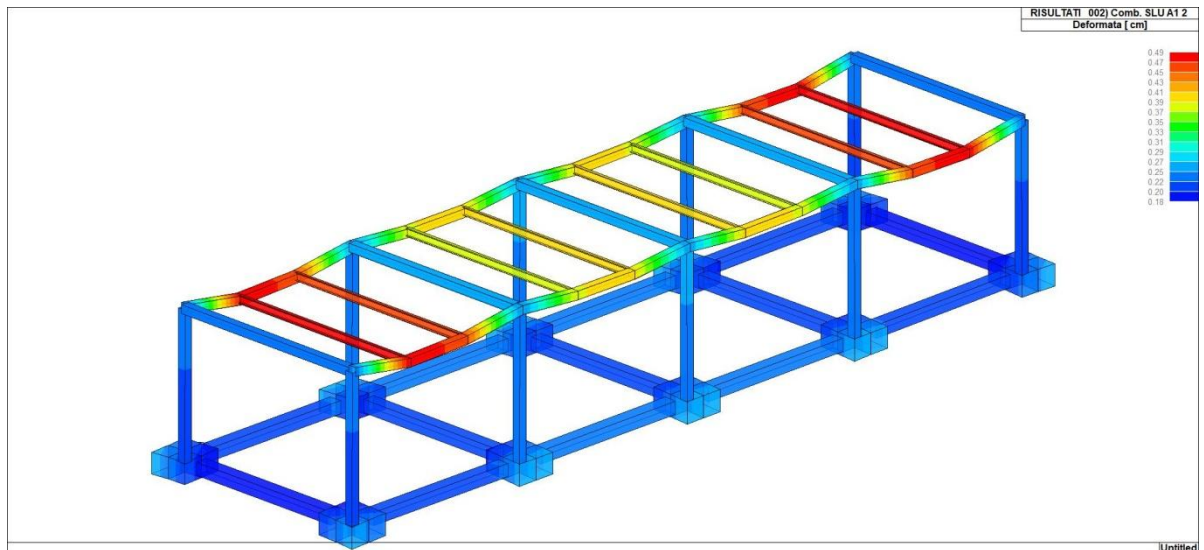


Figura 21 Deformata statica

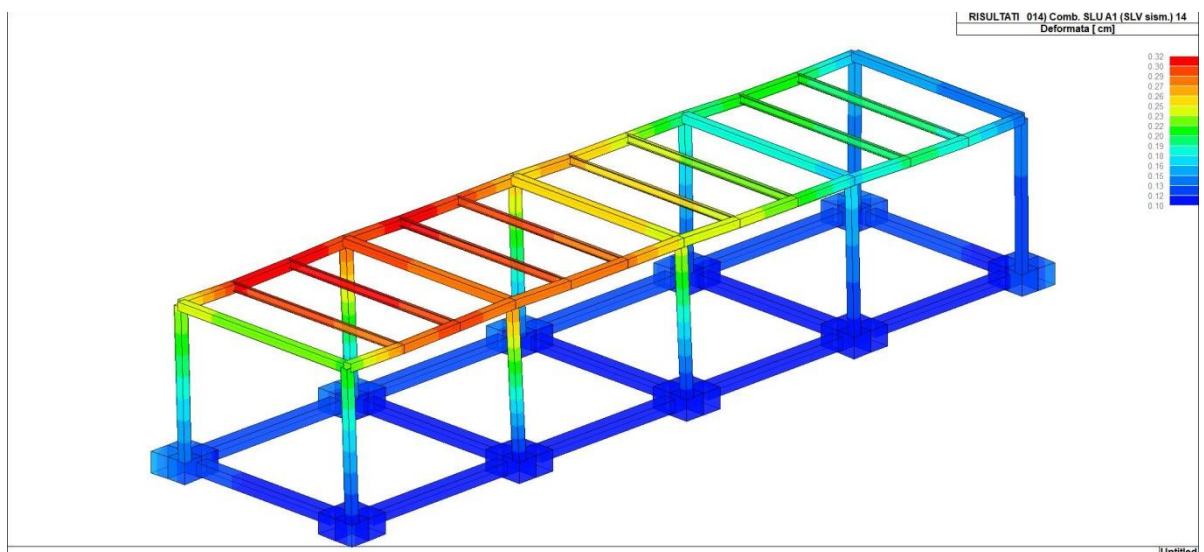
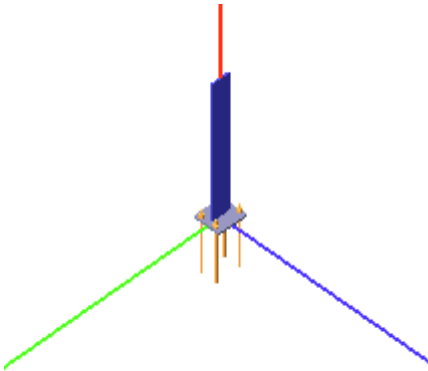


Figura 22 Deformata modale

ALLEGATO 1

(VERIFICA PIASTRA DI BASE E TIRAFONDI ICONE CICLABILI)

Verifica secondo il D.M. 14/01/2008 del nodo: 2



Coefficienti di sicurezza utilizzati

$$\gamma_{M0} = 1.05$$

$$\gamma_{M1} = 1.10$$

$$\gamma_{M2} = 1.25$$

Colonna

Tipo di profilo: T.Re 10x100x5x5

Materiale: Acciaio S275 $f_y = 275 \text{ N/mm}^2$ $f_t = 430 \text{ N/mm}^2$ $\gamma_{Rd} = 1.15$

Classe sezione: 1

Flangia:

Materiale: Acciaio S275 $f_y = 275 \text{ N/mm}^2$ $f_t = 430 \text{ N/mm}^2$ $\gamma_{Rd} = 1.15$

Dimensioni (B x H x Sp): 150.0 x 164.0 x 12.0 mm

Bullonature:

Viti cl. 8.8 Dadi 8 ($f_{yb} = 640 \text{ N/mm}^2$, $f_{tb} = 640 \text{ N/mm}^2$)

Diametro $\varnothing = 14 \text{ mm}$ $A_{res} = 115.5 \text{ mm}^2$ (ridotta per filettatura)

Diametro foro $\varnothing_0 = 15 \text{ mm}$

Saldature:

Materiale: Acciaio S275 $f_y = 275 \text{ N/mm}^2$ $f_t = 430 \text{ N/mm}^2$ $\beta_1 = 0.70$ $\beta_2 = 0.85$

Spessore cordoni d'angolo $s_c = 8 \text{ mm}$

Sollecitazioni:

Nodo.CMB	V2 [N]	V3 [N]	N [N]	M2 [N mm]	M3 [N mm]	T [N mm]
2.1	5160.0	0.0	-15.2	0.0	-516345.0	0.0

Calcolo resistenze

Resistenza a trazione dei bulloni $F_{tb,Rd} = 0,9 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} = 66501.2 \text{ N}$

Resistenza a punzonamento flangia $B_{pf,Rd} = 0,6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot t_f \cdot f_{tk} / \gamma_{M2} = 171184.1 \text{ N}$

Bull.	$F_{f,Rd}$ [N]	$F_{t,Rd}$ [N]
1	18693.8	18693.8
2	18693.8	18693.8
3	18693.8	18693.8
4	18693.8	18693.8

Legenda

$F_{f,Rd} = M_{res,m} / (B_m \cdot R_m)$ resistenza a flessione flangia

$F_{t,Rd} = \min [F_{tb,Rd}, B_{pf,Rd}, F_{f,Rd}]$ resistenza a trazione di progetto

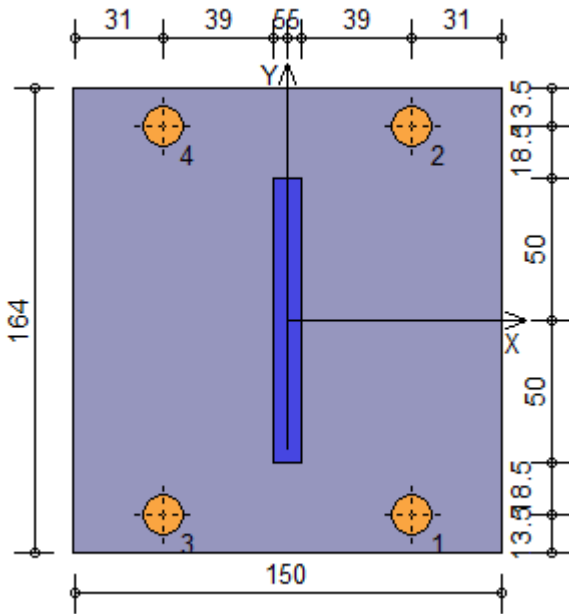
Resistenza a taglio dei bulloni $F_{vb,Rd} = 1 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} = 44334.2 \text{ N}$

Bull.	$F_{bf,x,Rd}$ [N]	$F_{v,x,Rd}$ [N]	$F_{bf,y,Rd}$ [N]	$F_{v,y,Rd}$ [N]
1	32646.1	32646.1	43344.0	43344.0
2	32646.1	32646.1	43344.0	43344.0
3	32646.1	32646.1	43344.0	43344.0

4 32646.1 32646.1 43344.0 43344.0

Legenda

$F_{bf,x,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \varnothing \cdot t_f / \gamma_{M2}$ resistenza a rifollamento flangia in direzione x
 $F_{v,x,Rd} = \min [F_{vb,Rd} , F_{bf,x,Rd}]$ resistenza a taglio di progetto in direzione x
 $F_{bf,y,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \varnothing \cdot t_f / \gamma_{M2}$ resistenza a rifollamento flangia in direzione y
 $F_{v,y,Rd} = \min [F_{vb,Rd} , F_{bf,y,Rd}]$ resistenza a taglio di progetto in direzione y



Verifiche sui bulloni

1-Taglio e trazione (Nodo n. 2, CMB n. 1)

Bull.	X [mm]	Y [mm]	$F_{v,Ed}$ [N]	$F_{v,Rd}$ [N]	$F_{t,Ed}$ [N]	$F_{t,Rd}$ [N]	FV_1	VER
1	44.00	-68.50	1290.0	43344.0	0.0	18693.8	0.029762	Ok
2	44.00	68.50	1290.0	43344.0	2002.1	18693.8	0.106263	Ok
3	-44.00	-68.50	1290.0	43344.0	0.0	18693.8	0.029762	Ok
4	-44.00	68.50	1290.0	43344.0	2002.1	18693.8	0.106263	Ok

2-Trazione (Nodo n. 2, CMB n. 1)

Bull.	X [mm]	Y [mm]	$F_{t,Ed}$ [N]	$F_{t,Rd}$ [N]	FV_2	VER
1	44.00	-68.50	0.0	18693.8	0.000000	Ok
2	44.00	68.50	2002.1	18693.8	0.107102	Ok
3	-44.00	-68.50	0.0	18693.8	0.000000	Ok
4	-44.00	68.50	2002.1	18693.8	0.107102	Ok

Legenda

$F_{v,Ed}$ forza di taglio agente sul bullone
 $F_{v,Rd}$ resistenza a taglio di progetto del bullone
 $F_{t,Ed}$ forza di trazione agente sul bullone
 $F_{t,Rd}$ resistenza a trazione di progetto del bullone
 $FV_1 = F_{v,Ed} / F_{v,Rd} + F_{t,Ed} / (1.4 \cdot F_{t,Rd})$
 $FV_2 = F_{t,Ed} / F_{t,Rd}$
 VER $\rightarrow FV_i \leq 1$

Verifiche sulle saldature profilo-flangia (versione beta)

Si considera la sezione di gola (avente altezza $a = s_c / 2^{0.5} = 5.657$) in posizione ribaltata: vengono considerate positive le tensioni normali di trazione e le tensioni tangenziali agenti verso destra e verso il basso. Tutte le tensioni sono espresse in N/mm^2 .

Verifica formula (4.2.78) (Nodo n. 2, CMB n. 1)

Cordoni	n_{\perp}	t_{\perp}	τ_{\parallel}	FV_1	VER ₁
Profilo lato inferiore	-21.68	0.00	0.00	21.68	Ok
Profilo lato destro	-20.52	0.00	4.56	21.02	Ok
Profilo lato sinistro	-20.52	0.00	4.56	21.02	Ok

Profilo lato superiore	21.66	0.00	0.00	21.66	Ok
Verifica formula (4.2.79) (Nodo n. 2, CMB n. 1)					
Cordoni	n_{\perp}	t_{\perp}	τ_{\parallel}	FV_2	VER_2
Profilo lato inferiore	-21.68	0.00	0.00	21.68	Ok
Profilo lato destro	-20.52	0.00	4.56	20.52	Ok
Profilo lato sinistro	-20.52	0.00	4.56	20.52	Ok
Profilo lato superiore	21.66	0.00	0.00	21.66	Ok

Legenda

n_{\perp} tensione normale perpendicolare all'asse del cordone

t_{\perp} tensione tangenziale perpendicolare all'asse del cordone

τ_{\parallel} tensione tangenziale parallela all'asse del cordone

$$FV_1 = (n_{\perp}^2 + t_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)^{0.5}$$

$$FV_2 = |n_{\perp}| + |t_{\perp}|$$

$$VER_i \rightarrow FV_i \leq \beta_i \cdot f_{yk} \quad (\beta_1 \cdot f_{yk} = 192.50 \text{ N/mm}^2 \quad \beta_2 \cdot f_{yk} = 233.75 \text{ N/mm}^2)$$

Verifiche a flessione piastra in zona compressa

Sezione parallela a X a filo della colonna (Nodo n. 2, CMB n. 1)

Pressione media a bordo piastra	$p_{med} = 0.86 \text{ N/mm}^2$
Carico lineare sbalzo	$q_{lin} = 129.72 \text{ N/mm}$
Lunghezza sbalzo	$L_s = 32.0 \text{ mm}$
Modulo di resistenza minimo	$W_{min} = 3600.0 \text{ mm}^3$
Momento resistente	$M_{p,Rd} = 942857.2 \text{ N mm}$
Momento massimo	$M_{p,Ed} = 66418.2 \text{ N mm}$
$M_{p,Ed} / M_{p,Rd} = 0.070444$	Ok

Sezione parallela a Y a filo della colonna (Nodo n. 2, CMB n. 1)

Pressione media a bordo piastra	$p_{med} = 0.43 \text{ N/mm}^2$
Carico lineare sbalzo	$q_{lin} = 70.92 \text{ N/mm}$
Lunghezza sbalzo	$L_s = 70.0 \text{ mm}$
Modulo di resistenza minimo	$W_{min} = 3936.0 \text{ mm}^3$
Momento resistente	$M_{p,Rd} = 1030857.0 \text{ N mm}$
Momento massimo	$M_{p,Ed} = 173742.4 \text{ N mm}$
$M_{p,Ed} / M_{p,Rd} = 0.168542$	Ok

Verifica del momento di progetto del giunto (Nodo n. 2, CMB n. 1)

Momento resistente del giunto	$M_{j,Rd} = 4422891.0 \text{ N mm}$
Momento di progetto	$M_{j,Ed} = 516345.0 \text{ N mm}$
$M_{j,Ed} / M_{j,Rd} = 0.116744$	Ok

Ancoraggio

Tirafondi con ancoraggio chimico/meccanico

Resistenza a trazione di progetto	$F_{t,an,Rd} = 25000.0 \text{ N}$
-----------------------------------	-----------------------------------

Calcestruzzo

Resistenza cubica caratteristica a compressione	$R_{ck} = 25.00 \text{ N/mm}^2$
Resistenza cilindrica caratteristica a compressione	$f_{ck} = 0.83 \cdot R_{ck} = 20.75 \text{ N/mm}^2$
Resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_C = 11.76 \text{ N/mm}^2$

Compressione massima calcestruzzo (Nodo n. 2, CMB n. 1)

$$p_{max} = 0.86 \text{ N/mm}^2 < f_{cd} \text{ Ok}$$

Verifica ancoraggio

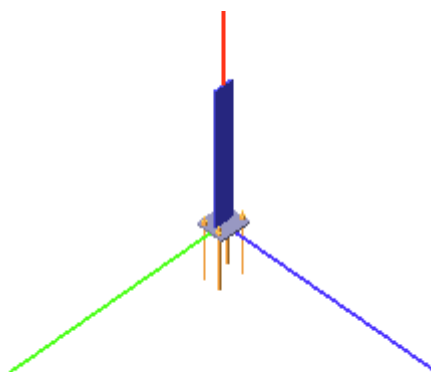
Si considera la massima resistenza a trazione di progetto dei tirafondi

Trazione di progetto dell'ancoraggio	$F_{t,an,Ed} = \max [F_{t,Rd}] = 18693.8 \text{ N}$
$F_{t,an,Rd} > F_{t,an,Ed}$	Ok

ALLEGATO 2

(VERIFICA PIASTRA DI BASE E TIRAFONDI ICONE COMUNALI)

Verifica secondo il D.M. 14/01/2008 del nodo: 2



Coefficienti di sicurezza utilizzati

$$\gamma_{M0} = 1.05$$

$$\gamma_{M1} = 1.10$$

$$\gamma_{M2} = 1.25$$

Colonna

Tipo di profilo: T.Re 10x100x5x5

Materiale: Acciaio S275 $f_y = 275 \text{ N/mm}^2$ $f_t = 430 \text{ N/mm}^2$ $\gamma_{Rd} = 1.15$

Classe sezione: 1

Flangia:

Materiale: Acciaio S275 $f_y = 275 \text{ N/mm}^2$ $f_t = 430 \text{ N/mm}^2$ $\gamma_{Rd} = 1.15$

Dimensioni (B x H x Sp): 150.0 x 164.0 x 12.0 mm

Bullonature:

Viti cl. 10.9 Dadi 10 ($f_{yb} = 900 \text{ N/mm}^2$, $f_{tb} = 900 \text{ N/mm}^2$)

Diametro $\varnothing = 14 \text{ mm}$ $A_{res} = 115.5 \text{ mm}^2$ (ridotta per filettatura)

Diametro foro $\varnothing_0 = 15 \text{ mm}$

Saldature:

Materiale: Acciaio S275 $f_y = 275 \text{ N/mm}^2$ $f_t = 430 \text{ N/mm}^2$ $\beta_1 = 0.70$ $\beta_2 = 0.85$

Spessore cordoni d'angolo $s_c = 8 \text{ mm}$

Sollecitazioni:

Nodo.CMB	V2 [N]	V3 [N]	N [N]	M2 [N mm]	M3 [N mm]	T [N mm]
2.1	6450.0	0.0	-15.2	0.0	-645435.0	0.0

Calcolo resistenze

Resistenza a trazione dei bulloni $F_{tb,Rd} = 0,9 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} = 83126.5 \text{ N}$

Resistenza a punzonamento flangia $B_{pf,Rd} = 0,6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot t_f \cdot f_{tk} / \gamma_{M2} = 171184.1 \text{ N}$

Bull.	$F_{f,Rd}$ [N]	$F_{t,Rd}$ [N]
1	18693.8	18693.8
2	18693.8	18693.8
3	18693.8	18693.8
4	18693.8	18693.8

Legenda

$F_{f,Rd} = M_{res,m} / (B_m \cdot R_m)$ resistenza a flessione flangia

$F_{t,Rd} = \min [F_{tb,Rd}, B_{pf,Rd}, F_{f,Rd}]$ resistenza a trazione di progetto

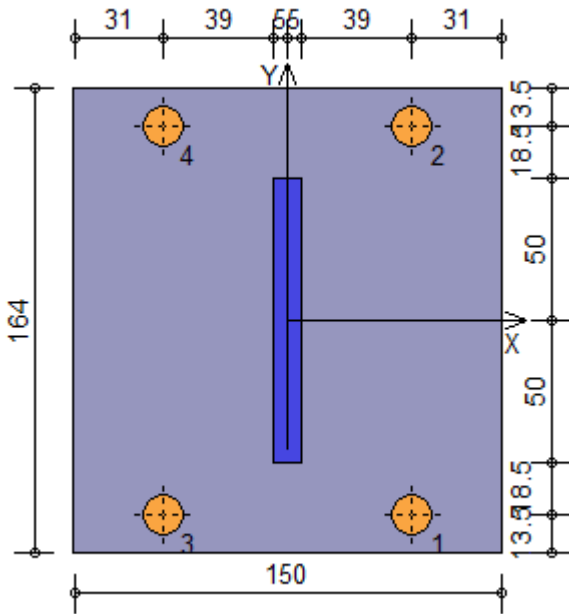
Resistenza a taglio dei bulloni $F_{vb,Rd} = 1 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} = 46181.4 \text{ N}$

Bull.	$F_{bf,x,Rd}$ [N]	$F_{v,x,Rd}$ [N]	$F_{bf,y,Rd}$ [N]	$F_{v,y,Rd}$ [N]
1	32646.1	32646.1	43344.0	43344.0
2	32646.1	32646.1	43344.0	43344.0
3	32646.1	32646.1	43344.0	43344.0

4 32646.1 32646.1 43344.0 43344.0

Legenda

$F_{bf,x,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \varnothing \cdot t_f / \gamma_{M2}$ resistenza a rifollamento flangia in direzione x
 $F_{v,x,Rd} = \min [F_{vb,Rd} , F_{bf,x,Rd}]$ resistenza a taglio di progetto in direzione x
 $F_{bf,y,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \varnothing \cdot t_f / \gamma_{M2}$ resistenza a rifollamento flangia in direzione y
 $F_{v,y,Rd} = \min [F_{vb,Rd} , F_{bf,y,Rd}]$ resistenza a taglio di progetto in direzione y



Verifiche sui bulloni

1-Taglio e trazione (Nodo n. 2, CMB n. 1)

Bull.	X [mm]	Y [mm]	$F_{v,Ed}$ [N]	$F_{v,Rd}$ [N]	$F_{t,Ed}$ [N]	$F_{t,Rd}$ [N]	FV_1	VER
1	44.00	-68.50	1612.5	43344.0	0.0	18693.8	0.037202	Ok
2	44.00	68.50	1612.5	43344.0	2503.5	18693.8	0.132859	Ok
3	-44.00	-68.50	1612.5	43344.0	0.0	18693.8	0.037202	Ok
4	-44.00	68.50	1612.5	43344.0	2503.5	18693.8	0.132859	Ok

2-Trazione (Nodo n. 2, CMB n. 1)

Bull.	X [mm]	Y [mm]	$F_{t,Ed}$ [N]	$F_{t,Rd}$ [N]	FV_2	VER
1	44.00	-68.50	0.0	18693.8	0.000000	Ok
2	44.00	68.50	2503.5	18693.8	0.133920	Ok
3	-44.00	-68.50	0.0	18693.8	0.000000	Ok
4	-44.00	68.50	2503.5	18693.8	0.133920	Ok

Legenda

$F_{v,Ed}$ forza di taglio agente sul bullone
 $F_{v,Rd}$ resistenza a taglio di progetto del bullone
 $F_{t,Ed}$ forza di trazione agente sul bullone
 $F_{t,Rd}$ resistenza a trazione di progetto del bullone
 $FV_1 = F_{v,Ed} / F_{v,Rd} + F_{t,Ed} / (1.4 \cdot F_{t,Rd})$
 $FV_2 = F_{t,Ed} / F_{t,Rd}$
 VER $\rightarrow FV_i \leq 1$

Verifiche sulle saldature profilo-flangia (versione beta)

Si considera la sezione di gola (avente altezza $a = s_c / 2^{0.5} = 5.657$) in posizione ribaltata: vengono considerate positive le tensioni normali di trazione e le tensioni tangenziali agenti verso destra e verso il basso. Tutte le tensioni sono espresse in N/mm^2 .

Verifica formula (4.2.78) (Nodo n. 2, CMB n. 1)

Cordoni	n_{\perp}	t_{\perp}	τ_{\parallel}	FV_1	VER ₁
Profilo lato inferiore	-27.10	0.00	0.00	27.10	Ok
Profilo lato destro	-25.65	0.00	5.70	26.27	Ok
Profilo lato sinistro	-25.65	0.00	5.70	26.27	Ok

Profilo lato superiore	27.07	0.00	0.00	27.07	Ok
Verifica formula (4.2.79) (Nodo n. 2, CMB n. 1)					
Cordoni	n_{\perp}	t_{\perp}	τ_{\parallel}	FV_2	VER_2
Profilo lato inferiore	-27.10	0.00	0.00	27.10	Ok
Profilo lato destro	-25.65	0.00	5.70	25.65	Ok
Profilo lato sinistro	-25.65	0.00	5.70	25.65	Ok
Profilo lato superiore	27.07	0.00	0.00	27.07	Ok

Legenda

n_{\perp} tensione normale perpendicolare all'asse del cordone

t_{\perp} tensione tangenziale perpendicolare all'asse del cordone

τ_{\parallel} tensione tangenziale parallela all'asse del cordone

$$FV_1 = (n_{\perp}^2 + t_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)^{0.5}$$

$$FV_2 = |n_{\perp}| + |t_{\perp}|$$

$$VER_i \rightarrow FV_i \leq \beta_i \cdot f_{yk} \quad (\beta_1 \cdot f_{yk} = 192.50 \text{ N/mm}^2 \quad \beta_2 \cdot f_{yk} = 233.75 \text{ N/mm}^2)$$

Verifiche a flessione piastra in zona compressa

Sezione parallela a X a filo della colonna (Nodo n. 2, CMB n. 1)

Pressione media a bordo piastra	$p_{med} = 1.08 \text{ N/mm}^2$	
Carico lineare sbalzo	$q_{lin} = 162.13 \text{ N/mm}$	
Lunghezza sbalzo	$L_s = 32.0 \text{ mm}$	
Modulo di resistenza minimo	$W_{min} = 3600.0 \text{ mm}^3$	
Momento resistente	$M_{p,Rd} =$	942857.2 N mm
Momento massimo	$M_{p,Ed} =$	83009.2 N mm
$M_{p,Ed} / M_{p,Rd} = 0.088040 \quad \text{Ok}$		

Sezione parallela a Y a filo della colonna (Nodo n. 2, CMB n. 1)

Pressione media a bordo piastra	$p_{med} = 0.54 \text{ N/mm}^2$	
Carico lineare sbalzo	$q_{lin} = 88.63 \text{ N/mm}$	
Lunghezza sbalzo	$L_s = 70.0 \text{ mm}$	
Modulo di resistenza minimo	$W_{min} = 3936.0 \text{ mm}^3$	
Momento resistente	$M_{p,Rd} =$	1030857.0 N mm
Momento massimo	$M_{p,Ed} =$	217142.6 N mm
$M_{p,Ed} / M_{p,Rd} = 0.210643 \quad \text{Ok}$		

Verifica del momento di progetto del giunto (Nodo n. 2, CMB n. 1)

Momento resistente del giunto	$M_{j,Rd} =$	4423219.0 N mm
Momento di progetto	$M_{j,Ed} =$	645435.0 N mm
$M_{j,Ed} / M_{j,Rd} = 0.145920 \quad \text{Ok}$		

Ancoraggio

Tirafondi con ancoraggio chimico/meccanico

Resistenza a trazione di progetto	$F_{t,an,Rd} =$	25000.0 N
-----------------------------------	-----------------	-----------

Calcestruzzo

Resistenza cubica caratteristica a compressione	$R_{ck} =$	25.00 N/mm ²
Resistenza cilindrica caratteristica a compressione	$f_{ck} = 0.83 \cdot R_{ck} =$	20.75 N/mm ²
Resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_C =$	11.76 N/mm ²

Compressione massima calcestruzzo (Nodo n. 2, CMB n. 1)

$$p_{max} = 1.08 \text{ N/mm}^2 < f_{cd} \quad \text{Ok}$$

Verifica ancoraggio

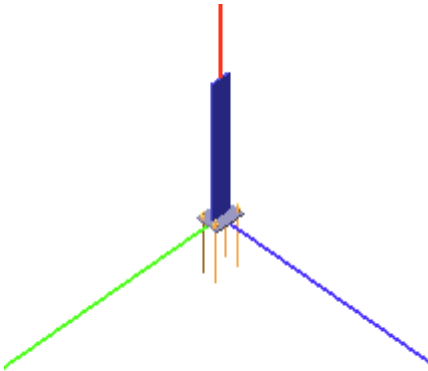
Si considera la massima resistenza a trazione di progetto dei tirafondi

Trazione di progetto dell'ancoraggio	$F_{t,an,Ed} = \max [F_{t,Rd}] =$	18693.8 N
$F_{t,an,Rd} > F_{t,an,Ed} \quad \text{Ok}$		

ALLEGATO 3

(VERIFICA PIASTRA DI BASE E TIRAFONDI PARAPETTI)

Verifica secondo il D.M. 14/01/2008 del nodo: 1



Coefficienti di sicurezza utilizzati

$$\gamma_{M0} = 1.05$$

$$\gamma_{M1} = 1.10$$

$$\gamma_{M2} = 1.25$$

Colonna

Tipo di profilo: T.Re 10x100x5x5

Materiale: Acciaio S275 $f_y = 275 \text{ N/mm}^2$ $f_t = 430 \text{ N/mm}^2$ $\gamma_{Rd} = 1.15$

Classe sezione: 1

Flangia:

Materiale: Acciaio S275 $f_y = 275 \text{ N/mm}^2$ $f_t = 430 \text{ N/mm}^2$ $\gamma_{Rd} = 1.15$

Dimensioni (B x H x Sp): 120.0 x 157.6 x 12.0 mm

Bullonature:

Viti cl. 10.9 Dadi 10 ($f_{yb} = 900 \text{ N/mm}^2$, $f_{tb} = 900 \text{ N/mm}^2$)

Diametro $\varnothing = 12 \text{ mm}$ $A_{res} = 84.8 \text{ mm}^2$ (ridotta per filettatura)

Diametro foro $\varnothing_0 = 13 \text{ mm}$

Saldature:

Materiale: Acciaio S275 $f_y = 275 \text{ N/mm}^2$ $f_t = 430 \text{ N/mm}^2$ $\beta_1 = 0.70$ $\beta_2 = 0.85$

Spessore cordoni d'angolo $s_c = 8 \text{ mm}$

Sollecitazioni:

Nodo.CMB	V2 [N]	V3 [N]	N [N]	M2 [N mm]	M3 [N mm]	T [N mm]
1.1	2634.0	136.9	2225.2	-4857.0	-3113000.0	55622.0

Calcolo resistenze

Resistenza a trazione dei bulloni $F_{tb,Rd} = 0,9 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} = 61072.6 \text{ N}$

Resistenza a punzonamento flangia $B_{pf,Rd} = 0,6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot t_f \cdot f_{tk} / \gamma_{M2} = 147840.8 \text{ N}$

Bull.	$F_{f,Rd}$ [N]	$F_{t,Rd}$ [N]
1	19627.3	19627.3
2	19627.3	19627.3
3	19627.3	19627.3
4	19627.3	19627.3

Legenda

$F_{f,Rd} = M_{res,m} / (B_m \cdot R_m)$ resistenza a flessione flangia

$F_{t,Rd} = \min [F_{tb,Rd}, B_{pf,Rd}, F_{f,Rd}]$ resistenza a trazione di progetto

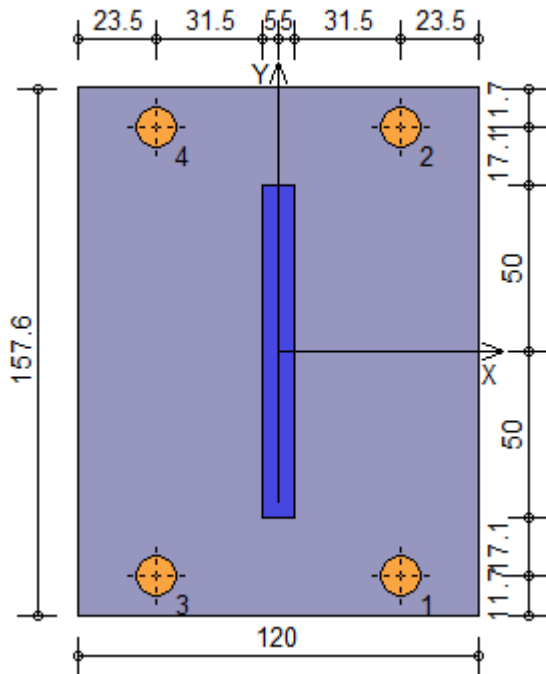
Resistenza a taglio dei bulloni $F_{vb,Rd} = 1 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} = 33929.2 \text{ N}$

Bull.	$F_{bf,x,Rd}$ [N]	$F_{v,x,Rd}$ [N]	$F_{bf,y,Rd}$ [N]	$F_{v,y,Rd}$ [N]
1	24475.8	24475.8	37152.0	33929.2
2	24475.8	24475.8	37152.0	33929.2
3	24475.8	24475.8	37152.0	33929.2

4 24475.8 24475.8 37152.0 33929.2

Legenda

$F_{bf,x,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \varnothing \cdot t_f / \gamma_{M2}$ resistenza a rifollamento flangia in direzione x
 $F_{v,x,Rd} = \min [F_{vb,Rd} , F_{bf,x,Rd}]$ resistenza a taglio di progetto in direzione x
 $F_{bf,y,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \varnothing \cdot t_f / \gamma_{M2}$ resistenza a rifollamento flangia in direzione y
 $F_{v,y,Rd} = \min [F_{vb,Rd} , F_{bf,y,Rd}]$ resistenza a taglio di progetto in direzione y



Verifiche sui bulloni

1-Taglio e trazione (Nodo n. 1, CMB n. 1)

Bull.	X [mm]	Y [mm]	$F_{v,Ed}$ [N]	$F_{v,Rd}$ [N]	$F_{t,Ed}$ [N]	$F_{t,Rd}$ [N]	FV_1	VER
1	36.50	-67.10	603.6	33929.2	0.0	19627.3	0.017790	Ok
2	36.50	67.10	585.2	33929.2	12866.1	19627.3	0.485474	Ok
3	-36.50	-67.10	770.4	33929.2	0.0	19627.3	0.022705	Ok
4	-36.50	67.10	756.0	33929.2	12904.7	19627.3	0.491915	Ok

2-Trazione (Nodo n. 1, CMB n. 1)

Bull.	X [mm]	Y [mm]	$F_{t,Ed}$ [N]	$F_{t,Rd}$ [N]	FV_2	VER
1	36.50	-67.10	0.0	19627.3	0.000000	Ok
2	36.50	67.10	12866.1	19627.3	0.655518	Ok
3	-36.50	-67.10	0.0	19627.3	0.000000	Ok
4	-36.50	67.10	12904.7	19627.3	0.657486	Ok

Legenda

$F_{v,Ed}$ forza di taglio agente sul bullone
 $F_{v,Rd}$ resistenza a taglio di progetto del bullone
 $F_{t,Ed}$ forza di trazione agente sul bullone
 $F_{t,Rd}$ resistenza a trazione di progetto del bullone
 $FV_1 = F_{v,Ed} / F_{v,Rd} + F_{t,Ed} / (1.4 \cdot F_{t,Rd})$
 $FV_2 = F_{t,Ed} / F_{t,Rd}$
 VER $\rightarrow FV_i \leq 1$

Verifiche sulle saldature profilo-flangia (versione beta)

Si considera la sezione di gola (avente altezza $a = s_c / 2^{0.5} = 5.657$) in posizione ribaltata: vengono considerate positive le tensioni normali di trazione e le tensioni tangenziali agenti verso destra e verso il basso. Tutte le tensioni sono espresse in N/mm^2 .

Verifica formula (4.2.78) (Nodo n. 1, CMB n. 1)

Cordoni	n_{\perp}	t_{\perp}	τ_{\parallel}	FV_1	VER ₁
Profilo lato inferiore	-129.18	0.00	1.21	129.19	Ok
Profilo lato destro	124.91	0.00	2.33	124.93	Ok
Profilo lato sinistro	125.95	0.00	2.33	125.97	Ok

Profilo lato superiore	132.76	0.00	1.21	132.76	Ok
<u>Verifica formula (4.2.79)</u> (Nodo n. 1, CMB n. 1)					
Cordoni	n_{\perp}	t_{\perp}	τ_{\parallel}	FV_2	VER_2
Profilo lato inferiore	-129.18	0.00	1.21	129.18	Ok
Profilo lato destro	124.91	0.00	2.33	124.91	Ok
Profilo lato sinistro	125.95	0.00	2.33	125.95	Ok
Profilo lato superiore	132.76	0.00	1.21	132.76	Ok

Legenda

n_{\perp} tensione normale perpendicolare all'asse del cordone

t_{\perp} tensione tangenziale perpendicolare all'asse del cordone

τ_{\parallel} tensione tangenziale parallela all'asse del cordone

$$FV_1 = (n_{\perp}^2 + t_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)^{0.5}$$

$$FV_2 = |n_{\perp}| + |t_{\perp}|$$

$$VER_i \rightarrow FV_i \leq \beta_i \cdot f_{yk} \quad (\beta_1 \cdot f_{yk} = 192.50 \text{ N/mm}^2 \quad \beta_2 \cdot f_{yk} = 233.75 \text{ N/mm}^2)$$

Verifiche a flessione piastra in zona compressa

Sezione parallela a X a filo della colonna (Nodo n. 1, CMB n. 1)

Pressione media a bordo piastra	$p_{med} = 6.90 \text{ N/mm}^2$	
Carico lineare sbalzo	$q_{lin} = 828.16 \text{ N/mm}$	
Lunghezza sbalzo	$L_s = 28.8 \text{ mm}$	
Modulo di resistenza minimo	$W_{min} = 2880.0 \text{ mm}^3$	
Momento resistente	$M_{p,Rd} =$	754285.8 N mm
Momento massimo	$M_{p,Ed} =$	343454.3 N mm
$M_{p,Ed} / M_{p,Rd} = 0.455337 \quad \text{Ok}$		

Sezione parallela a Y a filo della colonna (Nodo n. 1, CMB n. 1)

Pressione media a bordo piastra	$p_{med} = 3.46 \text{ N/mm}^2$	
Carico lineare sbalzo	$q_{lin} = 545.79 \text{ N/mm}$	
Lunghezza sbalzo	$L_s = 55.0 \text{ mm}$	
Modulo di resistenza minimo	$W_{min} = 3782.4 \text{ mm}^3$	
Momento resistente	$M_{p,Rd} =$	990628.6 N mm
Momento massimo	$M_{p,Ed} =$	825508.8 N mm
$M_{p,Ed} / M_{p,Rd} = 0.833318 \quad \text{Ok}$		

Verifica del momento di progetto del giunto (Nodo n. 1, CMB n. 1)

Momento resistente del giunto	$M_{j,Rd} =$	4566684.0 N mm
Momento di progetto	$M_{j,Ed} =$	3113000.0 N mm
$M_{j,Ed} / M_{j,Rd} = 0.681676 \quad \text{Ok}$		

Ancoraggio

Tirafondi con ancoraggio chimico/meccanico

Resistenza a trazione di progetto	$F_{t,an,Rd} =$	25000.0 N
-----------------------------------	-----------------	-----------

Calcestruzzo

Resistenza cubica caratteristica a compressione	$R_{ck} =$	45.00 N/mm ²
Resistenza cilindrica caratteristica a compressione	$f_{ck} = 0.83 \cdot R_{ck} =$	37.35 N/mm ²
Resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_C =$	21.17 N/mm ²

Compressione massima calcestruzzo (Nodo n. 1, CMB n. 1)

$$p_{max} = 6.93 \text{ N/mm}^2 < f_{cd} \quad \text{Ok}$$

Verifica ancoraggio

Si considera la massima resistenza a trazione di progetto dei tirafondi

Trazione di progetto dell'ancoraggio	$F_{t,an,Ed} = \max [F_{t,Rd}] =$	19627.3 N
$F_{t,an,Rd} > F_{t,an,Ed} \quad \text{Ok}$		